

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**ESTACION DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES DE
BENASQUE**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Victor Jhuniór Tapia Dueñas

ASESOR:

Mg. Ing. Luis Humberto Bravo Salomon

Lima, enero, 2022

Resumen Ejecutivo

Actualmente en la localidad del valle de Benasque no se cuenta con un sistema de depuración de aguas residuales que cumpla con las normativas de concentraciones de vertidos exigidas. Las localidades de Benasque, Linsoles y Anciles (esta última con una estación depuradora de aguas residuales inservible) arrojan al río Ésera directamente los vertidos. Sumado a ello, la aparición de edificaciones anexadas a la carretera A-131 y el aumento de población en periodo estacional hacen que la carga contaminante vertida al río sea importante. La concentración de DBO₅ es de 200 miligramos por litro, de sólidos en suspensión es de 150 miligramos por litro, de nitrógeno es de 50 miligramos por litro y de fósforo es de 5 miligramos por litro; valores por encima de lo indicado en la norma española Real Decreto 509/1996 de 15 de marzo. Esto ocasiona que no se logre el “buen estado” de las aguas superficiales indicada en la “Directiva Marco del Agua” a nivel europeo y exista una contaminación importante en una zona protegida LIC Río Ésera.

Por medio de una inversión de 3 961 064,96 euros se plantea el diseño y construcción de una estación depuradora de aguas residuales EDAR para la localidad de Benasque que recoge los vertidos y los eleva mediante dos estaciones de bombeo de aguas residuales. La estación depuradora de Benasque tiene previsto cubrir una necesidad de depuración de 9 000 habitantes equivalentes, con una tecnología de fangos activos o aeración prolongada con eliminación de nitrógenos y fósforos por vía química. La estación depuradora de aguas residuales consta de una línea de agua y una de fango. La primera se compone de un pretratamiento en la cual se separan sólidos de gran tamaño, arenas y grasas; y un tratamiento biológico donde se elimina la materia orgánica, nitrógeno y fósforo. La segunda se compone de procesos de decantación, espesamiento y deshidratación del fango.

Las dos soluciones contempladas en este proyecto sólo varían en la configuración del reactor biológico en la línea de agua. Mientras que ambas soluciones consideran una eliminación de fósforo mediante la adición de un reactivo, debido a la relativa baja concentración de dicho contaminante. Esto último trae como principal beneficio el ahorro significativo en la obra civil, ya que se prescinde de una cámara anaerobia. En cuanto a la configuración de los reactores biológicos, se encuentran la configuración de reactor biológico tipo “flujo pistón” y tipo “carrusel”. Se ha realizado un análisis multicriterio AHP (Analytic Hierarchy Process) para comprar las ventajas y desventajas de las dos soluciones incluyendo una solución de no realizar el proyecto, bajo tres criterios fundamentales como son el económico, técnico y ambiental. La alternativa óptima es la configuración de reactor tipo carrusel debido a sus múltiples ventajas, entre ellas la mejor calidad de salida del efluente, menor gasto de oxígeno, menor consumo de energía, mejor eliminación de nitrógeno, etcétera.

Toda la línea de agua tendrá dos líneas para facilitar el mantenimiento y la variabilidad del caudal entrante a la estación depuradora. El reactor biológico tipo carrusel tendrá un volumen de 2 685,4 metros cúbicos con un resguardo de medio metro, con lo cual se obtiene un vertido con concentraciones de 14,5 miligramos por litro de nitrógeno total Kjeldahl (NTK) y 3 miligramos por litro de fósforo total (PT), con lo cual se obtiene una concentración menor a la normada de 15 y 5 miligramos por litro respectivamente exigidos por norma.

Tabla de contenido

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | CAPÍTULO 1: GENERALIDADES | 1 |
| 1.1 | Introducción | 1 |
| 1.2 | Antecedentes | 1 |
| 1.3 | Objetivos del proyecto constructivo | 1 |
| 1.4 | Descripción de la situación actual..... | 1 |
| 1.4.1 | Población e industria..... | 1 |
| 1.4.2 | Red de saneamiento actual..... | 2 |
| 1.4.3 | Campaña de aforos y analíticas..... | 2 |
| 1.4.4 | Marco legal. | 2 |
| 1.4.5 | Estudios previos realizados..... | 2 |
| 1.5 | Descripción de la obra | 3 |
| 1.5.1 | Ubicación del proyecto. | 3 |
| 1.5.2 | Línea de agua. | 4 |
| 1.5.3 | Línea de fangos..... | 4 |
| 1.6 | Descripción de las obras | 4 |
| 1.6.1 | Obra de llegada. | 4 |
| 1.6.2 | Pretratamiento compacto. | 4 |
| 1.6.3 | Tratamiento biológico..... | 5 |
| 1.6.4 | Decantación secundaria. | 6 |
| 1.6.5 | Espesador. | 7 |
| 1.6.6 | Deshidratación de fangos..... | 7 |
| 1.6.7 | Edificio de soplantes. | 8 |
| 1.6.8 | Edificio de control..... | 8 |
| 2 | CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO | 9 |
| 2.1 | Cartografía y topografía..... | 9 |
| 2.1.1 | Ubicación. | 9 |
| 2.1.2 | Topografía del terreno..... | 11 |
| 2.1.3 | Estudio de inundabilidad..... | 11 |
| 2.2 | Geología y geotecnia..... | 12 |
| 2.2.1 | Geomorfología. | 12 |
| 2.2.2 | Geología..... | 13 |
| 2.2.3 | Geotecnia. | 14 |
| 2.3 | Climatología..... | 16 |
| 2.4 | Caudales y carga contaminante..... | 17 |
| 3 | CAPÍTULO 3: DIMENSIONAMIENTO | 19 |
| 3.1 | Cálculo del proceso línea de agua..... | 19 |
| 3.1.1 | Pozo de gruesos, bombeo y reja de gruesos..... | 19 |
| 3.1.2 | Pretratamiento compacto. | 20 |
| 3.1.3 | Tratamiento biológico..... | 22 |
| 3.1.4 | Decantación secundaria. | 23 |
| 3.2 | Cálculo del proceso línea de fango | 23 |
| 3.3 | Estudio de soluciones..... | 23 |
| 3.3.1 | Ventajas y desventajas flujo pistón..... | 24 |
| 3.3.2 | Ventajas y desventajas carrusel. | 25 |

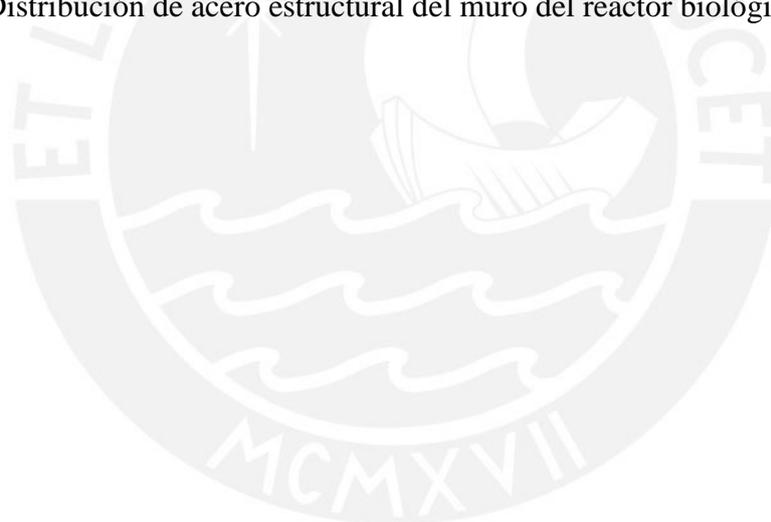
| | | |
|-------|--|----|
| 3.3.3 | Análisis multicriterio. | 25 |
| 3.4 | Cálculos hidráulicos..... | 26 |
| 3.4.1 | Fundamento teórico. | 27 |
| 3.4.2 | Consideraciones generales. | 29 |
| 3.4.3 | Solución flujo pistón. | 30 |
| 3.4.4 | Solución carrusel..... | 31 |
| 3.5 | Cálculos estructurales | 33 |
| 3.5.1 | Acciones a considerar e hipótesis. | 33 |
| 3.5.2 | Requisitos de la estructura. | 34 |
| 3.5.3 | Exposición ambiental. | 34 |
| 3.5.4 | Fisuración máxima..... | 34 |
| 3.5.5 | Hipótesis de carga. | 34 |
| 3.5.6 | Coefficientes parciales de seguridad de los materiales. | 35 |
| 3.5.7 | Recubrimientos mínimos y geometría provisional. | 35 |
| 3.5.8 | Cuantías mínimas..... | 36 |
| 3.5.9 | Armadura necesaria en base a cálculo estructural. | 36 |
| 3.6 | Dimensionamiento de equipos mecánicos | 38 |
| 4 | CAPÍTULO 4: ASPECTOS GENERALES DEL EXPEDIENTE TÉCNICO | 41 |
| 4.1 | Estudio Medioambiental | 41 |
| 4.2 | Control de calidad | 41 |
| 4.3 | Seguridad y salud..... | 42 |
| 4.4 | Gestión de residuos | 42 |
| 4.5 | Prescripciones técnicas | 43 |
| 5 | CAPÍTULO 5: PRESUPUESTOS | 44 |
| 5.1 | Explotación y mantenimiento | 44 |
| 5.2 | Justificación de precios | 45 |
| 5.2.1 | Valor de la mano de obra. | 45 |
| 5.2.2 | Valor de los materiales..... | 45 |
| 5.2.3 | Valor de la maquinaria..... | 46 |
| 5.2.4 | Valor de equipos. | 47 |
| 5.2.5 | Justificación de precios de las unidades de obra..... | 48 |
| 5.3 | Presupuesto | 49 |
| 5.3.1 | Medición de obra civil y equipos mecánicos. | 49 |
| 5.3.2 | Presupuesto del reactor biológico. | 50 |
| 5.3.3 | Presupuesto estimado de la estación depuradora. | 50 |
| 6 | Conclusiones..... | 52 |
| 7 | Recomendaciones y comentarios..... | 53 |
| 8 | Bibliografía..... | 54 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Referencias catastrales de EDAR, EBAR1 y EBAR2..... | 9 |
| Tabla 2. Coordenadas de puntos base del levantamiento topográfico..... | 10 |
| Tabla 3. Coordenadas de los puntos de catas..... | 14 |
| Tabla 4. Características geotécnicas del suelo de la EDAR. | 15 |
| Tabla 5. Caudales de diseño..... | 18 |
| Tabla 6. Características del agua residual..... | 18 |
| Tabla 7. Cargas contaminantes. | 18 |
| Tabla 8. Características exigidas del agua del efluente. | 19 |
| Tabla 9. Elección de TTC con chapa perforada..... | 20 |
| Tabla 10. Características dimensionales de TTC elegido..... | 21 |
| Tabla 11. Criterios y ponderaciones consideradas en el análisis AHP..... | 24 |
| Tabla 12. Matriz AHP criterio económico..... | 25 |
| Tabla 13. Matriz AHP criterio técnico..... | 25 |
| Tabla 14. Matriz AHP criterio ambiental. | 26 |
| Tabla 15. Matriz ponderación de resultados..... | 26 |
| Tabla 16. Pérdidas de carga solución Flujo Pistón. | 30 |
| Tabla 17. Cota piezométrica de los elementos de la solución Flujo Pistón..... | 31 |
| Tabla 18. Pérdidas de carga solución Carrusel. | 32 |
| Tabla 19. Cota piezométrica de los elementos de la solución Carrusel..... | 32 |
| Tabla 20. Coeficientes de las acciones para el cálculo estructural. | 35 |
| Tabla 21. Coeficientes parciales de seguridad de los materiales..... | 35 |
| Tabla 22. Equipos mecánicos y consumo energético. | 39 |
| Tabla 23. Consumo energético total y ratios energéticos EDAR. | 40 |
| Tabla 24. Gastos anuales de explotación y mantenimiento de la EDAR..... | 44 |
| Tabla 25. Costo horario de la mano de obra. | 45 |
| Tabla 26. Costo unitario de los materiales..... | 46 |
| Tabla 27. Coste horario de maquinaria. | 46 |
| Tabla 28. Coste de equipos. | 47 |
| Tabla 29. Costo unitario de las unidades de obra civil construidos..... | 48 |
| Tabla 30. Costo unitario de los equipos mecánicos instalados..... | 49 |
| Tabla 31. Medición de las unidades de obra civil requeridas..... | 49 |
| Tabla 32. Medición de la cantidad de equipos mecánicos requeridos..... | 50 |
| Tabla 33. Presupuesto parcial del reactor biológico. | 50 |
| Tabla 34. Presupuesto estimado de la estación depuradora..... | 51 |

Índice de ilustraciones

| | |
|--|----|
| Ilustración 1. Localización geográfica de la EDAR. | 3 |
| Ilustración 2. Coordenadas ETRS89 de Estación de Castejón de Sos. | 10 |
| Ilustración 3. Vista satelital puntos base del levantamiento topográfico. | 10 |
| Ilustración 4. Topografía inicial EDAR. | 11 |
| Ilustración 5. Zona de inundación con periodo de retorno de 500 años. | 12 |
| Ilustración 6. Geomorfología del Valle de Benasque. | 13 |
| Ilustración 7. Geología del Valle de Benasque. | 13 |
| Ilustración 8. Resistencia dinámica del terreno de la EDAR. | 15 |
| Ilustración 9. Temperaturas y precipitaciones medias de Los Pirineos. | 16 |
| Ilustración 10. Características de los compartimentos. | 20 |
| Ilustración 11. Dimensiones de TTC elegido. | 21 |
| Ilustración 12. Esquema de solución Flujo Pistón. | 22 |
| Ilustración 13. Esquema de solución Carrusel. | 22 |
| Ilustración 14. Esquema de elementos solución Flujo Pistón. | 30 |
| Ilustración 15. Esquema de elementos solución Carrusel. | 32 |
| Ilustración 16. Esquema de muros y cimientos del reactor biológico. | 36 |
| Ilustración 17. Esquema de acciones en el muro del reactor. | 37 |
| Ilustración 18. Distribución de acero estructural del muro del reactor biológico. | 38 |



1 CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1 Introducción

El presente proyecto contempla el diseño y la construcción de una estación de depuración de aguas residuales (EDAR) como necesidad de tratamiento de aguas residuales del municipio de Benasque, que actualmente vierte al río Ésera. Dicho proyecto viene siendo parte del Plan de Depuración del Pirineo, el cual es gestionado por el Gobierno de Aragón.

La EDAR tiene provisto cubrir una necesidad de depuración de 9 000 habitantes equivalentes, con una tecnología de aeración prolongada con reactor tipo carrusel. El agua residual vendrá bombeada desde una estación de bombeo EBAR1 con un caudal de diseño, según los requerimientos de contaminación y caudales que indiquen el respectivo estudio. Finalmente se verterá el agua depurada en el río Ésera, bajo las condiciones de concentración de contaminantes exigidos por norma.

En el presente proyecto se desarrollará un estudio detallado de las características y solicitudes de caudales contaminantes, para diseñar el proyecto constructivo y finalmente proponer un plan de inicio de explotación, explotación y cierre al cumplir la vida del proyecto.

1.2 Antecedentes

En el año 2017, el Instituto Aragonés del Agua encargó a la empresa pública “Sociedad Aragonesa de Gestión Agroambiental (SARGA) la elaboración de estudios del territorio del valle de Benasque, principalmente del lote 68 del mismo, con la finalidad de la realización de un proyecto de depuración. Dichos estudios comprenden la caracterización de las aguas residuales, geotecnia, geología, aforos, entre otros. Se subcontrató los estudios geotécnicos por parte de las empresas Control 7 e IGEOSUMA; los estudios de aforo y analítica por parte de AYCON e IPREMA; y el levantamiento topográfico por parte de la empresa Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza.

1.3 Objetivos del proyecto constructivo

El objetivo del presente proyecto es la definición de las obras e instalaciones necesarias para la depuración de las aguas residuales de Benasque (Huesca).

1.4 Descripción de la situación actual

1.4.1 Población e industria.

El municipio de Benasque se considera como un municipio de tamaño pequeño con una población de 2 155 habitantes según el padrón municipal de habitantes del año 2019. En Benasque existe una proporción ligeramente mayor de hombres que mujeres, en particular un 87% de la cantidad de hombres son mujeres. En cuanto a la distribución según edades, la edad media es de 40 años en general, siendo la moda de 35 a 49 años en hombres y 40 a 44 años en mujeres. En cuanto a la población de más de 65 años, se observa solo un 11,6% con respecto a la población total.

La evolución de la población censada se incrementó notablemente hasta el año 2011, desde esa fecha la población de derecho ha sido estable durante los últimos cinco años, con una ligera tendencia decreciente en los últimos años, no debería, por tanto, preverse un aumento de la población de derecho para el futuro a corto-medio plazo, según los datos aportados y según las tasas de natalidad-mortalidad disponibles.

En el presente proyecto se considerará una población máxima estacional de 7 211 habitantes, el cual se comparará con el número de habitantes equivalentes hallados según la carga contaminante.

En cuanto a la industria de Benasque, se observa que el sector con mayor impacto en la economía de Benasque es el de servicios, con un 93,47%. Entre las actividades prestadas destacan la hostelería, actividades deportivas, de entretenimiento y servicios de comidas, por citar algunos.

Para más información sobre la población e industria de Benasque, consúltese el anexo 1 “Población e Industria”.

1.4.2 Red de saneamiento actual.

Previo a la construcción de la EDAR de Benasque, los vertidos se juntan en dos puntos de vertidos principales: dos pozos en el núcleo de Benasque y otro en la EDAR antiguo (ubicada en el núcleo de Linsoles). Los dos pozos de vertidos vierten directamente al río, mientras la EDAR antigua de Linsoles tiene problemas de mantenimiento y desgaste, por lo que no cumple con los requisitos actuales por normativa de vertidos.

Con la construcción de la nueva EDAR se pretende juntar todos los vertidos e incluirlo a los vertidos de las nuevas edificaciones aledañas a la carretera A-131 y también a los vertidos del núcleo de Anciles, con el fin de depurar todo en conjunto. Para tal efecto, se dispondrá de una estación de bombeo EBAR1 (en donde se juntarán todos los vertidos) para bombear el agua residual a la EDAR ubicada a 17,5 metros más alto. Los vertidos del núcleo de Benasque y edificaciones aledañas se transportarán por gravedad en conductores paralelos al río Ésera, Mientras que los vertidos de los núcleos de Linsoles y Anciles se bombeará desde la EBAR2 (construida en el terreno de la antigua EDAR) hasta la EBAR1.

1.4.3 Campaña de aforos y analíticas.

Con motivo de la realización del presente proyecto, se realizan dos campañas de aforo y analíticas por la empresa AYCON S.A. con el objetivo de poder dimensionar adecuadamente la EDAR de Benasque, tras su comparación con los datos estadísticos tratados en los trabajos de gabinete. En el anexo 2 “Caudales y Carga Contaminante” se desarrolla y expone dicho estudio de campaña de aforos y analíticas.

1.4.4 Marco legal.

Para el diseño de la EDAR del municipio de Benasque se tendrá en cuenta toda la normativa vigente en materia de tratamiento de aguas y depuración, tanto a nivel de la Unión Europea como del Estado Español. Dentro de estas normativas se destaca la Directiva 91/271/CEE en la cual se define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de aguas residuales urbanas, así como establece las medidas necesarias que han de adoptarse para garantizar que las aguas residuales tengan un tratamiento adecuado con determinadas características antes de su vertido. La directiva 2000/60/CE “Directiva Marco del Agua” a nivel de Europa indica que se debe lograr un “buen estado” de las aguas superficiales. Finalmente, el Real Decreto 509/1996 de 15 de marzo establece los requisitos de los vertidos de agua residuales. En el anexo 3 “Normativa” se recoge toda la normativa que afecta al presente proyecto.

1.4.5 Estudios previos realizados.

Para la realización del presente proyecto se han consultado y tenido en cuenta varios estudios anteriores, entre ellos:

- Levantamiento topográfico de 1 250 puntos realizado por la empresa Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L.
- Mapas de geología local del Instituto Geológico y Minero de España.
- Estudio geotécnico realizado por la empresa IGEOSUMA S.L. realizado el 2016.
- Estudio geotécnico realizado por la empresa Control 7 realizado en diciembre del 2017.
- Estudio de analítica y aforos realizado por la empresa AYCON S.A. realizado en agosto del 2017.
- Estudio de analítica y aforos realizado por la empresa IPREMA realizado en febrero del 2018.

1.5 Descripción de la obra

1.5.1 Ubicación del proyecto.

El proyecto de la estación depuradora de Benasque se ubicará en España, en la comunidad Autónoma de Aragón, en la provincia de Huesca, comarca de Ribagorza, a 420 metros de distancia del municipio de Benasque.

La elección de los terrenos de la EDAR se ha realizado conjuntamente entre los redactores del proyecto y el ayuntamiento, teniendo en cuenta que la parcela quedase fuera de zona inundable, estuviese relativamente cerca del núcleo urbano, pero sin afectar a la zona de desarrollo, y además minimizar la afección a figuras de protección, concretamente la parcela afecta el LIC “Río Ésera”.

La ubicación de la EDAR se localiza en la Suroeste de Benasque, cerca del río Ésera, aguas abajo del núcleo urbano, a unos 420 m de distancia de este, en la parcela 68 del polígono 1. En cuanto a la referencia catastral de la parcela para la EDAR será 5792108BH9159S0001BG del TM de Benasque. En la siguiente figura se puede observar la ubicación geográfica (color rojo) de la EDAR de Benasque.

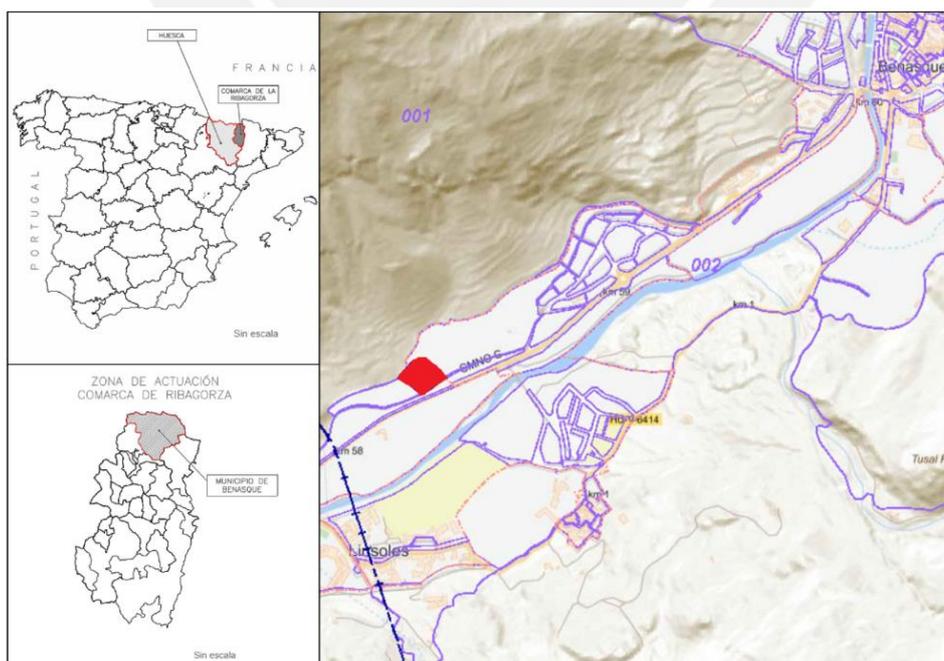


Ilustración 1. Localización geográfica de la EDAR.
Tomado de Sede Electrónica de Catastro, España.

1.5.2 Línea de agua.

El tratamiento de agua consiste en la eliminación de materia orgánica, nitratos, fósforos y otros contaminantes. En la depuradora de Benasque se considera dos líneas por la facilidad que da para el mantenimiento de una, mientras la otra trabaja. Las arquetas son los únicos elementos en los que el agua de las dos líneas se junta. A continuación, se muestra los elementos que conforman la línea de agua.

- Elemento 1: arqueta llegada del efluente
- Elemento 2: pretratamiento compacto
- Elemento 3: arqueta salida pretratamiento
- Elemento 4: arqueta entrada reactor biológico
- Elemento 5: reactor biológico
- Elemento 6: arqueta salida reactor biológico
- Elemento 7: decantador secundario
- Elemento 8: pozo de emisario

En el anexo 19 “Planos” se puede encontrar el plano “Conducciones” donde se esquematiza la distribución de dichos elementos en el terreno de la EDAR, así como las conducciones.

1.5.3 Línea de fangos.

El tratamiento de fangos tendrá los siguientes procesos y operaciones unitarias:

- Espesamiento de fangos por gravedad
- Deshidratación mediante centrífugas
- Almacenamiento y evacuación

En el anexo 19 “Planos” se puede encontrar el plano “Conducciones” donde se esquematiza la distribución de dichos elementos en el terreno de la EDAR, así como las conducciones.

1.6 Descripción de las obras

1.6.1 Obra de llegada.

La obra de llegada consiste en una arqueta de 2 por 4 metros en planta. No se considera un bombeo, ya que la estación de bombeo EBAR1 se encuentra metros debajo de la explanación cruzando la carretera A-131 en dirección a Benasque; dicha estación no se dimensionará en el presente proyecto y, por lo tanto, se considera que el agua llega a la cota 1 117,097 metros sobre el nivel del mar.

1.6.2 Pretratamiento compacto.

Se dispondrá de un pretratamiento compacto, ya que la depuradora es de tamaño pequeño y se estaría sobredimensionando el pretratamiento en caso de diseñarlo bajo estándares y recomendaciones usuales. Se dispondrá de dos pretratamientos compactos, con cuatro módulos de 2 por 1.5 metros en planta y 1.5 de altura, cada uno que tendrán las siguientes funciones, según el catálogo de Hidrometálica de Pretratamientos Compactos:

- Eliminación de sólidos (desbaste o tamizado)
- Eliminación de la arena (desarenado)
- Eliminación de las sustancias grasas (desengrasado)

“El uso de sistemas de pretratamiento compacto simplifica en gran medida las habituales instalaciones efectuadas en hormigón y resulta particularmente interesante en plantas con caudales pequeños y medianos, en los que será suficiente la ejecución de

una losa de hormigón o unos soportes a la altura necesaria para su montaje. La instalación del pretratamiento compacto consistirá en dos partes: Tornillo Tamiz Compactador (TTC); y Planta de Desarenado y Desengrasado (PDD).

Las aguas residuales se introducen desde la tubería a través de la brida de entrada al equipo. Los sólidos que contiene el líquido quedan atrapados en el tamiz y durante su extracción una serie de boquillas de gran eficacia y potencia proceden a su lavado para eliminar la mayor parte de las sustancias existentes.

En la parte superior de la criba se produce la compactación/deshidratación del cribado con la consiguiente y significativa reducción de volumen del mismo antes de su descarga en el contenedor o saco de plástico diseñados a tal efecto. El fluido a filtrar es conducido al tamiz de entrada. Una vez tamizado el efluente, se emplea el primer tercio del tanque en una suave aireación. El vertido tamizado es agitado junto con el aire y las burbujas se adhieren a los sólidos orgánicos facilitando el desemulsiónado y flotación, los cuales se efectúan en los dos tercios restantes del tanque, desprovistos de agitación. Una barredera superficial similar a la empleada en la concentración de grasas permite el rascado de la superficie y eleva las espumas a través de una rampa, consiguiendo de este modo una alta concentración en las espumas extraídas. Las arenas que decantan en el fondo del tanque son transportadas hacia una tolva en el extremo del mismo mediante un tornillo sinfín horizontal. Allí se acumulan hasta que el tornillo elevador de arenas las extrae. El tornillo elevador está anclado sobre la cuba mediante una abrazadera articulada, que permite su ajuste y orientación. Si la instalación se efectúa enterrada donde prolongarse bajo demanda la longitud del mismo para dotar la altura de descarga necesaria.”, según el catálogo de Hidrometálica para Pretratamientos Compactos.

1.6.3 Tratamiento biológico.

La tecnología aplicada en la depuradora de Benasque será de fangos activos, la cual consiste en el desarrollo de un cultivo bacteriano a lo largo de todo un reactor en forma de flóculo, el cual es agitado y aireado. Según la experiencia, este tipo de tecnología es la óptima para el Valle de Benasque, por las características del valle, tales como la relativa baja carga contaminante, pequeña población, falta de disponibilidad de personal cualificado, entre otras.

Las alternativas que se han contemplado en el presente proyecto son el flujo pistón y el carrusel, que en esencia difieren en la configuración de las cámaras anaerobias, anóxicas y aerobias (reactor biológico), ya que los demás elementos son lo mismo con sus mismas dimensiones. En ninguna de las alternativas se previó una cámara anaerobia para la eliminación de fósforo, ya que la baja concentración de este posibilita su eliminación por vía química mediante la adición de reactivo y con esto se evita el costo de la obra civil.

Se vio por conveniente escoger la alternativa de carrusel para la depuradora de Benasque, ya que presente ventajas técnicas, económicas y ambientales. Como principales ventajas del reactor carrusel se puede mencionar las siguientes:

- Mejor calidad de salida
- Menor gasto de oxígeno si se controla bien
- Menor consumo de energía por la ausencia de recirculación interna en tuberías
- Mejor salida de nitrógeno

Se considera dos líneas de tratamiento. Cada línea contará con dos semicírculos a los extremos de radio 5 metros y en el medio un rectángulo de lado 10 metros y 19 metros de longitud, así como la altura del reactor será 5 metros (para facilitar la aeración) con 0.5 metros

de resguardo, con lo anterior se tendrá un volumen de 1 342,7 m³ por cada línea. En el anexo 19 “Planos” se puede observar el plano “Solución carrusel” en el que se muestra la disposición de los elementos y las conducciones. Los equipos que se dimensiona son cinco.

1.6.3.1 Turbocompresor o soplantes.

Se trata de una soplante de potencia de 37 kW de compresores de émbolos rotativos que logran cumplir los requerimientos de oxígeno de cada línea (868,5 m³/hora).

1.6.3.2 Difusores.

Para los difusores se utilizará difusores de 12” de burbuja fina capaces de aportar un caudal de aire de 4,5 m³/hora aproximadamente, con lo cual se deberá disponer de 192 difusores por línea (dos parrillas de 8 por 12 cada una).

1.6.3.3 Vehiculadores.

Para que el fango y agua se mezclen y tengan un flujo deseado, se dispone de vehiculadores tipo banana con diámetro de 1,2 metros y tres palas. Se considera una potencia requerida de 2 W/m³ de reactor, con lo cual se necesita una potencia de 1 342,7 W para cada agitador y serán 2 agitadores por línea.

1.6.3.4 Bomba recirculación de fangos en exceso.

El fango en exceso de los decantadores se bombea hacia el inicio del reactor por necesidades de las bacterias de materia orgánica. La bomba de recirculación interna será una bomba sumergible capaz de recircular 56,25 m³/hora de fango a una altura de 4,05 metros de altura.

1.6.3.5 Bomba dosificadora de FeCl₃.

Este equipo tiene por objetivo la dosificación de reactivo necesario para la precipitación del fósforo por vía química. Se requiere una dosis de reactivo de 0,764 litros/hora por cada línea, con lo cual se empleará una bomba peristáltica de potencia 0.2 kW con un funcionamiento de 24 horas por día.

1.6.4 Decantación secundaria.

Después del reactor biológico, el agua pasa por un decantador en el cual el fango biológico se separa del agua depurada. La mezcla de agua y fango sale de cada línea de reactor biológico por medio de unos vertederos y pasan a una arqueta mediante una tubería de 150 milímetros. En dicha arqueta llega las dos tuberías de 150 milímetros y se junta la mezcla de las dos líneas de reactores, para luego bifurcarse hacia cada decantador secundario por medio de otras tuberías de 150 milímetros. La mezcla de agua y fango llega por la parte inferior del decantador, pasando por unos orificios practicados en la columna central. Las partículas sedimentadas (fangos) se sedimentan en el fondo del decantador y estas son barridas continuamente por unas rasquetas soldadas a un puente giratorio. El decantador secundario también tiene un sistema de barredores superficiales que se encargan de retirar las espumas flotantes y grasas de la superficie. El agua depurada sale por un vertedero a un canal perimetral interior para luego salir mediante una arqueta y unas tuberías de 250 milímetros. El decantador secundario tendrá un diámetro de 11 metros y una altura de 3,5 metros con 0,5 metros de resguardo (en total 4 metros de altura). En fondo de la superficie tendrá una pequeña inclinación

para favorecer el movimiento del fango. El motorreductor de accionamiento del puente será de una potencia de 0,18 kW y la transmisión del movimiento tendrá lugar mediante piñón-rueda imprimiendo una velocidad de 1,2 m/min. La motobomba de evacuación de fangos al espesador será una electrobomba sumergible con un caudal máximo de 50 litros/seg y potencia de 3kW. La motobomba de evacuación de flotantes será un impulsor monocanal abierto con placa base en espiral de potencia 1,2 kW con lo cual se podrá bombear un caudal de flotantes de 10 m³/hora a una altura de 5 metros de columna de agua hacia la cabecera del pretratamiento.

1.6.5 Espesador.

Para el espesamiento de los fangos estabilizados, se ha optado por un espesador por gravedad, cubierto con una membrana de P.R.F.V. para la desodorización, de 4,5 metros de diámetro y 3 metros de altura, los cuales serán de 3,5 metros considerando 0,5 metros de altura de resguardo. La solera del espesador tiene una pendiente hacia el centro, donde se encuentra un tronco de cono central desde donde se extrae el fango espesado.

Para el diseño del espesador se toma los siguientes parámetros de entrada:

- Producción de fangos secundarios: 409,4 kg de sólidos en suspensión por día
- Concentración en la purga: 0,8% (8 kg/m³)

Además, los parámetros de diseño serán los siguientes:

- Carga de sólidos: 35 Cs kg/m². D
- Tiempo de retención: 24 horas

Con todo lo anterior se cumple que el tiempo de retención es de aproximadamente un día (0,93 días) según los cálculos. El caudal de fango espesado será de 9,75 m³/día y el caudal sobrenadante que va a cabecera de la línea de agua será de 41,45 m³/día.

1.6.6 Deshidratación de fangos.

Se prevé una centrifugadora para la deshidratación del fango. La centrifugadora tendrá un rotor cilíndrico horizontal dotado de un tornillo sinfín transportador. El caudal de fango a centrifugar será de 8,15 m³/día y el tiempo de funcionamiento será de 8 horas por día durante cinco días a la semana. Con todo ello, se espera una concentración de fangos de aproximadamente 20 a 25%.

La deshidratación de fango contiene las siguientes instalaciones:

- Bombeo de fangos espesador a la centrifuga
- Acondicionamiento del fango
- Centrifugas
- Almacenamiento de fangos deshidratados

Las dimensiones en planta del edificio de deshidratación serán de 10 metros por 5 metros. Para optimizar la deshidratación de los fangos espesados, se procederá previamente a su acondicionamiento mediante la mezcla con el reactivo polielectrolito convenientemente diluido, que ejercerá de floculante. Este se añade inmediatamente antes de la entrada al elemento de deshidratación. Para el cálculo de la dosis de polielectrolito se realiza a partir de:

- Cantidad de materia seca
- Dosis de polielectrolito (3 kg/tn de materia seca)
- Concentración de la solución del polielectrolito: 1 gr/litro

La dosificación de polielectrolito será de 225 litros por hora considerando un funcionamiento de 8 horas por día y 5 días a la semana, con una bomba tipo membrana.

1.6.7 Edificio de soplantes.

El edificio de soplantes se proyectó según los criterios definidos para edificios industriales:

- La estructura es de concreto armado con cimientos de zapatas aisladas.
- La cubierta es de forma aplanada formada por recrecio de concreto celular, impermeabilizante y capa de grava de tamaño pequeño de 10 centímetros para protección, rematada con un muro perimetral de albañilería.
- El cerramiento de la frentera se realiza con elementos prefabricados de concreto de 20 centímetros de espesor, revestido con mortero de cemento y acabado de pintura de emulsión interior y exteriormente.
- Los marcos de las puertas son en aluminio y los accesos peatonales son metálicas.
- El solado es de hormigón y capa de mortero con material antideslizante.

Las dimensiones en planta serán de 10 metros por 5 metros, en los cuales se instalarán las soplantes para el tratamiento biológico.

1.6.8 Edificio de control.

Está compuesto por dos partes:

- La parte de control formada por: sala de control, despacho laboratorio.
- La parte de personal formada por el comedor, vestuarios de hombres y mujeres con aseos y sala de espera.

Se trata de un edificio de una única planta de forma rectangular de dimensiones de 6 metros por 8 metros. Las características constructivas serán las siguientes:

- Los cimientos se realizarán con zapatas aisladas y vigas de atado, ambos elementos compuestos de hormigón armado.
- El forjado es prefabricado con todos los elementos de hormigón (viguetas y bovedillas).
- El cerramiento se realiza con bloques prefabricados de hormigón de 20 centímetros de espesor.
- Las paredes interiores serán de hormigón de 9 centímetros de espesor.
- Las paredes con acabado de pintura plástica.
- El edificio tendrá falso techo metálico.
- Las ventanas con marco de aluminio.
- Los marcos de las puertas serán de aluminio con acristalamiento, mientras que la puerta será de madera.

2 CAPÍTULO 2: CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

2.1 Cartografía y topografía

El sistema de depuración tiene en cuenta dos estaciones de bombeo EBAR1 y EBAR2, así como la estación propiamente dicha EDAR. Para conocer la topografía y cartografía de los elementos antes mencionados, se requiere un levantamiento topográfico, el cual se realizó por la empresa Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L. con un total de 1 250 puntos referenciados bajo coordenadas UTM. Estos puntos se han levantado con referencia en la coordenada UTM de la estación permanente de Castejón de Sos. En el anexo 4 “Topografía y Cartografía” se pueden encontrar todos los puntos del levantamiento topográfico.

2.1.1 Ubicación.

La ubicación de la EDAR se localiza al norte de la carretera A-139, muy próxima a esta, en el tramo que va de Eriste a Benasque. La EDAR se ubicará a 420 metros aguas del municipio de dicho nombre a aguas abajo en la parcela 68 del polígono 1 en un área de 8 227 m² concretamente en la parcela con referencia catastral 5792108BH9159S0001BG de 8 227 m², de los cuales se destinarán 5 009,23 m² de área de explanada. En el anexo 19 “Planos” se puede encontrar los planos de “Curvas de Nivel”, tanto antes y después del movimiento de tierras. Sus coordenadas geográficas son (UTM ETRS89, huso 31):

- X = 295 214,02
- Y = 4 718 852,96

Dicha parcela se ubica a una altura de entre 1 110 y 1 125 metros sobre el nivel del mar de Alicante. Esto significa que la EDAR estará a 22,5 metros del río Ésera, por lo cual se dispondrá de una estación de bombeo EBAR1 a cinco metros por encima del río Ésera, y en la antigua estación de depuración se construirá la EBAR2. Estas estaciones se conectarán por tres colectores. Tenemos las siguientes referencias catastrales.

Tabla 1. Referencias catastrales de EDAR, EBAR1 y EBAR2

| | |
|-------|----------------------|
| EDAR | 5792108BH9159S0001BG |
| EBAR1 | 5388302BH9157H0021QA |
| EBAR2 | 5684637BH915S0001LZ |

Nota. Fuente propia.

Como se mencionó antes, utilizaremos un sistema de referencia geodésico, en este caso el datum ETRS89, ya que este sistema es el estandarizado y más utilizado en Europa. Para facilitar la referenciación de los puntos del levantamiento topográfico, se tomará como referencia la Red de Geodesia Activa de Aragón (ARAGEA), que es compuesta por veintidós estaciones de referencia, de los cuales nos interesa el más cercano a Benasque. La estación permanente de Castejón de Sos es la indicada, por su cercanía a Benasque, para tomar de referencia los puntos del levantamiento topográfico de la zona en la cual estará la estación depuradora de Benasque. La estación tiene las siguientes coordenadas:

| COORDENADAS ETRS89 | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Cartesianas (x, y, z) | Geográficas (φ, λ, θ) | UTM (x,y,huso) |
| 4709302,4474 | 42° 30' 42,73102" N | 293437,491 |
| 39916,5954 | 0° 29' 8,28263" E | 4709674,843 |
| 4288333,9937 | 957,814 m. | 31 |

Ilustración 2. Coordenadas ETRS89 de Estación de Castejón de Sos.
Tomado de Red de Geodesia Activa de Aragón (ARAGEA).

Seguidamente se estableció cuatro puntos base para cubrir toda el área principal de replanteo, los cuales están referenciados con las coordenadas UTM de la estación permanente de Castejón de Sos (CSOS).

Tabla 2. Coordenadas de puntos base del levantamiento topográfico

| PUNTO | HUSO | X | Y | Z |
|-------|------|-------------|---------------|----------|
| BR01 | 30 | 788 930,056 | 4 722 598,705 | 1 126,79 |
| BR02 | 30 | 788 261,535 | 4 722 243,728 | 1 112,63 |
| BR03 | 30 | 787 882,557 | 4 722 029,956 | 1 105,71 |
| BR04 | 30 | 787 097,397 | 4 721 418,165 | 1 087,92 |

Nota. Fuente propia.

En la siguiente figura se puede observar la fotografía satelital de los puntos base de replanteo.

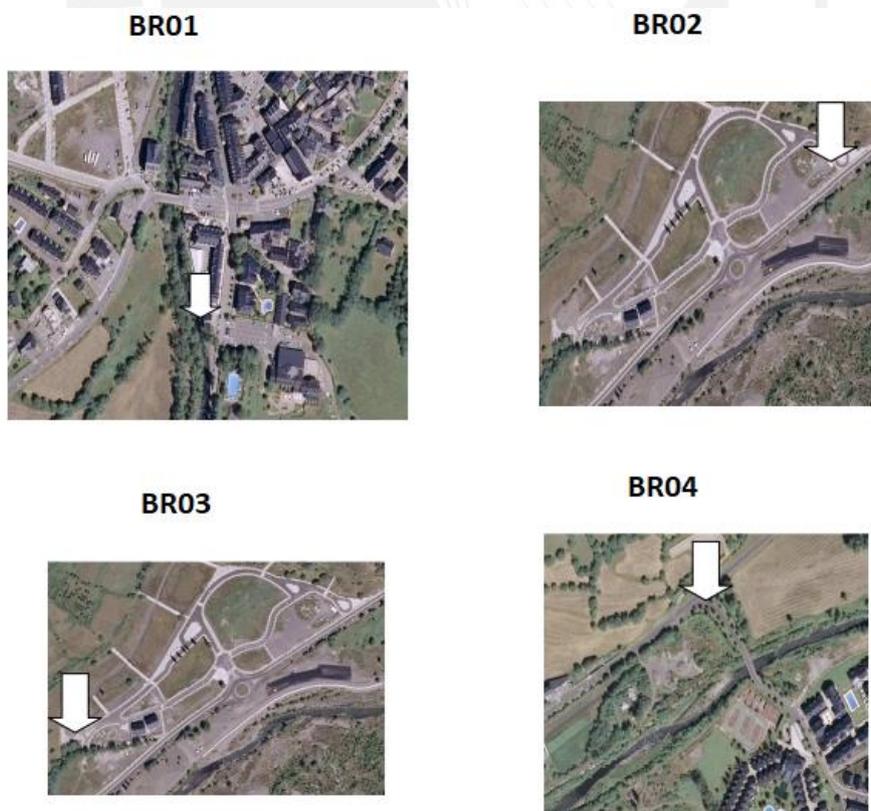


Ilustración 3. Vista satelital puntos base del levantamiento topográfico.
Tomado de "Puntos base", por Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L., 2017.

2.1.2 Topografía del terreno.

La zona de estudio en donde se construirá la EDAR tiene la mayor elevación sobre el nivel del mar de las obras civiles. Esta se ubica en una superficie de pendiente aproximadamente constante como se observa en la siguiente figura. La distancia entre cada curva maestra es aproximadamente 12,5 metros en planta, lo que conlleva a tener una pendiente de 20% en el terreno. La siguiente figura muestra la topografía y curvas de nivel del terreno antes del movimiento de tierras.

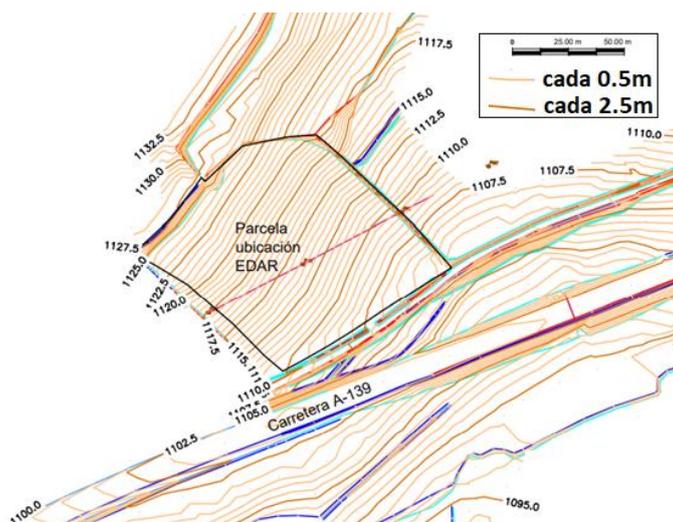


Ilustración 4. Topografía inicial EDAR.

Tomado de "Puntos base", por Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L., 2017.

En cuanto a las cotas a considerar serán las siguientes:

- Cota de explanación EDAR: 1 115 msnm
- Cota de explanación EBAR1: 1 097,5 msnm
- Cota de tubo de vertido al río: 1 095 msnm

2.1.3 Estudio de inundabilidad.

La información se extrae de los mapas de peligrosidad realizados en el marco del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) los cuales se llaman Mapas de Peligrosidad de Riesgo de la demarcación hidrográfica del Ebro. Recordemos que la cota de este proyecto se encuentra en 1 115 metros sobre el nivel del mar y la cota máxima a la cual llega el río en un periodo de retorno de 500 años es 1 095 metros sobre el nivel del mar, según los mencionados mapas. En la siguiente imagen se muestra la zona de inundación para un periodo de retorno de 500 años.



Ilustración 5. Zona de inundación con periodo de retorno de 500 años. Tomado de Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI).

2.2 Geología y geotecnia

Para el análisis de la geología del terreno, se utilizará estudios previos y mapas geológicos, principalmente los mapas del Instituto Geológico y Minero de España. En cuanto a la geotecnia, es obligatorio un trabajo de campo con muestreo y un trabajo en gabinete e interpretación de los resultados. Para este proyecto, la empresa IGEOSUMA S.L. realizó un estudio geotécnico de la zona en 2016, el cual fue complementado por la empresa Control 7 en diciembre de 2017 para comprar resultados. En el anexo 5 “Geología y Geotecnia” se puede encontrar más información sobre este apartado, así como el mapa geológico completo.

2.2.1 Geomorfología.

Para estudiar la morfología de un determinado territorio, es necesario estudiar toda la zona de manera más general, incluyendo un margen más amplio. En este caso, el valle de Benasque está en el corazón del Pirineo a una distancia equidistante del mar Cantábrico y el Mediterráneo. Los Pirineos se componen de una cadena montañosa kárstica con altitudes que van desde los 966 a los 3 400 metros sobre el nivel del mar en su punto más alto. Toda la zona pertenece al Valle del Ebro. La morfología de Benasque se compone de un valle que es rodeado por una cadena de montañas, que da paso al río Ésera entre estas. Este río atraviesa la zona de Benasque, Ansiles y Linsoles; cerca de este existe un embalse que sirve para la regulación de dicha zona. En la siguiente figura se puede observar la morfología descrita líneas arriba, en donde la zona de estudio se encuentra en el valle diferenciada de color azul – celeste enmarcada con un círculo de color negro, así como las distintas alturas indicadas en la leyenda señalada en la parte derecha de la imagen.

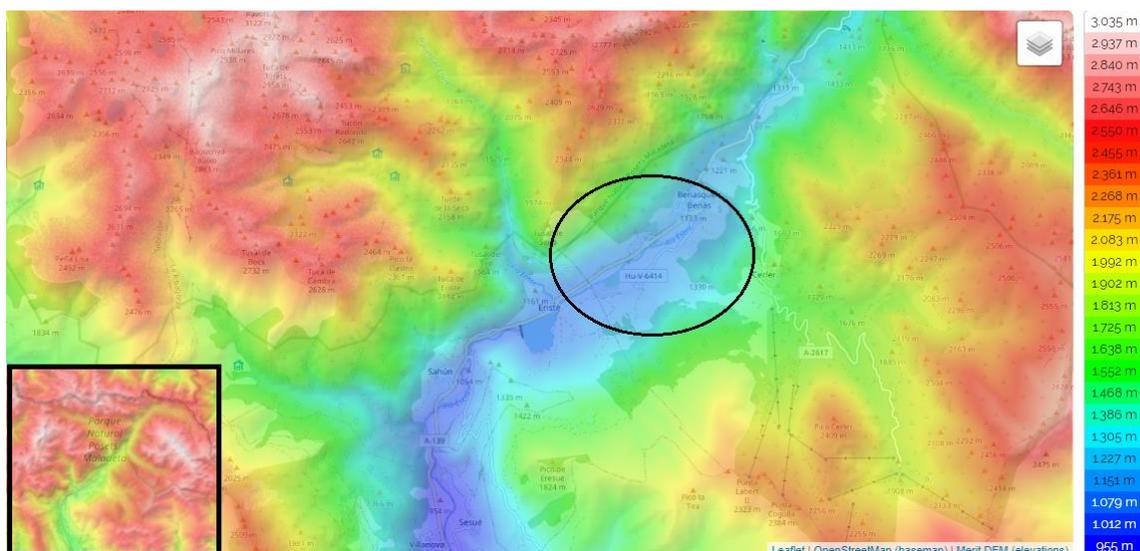


Ilustración 6. Geomorfología del Valle de Benasque.
Tomado de Topographic Map, España.

2.2.2 Geología.

La zona de los Pirineos es un plegamiento relativamente joven de la era Mesozoica que se formó por la colisión de la placa ibérica con la placa europea, dando lugar a la formación de dos cuencas sedimentarias: la cuenca de Aquitana, por el lado francés, y la cuenca del Ebro por el lado español. En esta última, se formó un lago que poco a poco fue descargándose hacia el mar mediterráneo, dejando en su lugar una acumulación de sedimentos en dicha zona. En la era más reciente se formó la superficie kárstica que hoy en día conocemos, debido a la existencia de glaciares que se formaron debido a la altura de la zona montañosa de los Pirineos. En cuanto a la geología existente, se consultó la base de datos del Instituto Geológico y Minero de España, hoja 180 (Benasque), para describir la zona en estudio. En la siguiente ilustración se muestra una parte del mapa geológico de Benasque, en donde se encierra con un círculo negro el área de estudio.

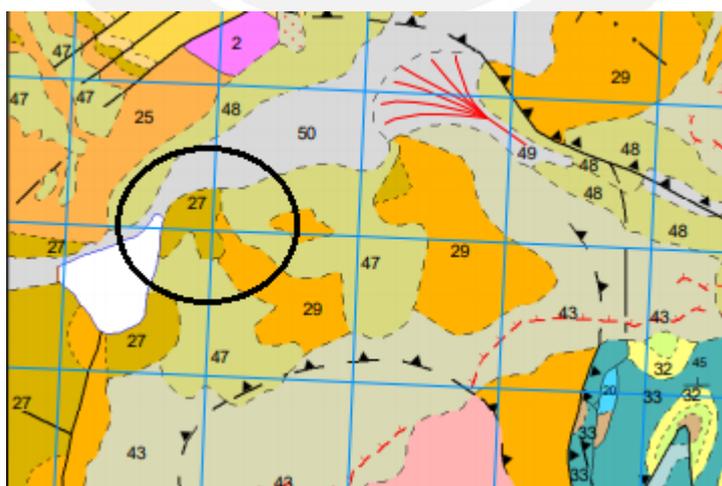


Ilustración 7. Geología del Valle de Benasque.
Tomado de Instituto Geológico y Minero de España, hoja 180 (Benasque).

En la zona de estudio se ha encontrado calizas vesicolores (27), pizarras con microritmos arenosos (29) del Devónico medio. También se observa la existencia de una

geología mucho más joven, del Cuaternario) que son derrubios de ladera, material coluvial y aluvial (47, 48 y 50). Según lo antes mencionado, la zona de Benasque, principalmente el valle donde se encuentra Benasque está formado por materiales coluviales y aluviales que son causa de la erosión de las cadenas montañosas que se abrazan a este valle. El cabalgamiento de las placas ibérica y europea hace ver un afloramiento de una roca de más antigüedad, según se ve en los planos geológicos del IGME. Cabe mencionar que la zona blanca sin numeración observada en el mapa es en donde se ubica el embalse de Linsoles, esto es de gran ayuda al momento de ubicar la zona de estudio con más exactitud. En el anexo 5 “Geología y Geotecnia” se puede observar con más detalle el mapa geológico de la zona 180 (Benasque) con su respectiva leyenda.

2.2.3 Geotecnia.

La empresa Control 7 realizó el estudio geotécnico del terreno en el cual se ubicará la EDAR, EBAR1 y EBAR2. El estudio consistió en la extracción de siete catas alteradas de profundidades que varían desde los 2,1 a los 3,1 metros. Dos catas en el terreno de la EDAR, una cata en cada EBAR y una cata para cada colector. También se realizó ensayos de penetración tipo DPSH uno por cada terreno en donde se construirá la EDAR. Las coordenadas en las que se realizó las catas y ensayos se muestran en la siguiente tabla extraída del estudio geotécnico de Control 7.

Tabla 3. *Coordenadas de los puntos de catas.*

| <i>Punto</i> | <i>USO</i> | <i>Coordenada X</i> | <i>Coordenada Y</i> |
|-----------------|------------|---------------------|---------------------|
| Cata 1 EDAR | 30T | 787.517 | 4.721.831 |
| Cata 2 EDAR | 30T | 787.547 | 4.721.810 |
| Cata 1 Colector | 30T | 787.567 | 4.721.850 |
| Cata 2 Colector | 30T | 788.292 | 4.722.169 |
| Cata 3 Colector | 30T | 788.632 | 4.722.300 |
| Cata 1 EBAR 1 | 30T | 787.733 | 4.721.794 |
| Cata 1 EBAR 2 | 30 T | 787.725 | 4.721.794 |
| P-1 EDAR | 30 T | 787.531 | 4.721.819 |
| P-1 EBAR 1 | 30 T | 787.725 | 4.721.794 |
| P-1 EBAR 2 | 30 T | 787.220 | 4.721.302 |

Nota. Tomado de “Estudio geotécnico de Benasque”, por Control 7.

El trabajo de campo fue realizado en el año 2017 para luego ser ensayados en laboratorio y obtener los parámetros esenciales a la hora de realizar cálculos geotécnicos, como son el ángulo de rozamiento interno, cohesión, densidad, humedad, módulo de deformación, etcétera. Los ensayos realizados en el laboratorio se enumeran a continuación.

- Ensayo de granulometría
- Ensayo de corte directo
- Ensayo de hinchamiento libre en edómetro
- Ensayo de colapso en suelos
- Ensayo de Casagrande

De los ensayos antes mencionados, se puede clasificar el tipo de suelo según la clasificación HRB para, de manera aproximada, saber el comportamiento general como subrasante. También se determinará el potencial de hinchamiento de un suelo, así como el colapso. Seguidamente se determinará la carga de hundimiento del terreno de la EDAR según el ángulo de rozamiento interno, la cohesión y la geometría a considerar del terreno. Se analizará de manera poco detallada la estabilidad de taludes en el terraplén. Finalmente se mencionará detalles puntuales como el nivel freático, la agresividad de los suelos y algunas recomendaciones. A continuación se mencionan los resultados obtenidos de las características del terreno.

La resistencia dinámica se calculó a través del ensayo in-situ de penetración tipo DPSH realizado con una masa de 635 kg y una altura de caída de 76 centímetros. La varilla usada fue un macizo de 32 milímetros de diámetro con una puntaza cilíndrica de base cónica de 20 centímetros cuadrados, 5 centímetros de longitud y con la parte superior en forma de cono de 2.5 centímetros y ángulo en el vértice de 90°. Se utilizó la “Fórmula de los holandeses” para obtener un valor numérico de la resistencia dinámica a lo largo del estrato ensayado. La siguiente imagen muestra dichos resultados en función del número de golpes para penetrar 20 centímetros de estrato.

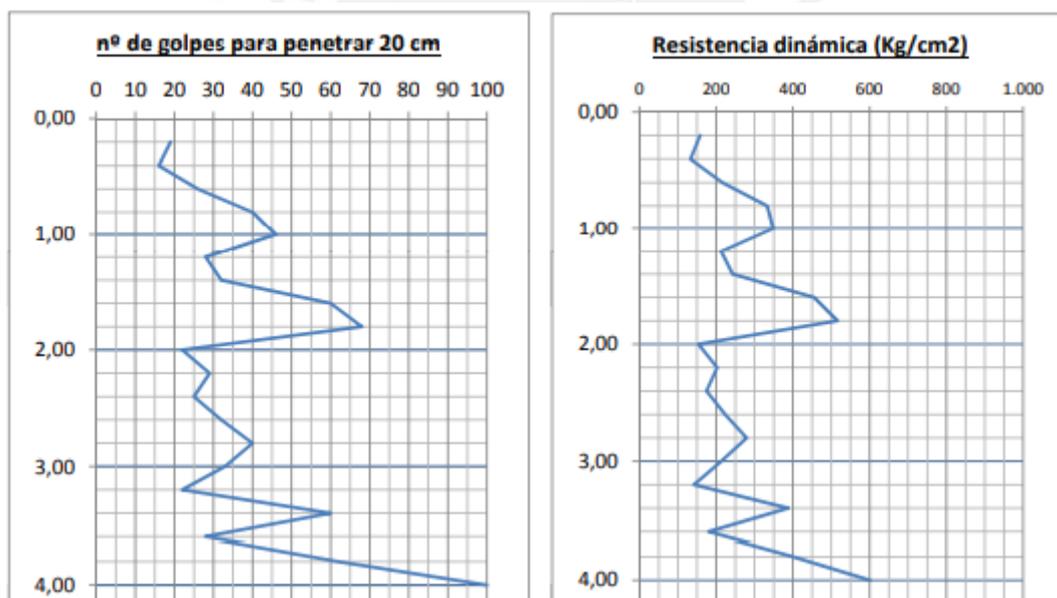


Ilustración 8. Resistencia dinámica del terreno de la EDAR.
Tomado de “Estudio geotécnico de Benasque”, por Control 7.

La geología presente en la EDAR, principalmente se compone de tierra vegetal con un estrato de espesor 0.4 metros y de grava, o unidad geológica coluvial, hasta la profundidad de 4 metros. Después de procesar los datos obtenidos en laboratorio se obtienen las siguientes características geotécnicas de cada unidad geológica (UG), tanto de la unidad geológica coluvial (UGcol) y de la unidad geológica aluvial (UGal), esta última presente en las EBAR.

Tabla 4. Características geotécnicas del suelo de la EDAR y EBAR.

| UG | Ang. de roz. Interno | Cohesión (kg/cm ²) | Módulo de deformación (kg/cm ²) | Peso específico (gr/cm ³) | Hinchamiento | Colapso |
|-------|----------------------|--------------------------------|---|---------------------------------------|--------------|---------|
| UGcol | 11° a 17° | 0,47 | 500 | 1,88 a 1,93 | no | no |
| UGal | 20° | 0,02 | 300 | 1,96 | no | no |

Nota. Fuente propia.

En cuanto a las características adicionales del material del material coluvial y aluvial de edad relativamente joven (cuaternario) son:

- No tiene límite líquido ni límite plástico, por lo tanto, no tiene índice de plasticidad
- La clasificación según la clasificación de suelos HRB es A-1-A, por lo tanto, tiene un comportamiento muy bueno como subrasante.
- Tiene un porcentaje de finos (porcentaje que pasa la malla 0,08 mm) menor a 13,3%

Para la determinación de la carga admisible de la EDAR, consideramos un peso específico de 19,3 kN/m³, un ángulo de rozamiento de 17° y una cohesión de 0,47 kg/cm²; obteniendo una carga de hundimiento de **2 kg/cm²** con las fórmulas empíricas propuestas en el Código Técnico de Edificación. Finalmente, el talud más solicitado es de 9H:13,5V en el emplazamiento el cual logra tener un factor de seguridad de 2,78 según un análisis con ábacos de Hoek y Bray. Recordemos que el factor de seguridad mínimo en proyectos similares es de 1,5.

2.3 Climatología

La zona montañosa de los Pirineos se extiende desde el cabo de Creus, ubicado en la comunidad de Cataluña, hasta unirse con la cordillera Cantábrica, haciendo su paso por las comunidades de Aragón y Navarra. El clima de los Pirineos es de montaña con la tendencia características de temperatura, humedad, vegetación y amplitud térmica propios de montaña. Sin embargo, el clima no es el mismo en toda la extensión de los Pirineos debido a dos factores: La variabilidad de altura y la influencia de los océanos Atlántico y Mediterráneo. En la siguiente imagen se puede observar la temperatura media anual (izquierda) y las precipitaciones totales anuales (derecha) desde el año 1950 hasta el 2010.

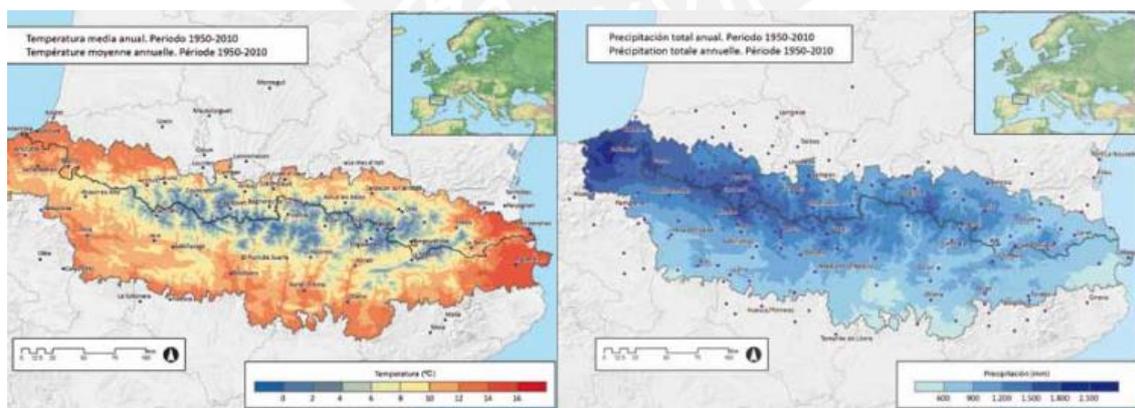


Ilustración 9. Temperaturas y precipitaciones medias de Los Pirineos.

Tomado de "Base de datos y primeros resultados", por El Clima de los Pirineos.

Dentro de los Pirineos se encuentran alturas superiores a los 3 000 metros sobre el nivel del mar con una altura máxima de 3 400 metros (en el pico Aneto). A medida que la altura es

mayor, la temperatura va reduciendo, hasta llegar a menos 23°C en invierno y 16°C en verano de temperatura en promedio. Por otro lado, en la zona de Benasque (ubicada a 1 110 metros) presenta unas temperaturas de 27°C en verano y menos 2°C en promedio.

Por otro lado, el Pirineo es una frontera climática natural entre los océanos Atlántico y Mediterráneo, por lo tanto, el clima es fuertemente condicionado por estos. El primero de estos genera una corriente de aire fría y borrascas provenientes del mar del Norte en combinación con el anticiclón de Azores, lo que provoca una humedad mayor y temperaturas menores en el noreste de los Pirineos. En el sureste de los Pirineos sucede lo contrario, ya que el mar Mediterráneo tiene una temperatura más elevada y débiles corrientes de aire. Este fenómeno se puede observar en la anterior imagen derecha, en donde se observa mayores precipitaciones durante todo el año, llegando a ser entre 2 000 a 2 500 milímetros por año en las montañas del País Vasco, hasta 1 000 a 1 500 milímetros en las zonas con menos borrascas (Cataluña). El clima varía a lo largo de toda la extensión de las montañas pirinaicas dependiendo de la cercanía a la parte noreste o suroeste, asemejándose más conforme se acerca al océano Atlántico o al mar Mediterráneo.

Benasque, en particular, tiene un clima de montaña y valle con unas temperaturas máximas de 27,2° en julio (de media 18,9°) y mínimo de menos 3,4° en diciembre (de media 0,8°). Las precipitaciones máximas registradas son de 120 milímetros durante el mes de marzo y de 756,4 milímetros durante todo el año. En cuanto a la irradiación solar, a Benasque llega 4,8 kWh/m² de media durante un año promedio, lo cual es uno de los lugares con menor irradiación de España, comparándolo con Zaragoza, Cantabria o Tenerife que llega a 5,4 kWh/m². En el anexo 6 “Climatología” se puede encontrar más información de la climatología de Benasque.

2.4 Caudales y carga contaminante

La analítica y el caudal son parámetros fundamentales y básicos en un diseño y dimensionamiento de una estación depuradora de aguas residuales, por tal motivo, es de suma importancia realizar un correcto estudio de las cargas contaminantes a eliminar, así como los caudales máximos, mínimos y un valor representativo. El estudio consiste en realizar un muestreo de los distintos puntos de vertido observados de las localidades del valle de Benasque que serán de requerimiento para la depuradora a dimensionar en el presente proyecto. Se realizaron dos estudios de aforo y analítica en dos años seguidos, pero en distintos meses del año, ya que los requerimientos de depuración son distintos en épocas de mayor afluencia turística, que generalmente es a inicios de año en donde en Benasque se practica muchas actividades como el sky el nieve y montañas. El primer estudio de analítica se realizó en agosto del 2017 por parte de la empresa AYCON S.A, mientras que el segundo estudio se realizó en febrero del 2018 por IPREMA. En el trabajo de campo se fue a la zona de estudio para realizar una toma de muestras integradas proporcional al caudal que se ha transportado al laboratorio, debidamente refrigeradas. También se midió el caudal en cinco puntos vertidos durante dos a tres días. Estos cinco puntos de vertido se mencionan a continuación. Cabe mencionar que en el anexo 2 “Caudales y Carga Contaminante” se puede ver las coordenadas y una foto satelital de su ubicación.

- B-1 Vertido principal – vertido al río
- B-2 Vertido en carretera general dirección a Eriste. Desvío al puente dirección Anciles
- B3 Apartamentos de la carretera de Anciles
- B4 Piscina Municipal

- A1 Anciles

El muestreo se realizó durante un tiempo de tres días ininterrumpidos, en los cuales se muestreó con una frecuencia de una hora exacta. En cuanto a la medida de caudales, se utilizó un caudalímetro portátil, el cual es un instrumento digital que mide la velocidad del fluido y se multiplica por la superficie de sección transversal por la cual circula el fluido de agua residual. En los puntos en los que no se pudo utilizar el caudalímetro, se procedió a calcular el caudal, calculando el tiempo en que se llena un volumen conocido. En este caso, el punto de vertido B3 de apartamentos fue necesario un muestreo manual. Luego de un trabajo de gabinete y procesamiento de datos mediante métodos estadísticos, se obtuvo los valores representativos de los caudales y cargas contaminantes para el diseño de la estación depuradora. Cabe mencionar que se obtuvo el caudal máximo pretratamiento como 5 veces el caudal medio diario, y el caudal máximo después del pretratamiento como 2,5 veces el caudal medio diario. En las siguientes tres tablas se puede observar los valores representativos, para el diseño, de los caudales, concentraciones de los contaminantes y la carga contaminante.

Tabla 5. Caudales de diseño.

| Caudal | Nomenclatura | m ³ /día |
|-------------------------------|--------------|---------------------|
| Medio diario | Qmed | 2 700 |
| Máximo pretratamiento | Qmaxpret | 13 500 |
| Máximo después pretratamiento | Qmaxdespret | 6 750 |

Nota. Fuente propia.

Tabla 6. Características del agua residual.

| Contaminante | Nomenclatura | | Unidad |
|------------------------------|------------------|-----|----------|
| Demanda biológica de oxígeno | DBO ₅ | 200 | mg/litro |
| Sólidos en suspensión | SST | 150 | mg/litro |
| Nitrógeno | NTK | 50 | mg/litro |
| Fósforo | PT | 5 | mg/litro |
| Temperatura | Tverano | 22 | °C |
| Temperatura | Tinvierno | 10 | °C |

Nota. Fuente propia.

Tabla 7. Cargas contaminantes.

| Carga | kg/día |
|------------------|--------|
| DBO ₅ | 540 |
| SST | 405 |
| NTK | 135 |
| Pt | 13,5 |

Nota. Fuente propia.

3 CAPÍTULO 3: DIMENSIONAMIENTO

3.1 Cálculo del proceso línea de agua

El cálculo del proceso de una planta de fangos activos se realiza principalmente bajo las recomendaciones de la norma alemana ATV a-131 del año 2000. Esta norma recomienda criterios en base a estudios experimentales y experiencia en la construcción de este tipo de plantas de fangos activos. Así mismo, se utilizará recomendaciones de experiencia impartidas en el curso de Abastecimiento y Saneamiento del Máster de Caminos. En el anexo 7 “Dimensionamiento” se puede observar el procedimiento detallado y el cálculo por el cual se obtuvo los resultados mostrados en este apartado.

El proceso de dimensionamiento consiste en escoger unos parámetros y dimensiones para los distintos procesos de una depuradora, en función al caudal medio y máximo, así como también las cargas contaminantes más comunes como es la DBO₅, pero también este proceso elimina nitrógenos y fósforos de las aguas. Los parámetros de diseño a utilizar son los mostrados en la sección 2.4 de caudales y carga contaminante. Con dichos parámetros se calcula un total de 9 000 habitantes equivalentes, sabiendo que 1 habitante equivalente es igual a 60 gramos de DBO₅ por día.

El diseño mencionado a continuación tiene como finalidad cumplir la norma española Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, el cual limita la concentración máxima de contaminantes a arrojar al medio ambiente. En la siguiente tabla se resume dichas concentraciones máximas exigidas.

Tabla 8. Características exigidas del agua del efluente.

| Parámetro | Concentración (mg/litro) | Porcentaje de reducción (%) |
|------------------|--------------------------|-----------------------------|
| DBO ₅ | 25 | 70 - 90 |
| DQO | 125 | 75 |
| SST | 30 | 70 |
| PT | 2 | 80 |
| NTK | 15 | 70 - 80 |

Nota. Fuente propia.

La línea de agua empezará con un pretratamiento que consistirá en un pozo de gruesos y bombeo, en los cuales se tratará de quitar las partículas más grandes como troncos de árboles o desperdicios, para luego estos ser retirados con una pala. El agua pasará por unas rejillas grandes hacia un bombeo que la conducirá hacia un desbaste en el cual se filtrará el agua mediante unas rejillas aún más pequeñas, para luego pasar por un desarenado y desengrasado que tendrán como principal función retirar la grasa y arenas que dificultarían el proceso biológico. El agua sale del pretratamiento para entrar en los reactores biológicos (excluyendo un decantador primario) para empezar el proceso biológico con bacterias. Las dos opciones a contemplar serán un proceso de “flujo pistón” o “carrusel”, en los cuales no se considerará reactor anaerobio debido a que no existe demanda de eliminación de fósforo por toma incrementada.

3.1.1 Pozo de gruesos, bombeo y reja de gruesos.

El pozo de gruesos tendrá una altura de 2 metros, una arista de 2,5 metros (siendo cuadrado el pozo), con lo cual obtenemos un volumen de 12,5 metros cúbicos. Con dichos valores se obtiene una velocidad ascensional de 90 metros por hora que está dentro del rango aceptable. En el caso de la reja de gruesos, se dispone de unas rejillas verticales espaciadas cada 10 centímetros de eje a eje y con un espesor de 2 centímetros.

3.1.2 Pretratamiento compacto.

Bajo las mismas recomendaciones y dimensiones mínimas de diseño seguidas en el presente apartado, se procedería a sobredimensionar de la misma manera la reja de finos, el desarenador y el desengrasador, lo que encarecería la obra civil de manera innecesaria, cabe mencionar que estas recomendaciones mínimas son por la facilidad de proceso constructivo y manejo del material (hormigón) en obra, además por las necesidades de espacio para el mantenimiento y no es factible reducir las dimensiones a valores inferiores que los mínimos recomendados. Por lo mencionado anteriormente, se procede a utilizar un pretratamiento compacto prefabricado de tamizado, desarenado y desengrasado.

Para el pretratamiento compacto utilizaremos el catálogo de la empresa Hidro Metálica y el caudal máximo de pretratamiento indicado líneas arriba, el cual se dividirá en dos, ya que se considerará dos líneas de agua para facilidad de operación y mantenimiento.

Para la selección del tamaño y modelo óptima a las necesidades del presente proyecto, se considerará un caudal máximo que más se asemeje al caudal de diseño por cada línea (281,25 m³/hora). Primero se escoge la planta desarenadora y desengrasadora (PDD) en función de dicho caudal por cada línea, con lo cual es idóneo escoger un modelo PDD-M-4 de tamaño medio y con cuatro compartimentos. En la siguiente figura se muestra las dimensiones de cada módulo, así como características del mismo.

| MODELO | MÓDULOS | CAUDAL MÍN. | CAUDAL MÁX. | SOPLANTE | POTENCIA | PRESIÓN | Especificación | PTC-M-"X" |
|------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|--|----------------|
| Referencia | Unidades | m ³ /h (l/s) | m ³ /h (l/s) | m ³ /h | kW | bar | Cota A | 1.530 |
| PDD-M-4 | 4 | 216 (60) | 306 (85) | 55 | 3,3 | 0,4 | Cota B | 1.800 |
| | | | | | | | Cota C | Variable |
| | | | | | | | Altura depósito | 1.985 |
| | | | | | | | Anchura desengrasado | 400 |
| | | | | | | | Ø Entrada agua bruta | Según TTC |
| | | | | | | | Ø Salida agua tratada | DN-300 |
| | | | | | | | Ø Transporte arenas | 200 (pl.60x10) |
| | | | | | | | Ø Extracción arenas | 200 (pl.60x10) |
| | | | | | | | Entrada agua bruta | 1.960 |
| | | | | | | | Salida agua tratada | 1.570 |
| | | | | | | | Salida arenas | Variable |
| | | | | | | | Potencia Transporte | 0,55 KW |
| | | | | | | | Potencia Extracción | 1,1 KW |
| | | | | | | | Potencia Flotados | 0,18 KW |
| | | | | | | | "X" - Número de módulos. | |
| | | | | | | | Cada módulo tiene una longitud estándar de 2 metros. | |
| | | | | | | | Cotas en mm. | |

Ilustración 10. Características de los compartimentos.

Tomado de "Catálogo de Pretratamiento Compacto", por Hidro Metálica.

Seguidamente se escoge el tornillo tamiz compactador (TTC) según la tabla 2.1 y 2.2. del catálogo de Hidro Metálica. En este caso, se considera el TTC con chapa perforada modelo TTC-5-1, con una luz de paso de 1 milímetro, según el caudal por cada línea de diseño. En la siguiente tabla se muestra los distintos modelos de TTC de una luz de paso de 1 milímetro para distintos caudales.

Tabla 9. Elección de TTC con chapa perforada.

| Luz de paso | TTC-2-"X" | TTC-3-"X" | TTC-4-"X" | TTC-5-"X" | TTC-6-"X" | TTC-7-"X" |
|-------------|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| mm | m ³ /h | | | | | |
| 1 | 50 | 90 | 130 | 270 | 360 | 530 |

"X" - Luz de paso, a determinar según caudal.

Nota. Tomado de "Catálogo de Pretratamiento compacto", por Hidro Metálica.

En la siguiente tabla se puede observar las principales características del TTC escogido para la depuradora de Benasque. Estos datos serán útiles más adelante para la cuantificación de la potencia requerida y el consumo energético.

Tabla 10. Características dimensionales de TTC elegido.

| | TTC-5-"X" |
|------------------------|----------------|
| Ø Hélice de entrada | 500x200 |
| Ø Hélice de transporte | 200 (pl.60x10) |
| Longitud reducción | 560 |
| Ø Entrada | DN-300 |
| Potencia | 1,1 KW |

"X" - Luz de paso, a determinar según caudal.
Cotas en mm.

Nota. Tomado de "Catálogo de Pretratamiento compacto", por Hidro Metálica.

En la siguiente imagen se ilustra el TTC escogido con sus respectivas dimensiones en milímetros.

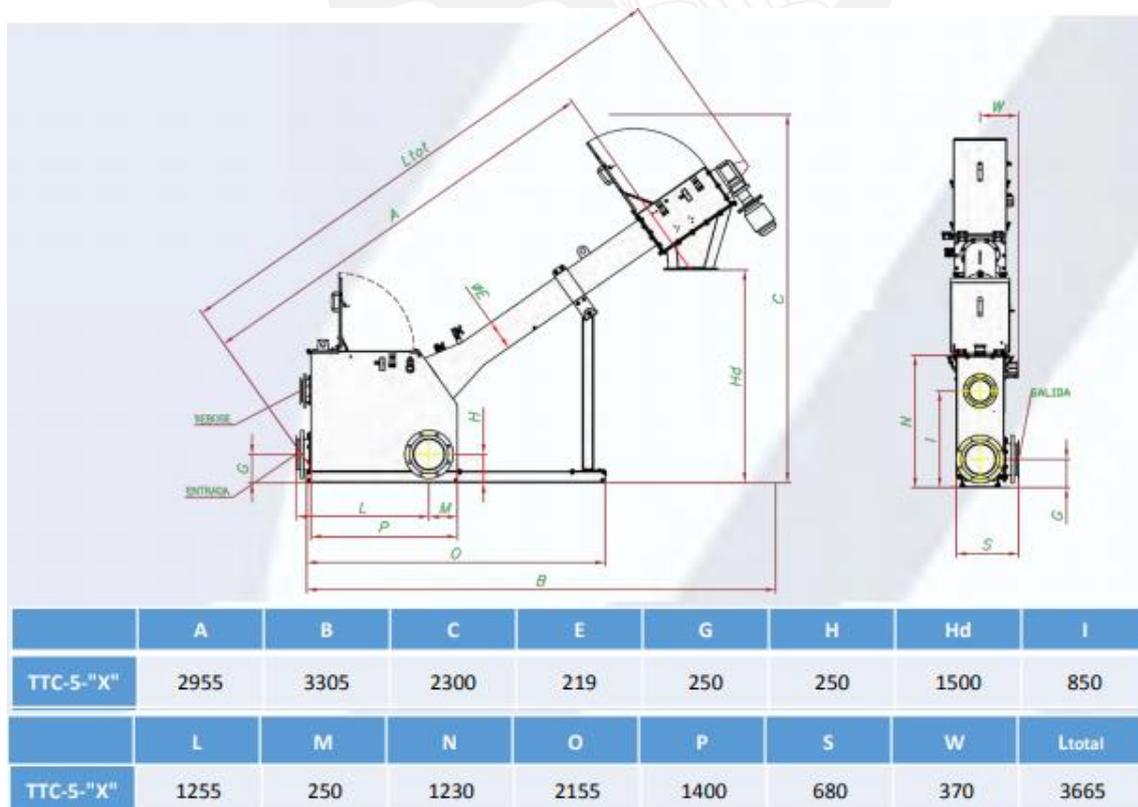


Ilustración 11. Dimensiones de TTC elegido.

Tomado de "Catálogo de Pretratamiento Compacto", por Hidro Metálica.

3.1.3 Tratamiento biológico.

El reactor biológico tendrá la función de degradar la materia orgánica, nitrificar, desnitrificar y eliminación de fosforo mediante adición de reactivos. En las siguientes líneas se dimensionará el reactor biológico y decantador secundario en función de los parámetros de diseño. Todas las recomendaciones y valores típicos fueron tomados del curso Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento, así como la norma alemana ATV a-131. En el anexo 7 “Dimensionamiento” se puede observar el procedimiento detallado y el cálculo por el cual se obtuvo las dimensiones de los reactores y los resultados que se muestran líneas abajo.

Como se mencionó anteriormente, las dos opciones a considerar serán el reactor biológico tipo carrusel y tipo flujo pistón. Ambos tienen ventajas y desventajas que se mencionará más adelante, sin embargo el procedimiento de dimensionamiento del volumen es parecido teniendo en cuenta los parámetros de diseño. La altura recomendada es de 5 metros de reactor para este tipo de proyectos de manera establecida y las dimensiones en planta se acomodan al volumen necesario del reactor obtenido por cálculo, 2 720 m³ para el caso de flujo pistón y 2 685,4 m³ para el caso del carrusel. En la siguiente imagen se observa un esquema de las dimensiones (en metros) en planta de las dos distintas soluciones de reactor biológico.

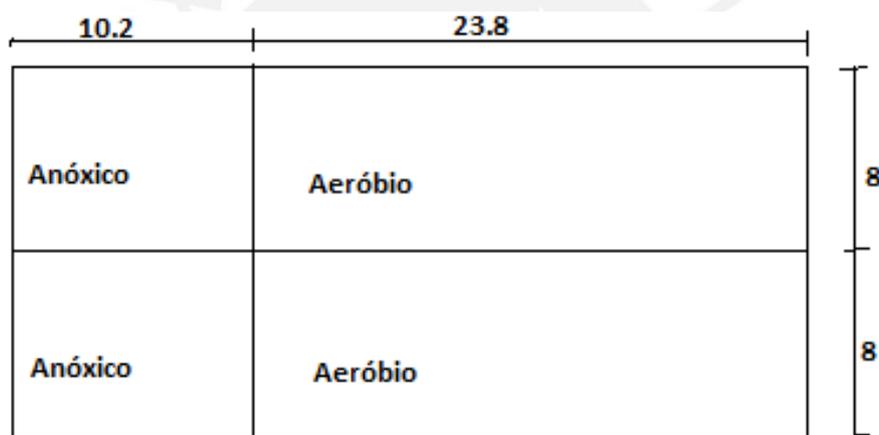


Ilustración 12. Esquema de solución Flujo Pistón.
Fuente propia.

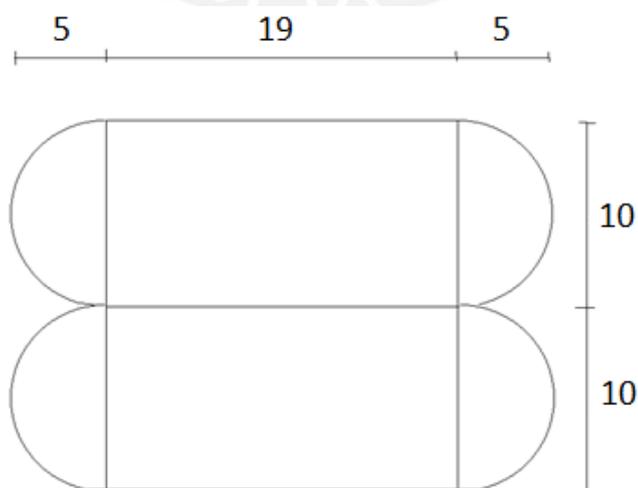


Ilustración 13. Esquema de solución Carrusel.
Fuente propia.

Con las dimensiones y parámetros de diseño se tendrá lo siguiente:

- Amonio a nitrificar: 38 mg/litro
- Nitratos a desnitrificar: 25 mg/litro
- Eliminación de fósforo por vía química: 1 mg/litro
- Producción de fangos: 407,4 kg/día en verano y 427,8 kg/día en invierno
- Necesidades de oxígeno: 956,2 kg O₂/día en verano y 925,3 kg O₂/día en invierno
- Necesidad de hierro: 7.3 kg Fe/día

3.1.4 Decantación secundaria.

Las dimensiones del decantador secundaria se calculan conforme a parámetros estándares y el caudal medio diario. Las dimensiones del decantador secundario serán las siguientes:

- Diámetro: 11 metros
- Altura: 3,5 metros
- Superficie horizontal: 95 metros cuadrados
- Volumen: 332,5 metros cúbicos

3.2 Cálculo del proceso línea de fango

La línea de fango empieza a la salida del decantados secundario, en donde el caudal que no se recircula se trata de espesar en un espesador de gravedad con el fin de reducir su volumen del fango. Seguidamente se reducirá la cantidad de agua del fango mediante una deshidratación con centrifugas.

El único elemento para dimensionar conforme a parámetros de diseño y cálculos será el espesador por gravedad. Dicho elemento tendrá una altura de 3 metros y un diámetro de 4,5 metros teniendo en cuenta una sola línea de fango (un solo espesador). Las centrifugas se dimensionarán en un apartado más adelante, ya que este es un equipo mecánico.

3.3 Estudio de soluciones.

la tecnología para este proyecto es la de fangos activos con eliminación de nitrógenos y fósforos. Este proceso tiene una etapa de pretratamiento, en la cual se separa solidos de gran tamaño, grasas y arenas. Luego está el reactor biológico en el cual se da lugar los procesos biológicos. Finalmente están los procesos de decantación, espesamiento y deshidratación; como parte de la línea de fango. Lo anterior mencionado forma parte del proceso típico de fangos activos, pero existen variantes o distintas configuraciones de cámaras aerobias y anóxicas en el reactor biológico, como son el flujo pistón y el carrusel. También existen variantes en el proceso de eliminación de fósforo, como son la eliminación biológica y química. En este proyecto se contemplaron dos soluciones de reactor biológico: Flujo pistón y carrusel. El resto del proceso será el mismo para ambas soluciones, siendo exactamente igual los demás elementos de la línea de agua y fango.

En cuanto al fósforo que se elimina por vía biológica, este se incorpora de manera directa a la biomasa por la asimilación del fosforo en el crecimiento celular (aproximadamente 1% de la DBO₅); o también se elimina fosforo por toma incrementada gracias a las bacterias PAO. En cuanto al primero, es un proceso que siempre se toma en consideración y sucede en el reactor biológico. En cuanto al segundo, se necesita una cámara anaerobia delante del reactor biológico. Como tercera opción, se puede eliminar fósforo por vía química mediante la adición

de reactivos. Se tiene una concentración de 5 mg/litro de fósforo en el agua residual que llega a la depuradora, esta concentración es relativamente pequeña y se podrá cumplir los requerimientos de concentración de fosforo en el vertido con la asimilación de las bacterias (ese 1% de la DBO5) y una eliminación química con reactivos. Sumado a ello, realizar una toma incrementada con bacterias PAO significaría mayor coste en la obra civil al realizar una cámara anaerobia. En cuanto al punto de aplicación de los reactivos, este será antes del reactor biológico por las siguientes ventajas:

- Menor consumo de oxígeno en el proceso biológico
- Facilidad de aplicación en plantas depuradoras de menor tamaño
- Aumento del rendimiento en eliminación de solidos en suspensión y DBO5
- Menor dosis de reactivo, en comparación a soluciones con distinto punto de aplicación de reactivo

Una concentración de 2 mg/litro es eliminada por vía biológica en el reactor biológico y otros 2 mg/litro son eliminados mediante la adición de reactivos químicos, con lo cual se obtiene una salida en el efluente de 1 mg/litro que significa un valor adecuado según normativa.

Para comparar las dos alternativas utilizaremos el método AHP (Analytic Hierarchy Process). Esta herramienta se emplea para comparar variables cuantitativas y cualitativas de las distintas alternativas frente a determinados criterios. El proceso consiste en realizar una matriz cruzada en la cual se comparará cada alternativa con las demás, para luego normalizar la matriz y obtener la valoración relativa de cada alternativa bajo el criterio analizado. Este proceso se repite para cada uno de los criterios a comparar y finalmente se obtiene una comparación global dándole el “peso” a cada criterio. Los criterios para considerar serán los siguientes, con su ponderación respectiva ponderación:

Tabla 11. *Criterios y ponderaciones consideradas en el análisis AHP.*

| Criterio | Ponderación |
|-----------|-------------|
| Económico | 40% |
| Técnico | 30% |
| Ambiental | 30% |

Nota. Fuente propia.

Dentro del criterio económico se considerará el costo de construcción, el costo de energía y costo de oxígeno necesario. En el criterio técnico se considerará la facilidad de mantenimiento, control del aporte de oxígeno, facilidad constructiva, etcétera. En el criterio ambiental se considerará la calidad de vertido y el impacto ambiental. Cabe mencionar que el análisis AHP debe incluir la alternativa de la no realización del proyecto. A continuación, se mencionarán las principales ventajas y desventajas de ambas alternativas, según apuntes del curso “Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento” de la profesora Isabel del Castillo.

3.3.1 Ventajas y desventajas flujo pistón.

- Ventajas
 - o La solución provee un mayor control del oxígeno aportado
 - o La configuración del reactor evita la aparición excesiva de filamentosas (bulking)
 - o El espacio requerido para la proyección del reactor es menor

- Tiene una mayor facilidad constructiva al ser construido por muros unidamente rectos
- Desventajas
 - La calidad del efluente es menor
 - Pese a que se logra controlar mejor la portación de oxígeno, el oxígeno necesario de aportación es mayor
 - La energía consumida es mayor por las recirculaciones internas

3.3.2 Ventajas y desventajas carrusel.

- Ventajas
 - La calidad del efluente es mayor
 - El gasto de oxígeno es menor cuando se controla bien el flujo
 - La energía consumida es menor por la ausencia de recirculación interna en tuberías
 - Mejor salida de nitrógeno
- Desventajas
 - Control de oxígeno más difícil
 - Favorece el bulking
 - Necesidad de más espacio por la configuración

3.3.3 Análisis multicriterio.

La matriz AHP se debe normalizar con el fin de que la suma del valor promedio sea igual a uno. A continuación, se muestra las matrices de cada criterio, en donde el valor promedio de cada una se utilizará para realizar una ponderación final.

Tabla 12. *Matriz AHP criterio económico.*

| Criterio: Económico | | | | | | | |
|---------------------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|----------------|
| | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 | Matriz normalizada | | | Valor promedio |
| Opción 1 | 1,00 | 0,50 | 3,00 | 0,30 | 0,29 | 0,38 | 0,32 |
| Opción 2 | 2,00 | 1,00 | 4,00 | 0,60 | 0,57 | 0,50 | 0,56 |
| Opción 3 | 0,33 | 0,25 | 1,00 | 0,10 | 0,14 | 0,13 | 0,12 |
| Suma | 3,33 | 1,75 | 8,00 | | | | |

Nota. Fuente propia.

Tabla 13. *Matriz AHP criterio técnico.*

| Criterio: Técnico | | | | | | | |
|-------------------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|----------------|
| | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 | Matriz normalizada | | | Valor promedio |
| Opción 1 | 1,00 | 2,00 | 0,33 | 0,22 | 0,40 | 0,18 | 0,27 |
| Opción 2 | 0,50 | 1,00 | 0,50 | 0,11 | 0,20 | 0,27 | 0,19 |
| Opción 3 | 3,00 | 2,00 | 1,00 | 0,67 | 0,40 | 0,55 | 0,54 |
| Suma | 4,50 | 5,00 | 1,83 | | | | |

Nota. Fuente propia.

Tabla 14. *Matriz AHP criterio ambiental.*

| Criterio: Ambiental | | | | | | | |
|---------------------|----------|----------|----------|--------------------|------|------|----------------|
| | Opción 1 | Opción 2 | Opción 3 | Matriz normalizada | | | Valor promedio |
| Opción 1 | 1,00 | 0,50 | 4,00 | 0,31 | 0,29 | 0,40 | 0,33 |
| Opción 2 | 2,00 | 1,00 | 5,00 | 0,62 | 0,59 | 0,50 | 0,57 |
| Opción 3 | 0,25 | 0,20 | 1,00 | 0,08 | 0,12 | 0,10 | 0,10 |
| Suma | 3,25 | 1,70 | 10,00 | | | | |

Nota. Fuente propia.

Los valores promedio se recogen en la matriz de ponderación, en la cual se toma en cuenta el peso de cada criterio para así obtener una valoración final de cada opción a contemplar. En la siguiente tabla se muestra la matriz de ponderación en la que se resalta de color amarillo el resultado final. En este caso, la opción 2 de reactor biológico tipo Carrusel es la opción elegida.

Tabla 15. *Matriz ponderación de resultados.*

| Resultado | | | | |
|-------------|-----------|---------|-----------|-------|
| Opción | Económico | Técnico | Ambiental | Total |
| Opción 1 | 0,32 | 0,27 | 0,33 | 0,31 |
| Opción 2 | 0,56 | 0,19 | 0,57 | 0,45 |
| Opción 3 | 0,12 | 0,54 | 0,10 | 0,24 |
| Ponderación | 0,4 | 0,3 | 0,3 | |

Nota. Fuente propia.

3.4 Cálculos hidráulicos

Se procederá a desarrollar los cálculos necesarios para el diseño hidráulico de la estación depuradora de Benasque. El parámetro que influye, en gran medida, el diseño hidráulico de una instalación hidráulica con tuberías es la pérdida de carga. Con este parámetro se puede estimar la cota piezométrica que deberá tener el agua al pasar por determinada instalación y tubería con el fin de que exista un flujo con suficiente presión y velocidad que se requiere en cada punto de la instalación. Sabiendo la cota piezométrica en cada punto de la instalación, podremos dimensionar la cota geométrica de cada una de las instalaciones. El cálculo comienza en la cola (aguas abajo) de la línea de agua en donde se coloca el pozo que conecta al emisario que evacua el efluente depurado hacia el río Ésera. Con la pérdida de carga calculada para cada tramo de tubería e instalación se procede a obtener la cota piezométrica en la cabeza de la línea de agua, y con este parámetro se puede saber la altura necesaria de bombeo de agua residual. Cabe mencionar que la estación de bombeo EBAR1 se encargará de proporcionar la altura de agua necesario en la arqueta de entrada al pretratamiento (cabeza de línea de agua) para el correcto funcionamiento de la estación depuradora EDAR. En el proyecto desarrollado, se supondrá de manera provisional un nivel de agua al final de la línea de agua (en el pozo de vertido) que será de 1 113,96 metros sobre el nivel del mar. A partir de dicho

valor, se calculará el nivel de agua en los diferentes elementos y finalmente en la arqueta de entrada al pretratamiento. Finalmente, el diseño antes calculado se acomodará a las exigencias del pretratamiento compacto de cota de funcionamiento. En el anexo 8 “Cálculos hidráulicos” se puede observar con mayor detalle el cálculo de las pérdidas de carga en los diferentes elementos de la depuradora. Los parámetros para realizar el cálculo son los siguientes:

- Cota de la solera del pozo de vertido
- Caudal máximo de pretratamiento
- Caudal máximo después del pretratamiento
- Caudal de recirculación externa de fangos.

3.4.1 Fundamento teórico.

Los cálculos de la pérdida de carga se dividen en tren dependiendo de la naturaleza de la instalación o equipo hidráulico.

- Pérdidas de carga en canales y tuberías
- Creación y pérdidas de carga en las conexiones entre tanques
- Pérdida de nivel en vertederos.

3.4.1.1 Pérdidas de carga en canales.

La ecuación de Manning es útil para calcular la pérdida de carga en un canal en donde el fluido recorre libremente con una presión absoluta igual a la presión atmosférica en la superficie. En este caso, la pérdida de carga dependerá de la rugosidad del material a emplear (generalmente hormigón en canales) en el canal, el cual viene representado por el coeficiente de Manning “n”.

$$h = \frac{n^2 \cdot v^2}{R_h^3} \cdot L \quad (1)$$

Siendo:

h = Pérdida de carga (m.c.a.)

L = Longitud del canal (m)

v = Velocidad de agua en el canal (m/s)

n = Coeficiente de Manning (0,014 para el hormigón)

R_h = Sección mojada/Perímetro mojado

Sección mojada = Ancho x Calado

Perímetro mojado = Ancho + (2 x calado)

3.4.1.2 Pérdidas de carga en tuberías a sección llena (a presión).

En las tuberías a presión, las pérdidas de carga se producen principalmente por la fricción existente entre el fluido y la tubería. Esta fricción dependerá del régimen al cual el agua fluya, mediante el número de Reynolds; y del material. Este factor de fricción “f” se calcula mediante la fórmula de Colebrook-White. La fórmula de Darcy-Weisbach será utilizada para calcular la pérdida de carga en tuberías a presión.

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (2)$$

Siendo:

h = Pérdida de carga por fricción (m.c.a.)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

v = Velocidad media del fluido (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

f = Factor de fricción de Darcy (adimensional)

El factor de fricción es función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la tubería, parámetro que da idea de la magnitud de las asperezas de su superficie interior. Este factor será calculado mediante la fórmula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{K_s}{3,71D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right) \quad (3)$$

Siendo:

K_s = Coeficiente de rugosidad del material de la tubería (m). Se pueden tomar los siguientes valores para este coeficiente:

Plástico: 0,0015 mm

Acero: 0,06 mm

Fundición: 0,3 mm

Hormigón: 0,5 mm

Re = Número de Reynolds. El número de Reynolds se determina con la expresión:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu} \quad (4)$$

Donde:

v = Velocidad media del fluido en la tubería (m/s)

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m²/s) = 1,31 x 10⁻⁶ a 10 °C

D = Diámetro interior de la tubería (m)

3.4.1.3 Pérdidas de carga localizadas.

Las pérdidas de carga localizadas se originan por fenómenos de turbulencia cuando el fluido pasa por puntos singulares. Debido al carácter del fluido y de los puntos singulares (cambios de dirección, juntas, codos, derivaciones, etc) es complicado determinar con una fórmula empírica la pérdida de carga, por lo que se considera como un porcentaje de la pérdida total de la conducción o de forma proporcional al término de la energía cinética que tiene el fluido al pasar por determinado punto singular. En este caso se calculará la pérdida de carga localizadas mediante este último mecanismo, según la siguiente expresión.

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2g} \quad (5)$$

Siendo:

h : pérdida de carga (m.c.a.)

v : velocidad media del fluido en la tubería (m/s)

g: aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

K: coeficiente de la singularidad

Los distintos valores de K están contrastados por experiencia y pueden utilizarse los siguientes valores:

Paso por compuerta: k = 0,3

Estrechamiento brusco (ganancia de velocidad): k = 0,5

Ensanchamiento brusco (pérdida de velocidad): k = 1

Salida de arqueta por orificio sumergido: k = 0,62

Codo 90°: k = 0,33

Codo 60°: k = 0,22

Codo 45°: k = 0,17

3.4.1.4 Pérdidas de carga en orificios sumergidos.

Consideramos como orificio sumergido al conjunto de un depósito, embalse, tubería o canal; y una derivación, con la principal característica de que la derivación debe tener un perímetro totalmente mojado. La pérdida de carga viene dada por la siguiente expresión.

$$h = \left(\frac{Q}{K \cdot S}\right)^2 * \frac{1}{2 \cdot g} \quad (6)$$

Donde:

Q: Caudal que atraviesa el orificio (m³/s)

K: Coeficiente (K = 0,62)

S: Sección transversal al flujo del orificio (m²)

g: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

h: Pérdida de carga en el orificio (m.c.a.)

3.4.1.5 Pérdidas de nivel en vertederos rectangulares de pared delgada.

Se utilizará la fórmula de Bazin

$$q = 0,415 \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2} \quad (7)$$

Siendo:

q = Carga de salida por vertedero (m³/s.m) (Q/L)

h = Altura de la lámina de agua (m.c.a.)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

3.4.2 Consideraciones generales.

Para estimar el diámetro de la tubería o las dimensiones del canal, se considerará una velocidad máxima que pasar determinada sección sabiendo que el caudal debe ser constante e igual al de diseño considerado para cada tramo de conducción. Esta velocidad máxima será:

| | |
|--------------------|--|
| Tuberías de agua: | v < 2 m/s para el Q _{max,pretratamiento} |
| | v < 1 m/s para el Q _{max, después pretratamiento} |
| Tuberías de fango: | v < 1,5 m/s |
| Tuberías de aire: | v < a 20 m/s. |

Canales : $v < a 1 \text{ m/s}$ para Q_{\max}

Las fórmulas de pérdida de fricción antes mencionadas dependen todas de un parámetro que cuantifique la rugosidad de las tuberías. Las tuberías que se utilizara serán:

- Policloruro de vinilo rígido (PVC-U)
- Fundición dúctil para saneamiento
- Hormigón en masa y armado
- Gres vitrificado

3.4.3 Solución flujo pistón.

Partiremos del esquema general en planta de la línea de fango propuesta en la depuradora, en la cual se indica los elementos en los cuales se considerará que hay una pérdida de carga, tanto longitudinal como puntual. En la siguiente ilustración se puede observar un esquema general de la planta depuradora con reactor biológico tipo flujo pistón.

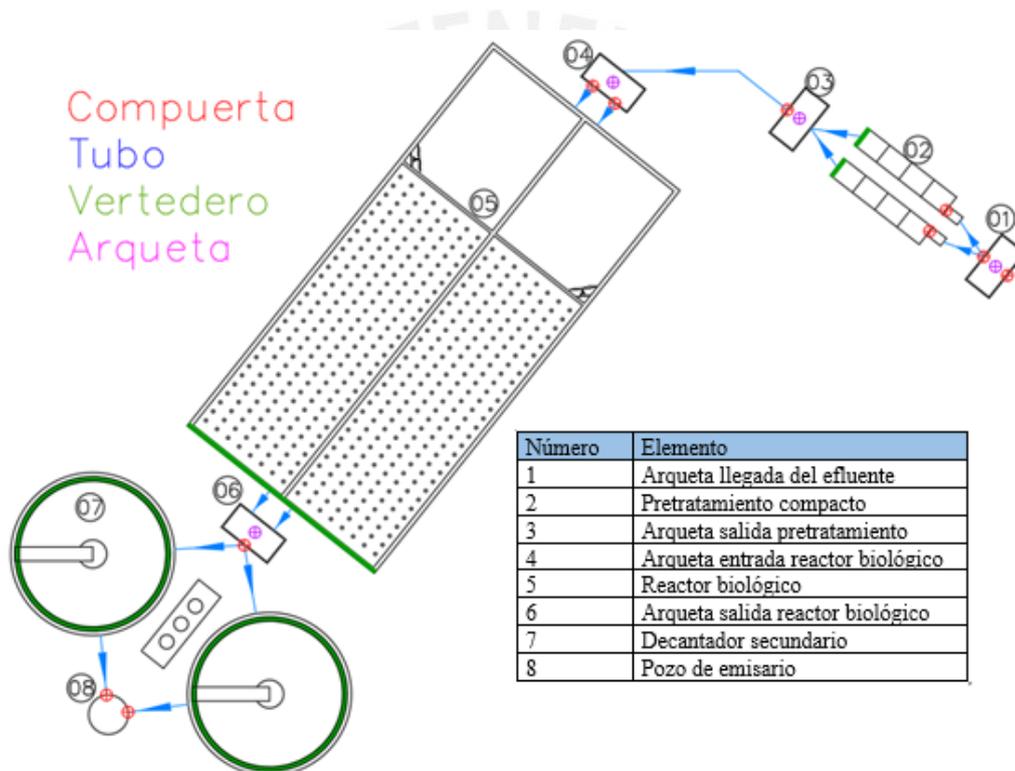


Ilustración 14. Esquema de elementos solución Flujo Pistón

Fuente propia.

Las pérdidas de carga las cuantificaremos por tramos de tuberías, canales y demás accesorios que una cada elemento se muestra en la siguiente tabla. Con unidades de metros de columna de agua.

Tabla 16. Pérdidas de carga solución Flujo Pistón.

| Tramo | Pérdidas parciales (m) | Pérdidas totales (m) |
|----------------|--|----------------------|
| Elemento 8 a 7 | $0,0112+0,0379+0,2+0,0114+0,0189+0,0576+0,2$ | 0,537 |
| Elemento 7 a 6 | $0,0592+0,0979$ | 0,1571 |
| Elemento 6 a 5 | $0,0113+0,0597+0,01919+0,2$ | 0,2902 |

| | | |
|----------------|----------------------------------|--------|
| Elemento 5 a 4 | 0,00573+0,0583 | 0,064 |
| Elemento 4 a 3 | 0,0246+0,0662 | 0,0908 |
| Elemento 3 a 1 | 0,0398+0,1293+0,39+0,0331+0,1035 | 0,6957 |

Nota. Fuente propia.

La cota piezométrica que se tendrá en los elementos se muestra en la siguiente tabla, con unidades de metros sobre el nivel del mar.

Tabla 17. Cota piezométrica de los elementos de la solución Flujo Pistón.

| Número | Elemento | Cota piezométrica (m) |
|--------|---|-----------------------|
| 9 | Salida del efluente | 1 113,960 |
| 8 | Pozo de emisario | 1 114,000 |
| 7 | Decantador secundario | 1 115,800 |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico | 1 115,956 |
| 5 | Reactor biológico | 1 116,246 |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico | 1 116,310 |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento | 1 116,401 |
| 1 | Arqueta llegada del efluente al pretratamiento compacto | 1 117,097 |

Nota. Fuente propia.

3.4.4 Solución carrusel.

Se procede con la misma metodología que en el caso de la solución flujo pistón. Los elementos que no colindan con el reactor biológico se mantendrán con la misma configuración, elementos y pérdidas de carga. Los elementos que cambiarán de configuración serán:

- No se dispone de tuberías que conecten la arqueta de entrada al reactor y el mismo reactor
- El vertedero de salida del reactor reduce su longitud notablemente

En la siguiente ilustración se puede observar un esquema general de la planta depuradora con reactor biológico tipo carrusel.

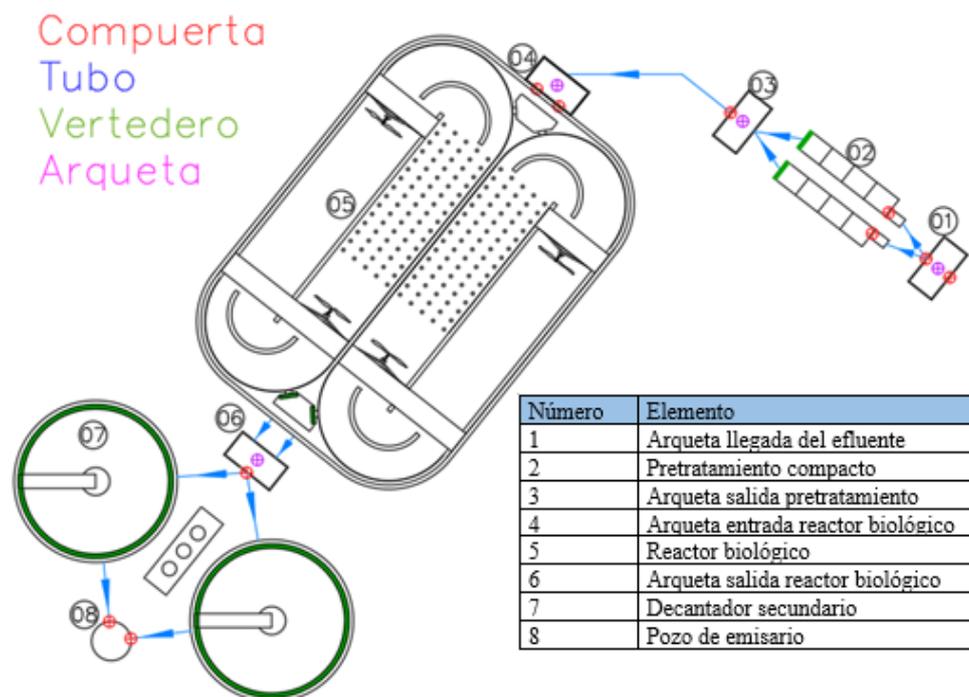


Ilustración 15. Esquema de elementos solución Carrusel.

Fuente propia.

Las pérdidas de carga las cuantificaremos por tramos de tuberías, canales y demás accesorios que una cada elemento se muestra en la siguiente tabla. Con unidades de metros de columna de agua.

Tabla 18. Pérdidas de carga solución Carrusel.

| Tramo | Pérdidas parciales (m) | Pérdidas totales (m) |
|----------------|--|----------------------|
| Elemento 8 a 7 | $0,0112+0,0379+0,2+0,0114+0,0189+0,0576+0,2$ | 0,537 |
| Elemento 7 a 6 | $0,0592+0,0979$ | 0,1571 |
| Elemento 6 a 5 | $0,0113+0,0597+0,0645+0,2$ | 0,3355 |
| Elemento 5 a 4 | 0,0583 | 0,0583 |
| Elemento 4 a 3 | $0,0246+0,0662$ | 0,0908 |
| Elemento 3 a 1 | $0,0398+0,1293+0,39+0,0331+0,1035$ | 0,6957 |

Nota. Fuente propia.

La cota piezométrica que se tendrá en los elementos se muestra en la siguiente tabla, con unidades de metros sobre el nivel del mar.

Tabla 19. Cota piezométrica de los elementos de la solución Carrusel.

| Número | Elemento | Cota piezométrica (m) |
|--------|-----------------------|-----------------------|
| 9 | Salida del efluente | 1 113,960 |
| 8 | Pozo de emisario | 1 114,000 |
| 7 | Decantador secundario | 1 115,759 |

| | | |
|---|-----------------------------------|-----------|
| 6 | Arqueta salida reactor biológico | 1 115,916 |
| 5 | Reactor biológico | 1 116,251 |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico | 1 116,310 |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento | 1 116,401 |
| 1 | Arqueta llegada del efluente | 1 117,097 |

Nota. Fuente propia.

3.5 Cálculos estructurales

El cálculo estructural es de suma importancia en un proyecto civil, ya que asegura la seguridad estructural y funcional del proyecto a lo largo de su vida útil. Los proyectos civiles que tienen como finalidad en manejo de agua, como por ejemplo las estaciones depuradoras, deben asegurar unas características de estanqueidad, resistencia y durabilidad en el tiempo, con el fin de que la obra cumpla con los requerimientos normados.

El diseño estructural de una EDAR tiene que hacer enfoque en la seguridad que debe tener la estructura frente a las distintas solicitaciones de carga o esfuerzo, también debe enfocarse en la durabilidad del refuerzo o en la fisuración. Es por ello que el cálculo estructural de una EDAR se dimensiona también con parámetros que asegura una fisuración máxima para asegurar la estanqueidad del reactor. En el anexo 9 “Cálculos estructurales” se puede observar con mayor detalle el proceso de cálculo para obtener las cuantías señaladas en este apartado. Los cálculos se basarán en las recomendaciones de la normativa vigente en España, los cuales se menciona a continuación.

- Código técnico de Edificación
- EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural
- Eurocódigo

3.5.1 Acciones a considerar e hipótesis.

Una acción es una fuerza que trata de desestabilizar la situación de equilibrio de una estructura. Pueden variar de magnitud, pero para considerarla o no en el análisis estructural se valorará la frecuencia con que actúa dicha solicitación. Las solicitaciones pueden clasificarse según la frecuencia en la que actúan:

- Acción permanente (G): Son aquellas en las que la magnitud puede variar y actúa en todo instante en la estructura.
- Acciones variables (Q): Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura.
- Acciones accidentales (A): Aquellas con una magnitud importante, pero con una probabilidad de ocurrencia pequeña.

Una solicitación a la estructura, que no es generada por la aplicación directa de una fuerza, es la deformación impuesta (asientos, retracción, etcétera). Según la ley de Hooke, las deformaciones y es esfuerzo aplicado son proporcionales, y al experimentar uno, se genera el otro. Las cargas o solicitaciones que se considerará serán:

- El empuje del agua
- El empuje lateral del terreno
- La subpresión

En cuanto a las hipótesis de cálculo, consideraremos dos fundamentales en las cuales basaremos el cálculo

- Hipótesis 1: Considerar el empuje hidrostático (reactor totalmente lleno), pero no el empuje exterior del terreno. En tanques se produce un empuje del agua sobre las paredes interiores.
- Hipótesis 2: Considerar el empuje del terreno sobre los muros del reactor y la cimentación, pero no el empuje hidrostático interior (situación de reactor vacío). El terreno más el agua del nivel freático, en su caso, empuja sobre la cara exterior de las paredes del tanque.

En cuanto a solicitaciones variables, el efecto sísmico no se considera, ya que no es considerable es peligro sísmico analizado en el anexo 4 de topografía y cartografía. El efecto del viento tampoco se considerará, debido a que el elemento a analizar se encuentra parcialmente enterrado y tiene una altura respecto al suelo no considerable para el cálculo.

3.5.2 Requisitos de la estructura.

Dentro de los principales requisitos de la estructura, conforme con la norma EHE-08, y con el fin de garantizar la seguridad se deberán cumplir los siguientes requisitos:

- La estructura deberá soportar solicitaciones que podrían presentarse durante la vida útil de la obra. La seguridad y funcionalidad estructural deberá estar presente tal que reduzca a límites aceptables el desplazamiento y mal comportamiento mecánico frente a tales solicitudes.
- La estructura deberá ser segura en circunstancias de incendios y deberá reducir los daños que puedan sufrir las personas dentro de la estructura.
- Se deberá reducir a límites aceptables el impacto contra el medio ambiente que puedan producir la ejecución de las obras.

Para cumplir los requisitos antes mencionados, se deberá cumplir con los parámetros de la norma vigente para el diseño estructural. Para tal caso, se deberá fijar la vida útil de la obra a realizar, la cual será de 50 años según el artículo 5 de la norma EHE-08.

3.5.3 Exposición ambiental.

La tabla 8.2.2 de la norma EHE-08 indica la clasificación que se tendrá en cuenta para clasificar la exposición ambiental. El ambiente se trata de una instalación de tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media, por lo tanto, la clasificación será “IIIc Qb”. En el anexo 9 “Cálculos estructurales” se puede mostrar las tablas utilizadas.

3.5.4 Fisuración máxima.

Dentro del artículo 5 de la EHE-08 se puede encontrar las exigencias de aptitud al servicio, en la cual se exige una fisuración máxima para el hormigón con el fin de que tenga cierta estanqueidad y no penetre el agua al acero estructural. Se observa que la fisuración máxima es de 0,1 milímetros.

3.5.5 Hipótesis de carga.

Las acciones a considerar, como ya se mencionó líneas arriba, serán la supresión, empuje de agua y del terreno. Estas acciones son de frecuencia variable, ya que no siempre estará al mismo nivel el agua en el reactor, además siempre se tendrá que vaciar el reactor para realizar el mantenimiento oportuno, en el cual el empuje del terreno y la subpresión tomarán mayor importancia.

Para el cálculo estructural, consideraremos tres acciones como variables en situación persistente, con lo cual tendremos un coeficiente parcial de 1,5 cuando el efecto sea desfavorable y de 0 cuando sea el efecto favorable. La siguiente tabla extraída de EHE-08, del artículo 12 muestra los coeficientes a considerar.

Tabla 20. *Coefficientes de las acciones para el cálculo estructural.*

| TIPO DE ACCIÓN | Situación persistente o transitoria | | Situación accidental | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Efecto favorable | Efecto desfavorable | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
| Permanente | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,35$ | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,00$ |
| Pretensado | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ |
| Permanente de valor no constante | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,50$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ |
| Variable | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,50$ | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,00$ |
| Accidental | - | - | $\gamma_A = 1,00$ | $\gamma_A = 1,00$ |

Nota. Tomado de “Artículo 12”, por Instrucción de Hormigón Estructural.

3.5.6 Coeficientes parciales de seguridad de los materiales.

Cuando se está estudiando el caso de estados límite últimos, los coeficientes de seguridad se aplican a los materiales, reduciendo su magnitud de resistencia. Este fenómeno es debido a que hay una cierta incertidumbre en la resistencia del material, por ejemplo, cuando se vacea hormigón, la resistencia no siempre será la especificada, esta podrá variar pudiendo ser mayor o menor. En el artículo 15 de la EHE-08 se muestra los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para estados límite últimos que se muestra en la siguiente tabla. Cabe mencionar que para los cálculos de estado límite de servicio, estos coeficientes serán igual a uno.

Tabla 21. *Coefficientes parciales de seguridad de los materiales.*

| Situación de proyecto | Hormigón γ_c | Acero pasivo y activo γ_s |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Persistente o transitoria | 1,5 | 1,15 |
| Accidental | 1,3 | 1,0 |

Nota. Tomado de “Artículo 12”, por Instrucción de Hormigón Estructural.

3.5.7 Recubrimientos mínimos y geometría provisional.

Bajo recomendaciones dadas por experiencia de diseño de reactores biológicos en proyectos similares del curso “Abastecimiento y Saneamiento” del Máster de Caminos, el recubrimiento es de 5 cm considerando desde el eje de la armadura más cercana a la superficie hasta la superficie más cercana. En la siguiente imagen se muestra un esquema de la geometría del muro del reactor, considerando un terreno bueno y nivel freático inexistente.

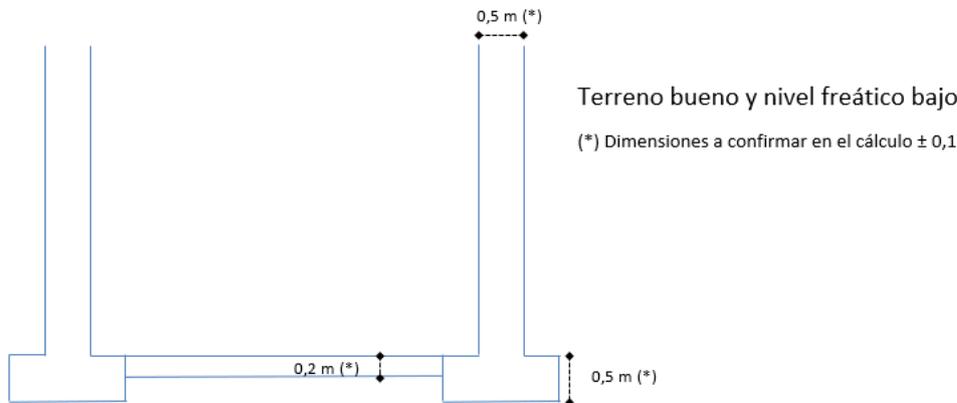


Ilustración 16. Esquema de muros y cimientos del reactor biológico.
Fuente propia.

3.5.8 Cuantías mínimas.

La norma EHE-08 plantea una fórmula que deberá cumplir nuestra estimación de cuantía de acero. Sin embargo, la norma también indica una tabla en la cual indica una cuantía mínima en función de la sección transversal. En el presente documento se verificará la cuantía mínima por las dos maneras. En el anexo 9 “Cálculos estructurales” del presente documento se puede observar la tabla en mención. Si consideramos una sección transversal de un metro de longitud y 0,5 metros de espesor, tendremos un área de 5 000 centímetros cuadrados de sección. Aplicando a lo anterior la fórmula de la norma se tendrá la siguiente cuantía mínima para un muro

$$\text{Armadura vertical: } A_{s1} > 0.09\% * A_c = 4,5 \text{ cm}^2$$

$$\text{Armadura horizontal: } A_{s1} > 0.32\% * A_c = 16 \text{ cm}^2$$

3.5.9 Armadura necesaria en base a cálculo estructural.

Las solicitaciones del empuje hidrostático y del terreno generan un momento, y por lo tanto un esfuerzo de flexión, este a su vez genera una grita que se deberá calcular por fórmulas empíricas, según norma. La compresión generada por el peso del muro no se considerará, ya que es una acción estabilizadora. La subpresión no se considerará en el cálculo, ya que no se encontró nivel freático en el emplazamiento de la obra.

La metodología para calcular la cuantía de acero se basa en fórmulas para resistir la solitud de flexión, luego un cálculo de la fisuración mediante fórmulas empíricas en base a la cuantía antes calculará por flexión. Finalmente se considerará la cuantía mínima para definir la cuantía de la sección.

Se tiene un muro de 50 centímetros de espesor y de en el cual el agua está dentro del reactor con una altura de 5 metros con el nivel de agua a la cota 1 116,251 metros sobre el nivel del mar, y por otro lado, el nivel del terreno está a 1 115 metros. Estas cotas son resultado del dimensionamiento y cálculo hidráulico, los cuales se desarrollaron en apartados anteriores. En

la siguiente imagen se puede observar un esquema de las acciones de empuje, tanto del agua como del terreno.

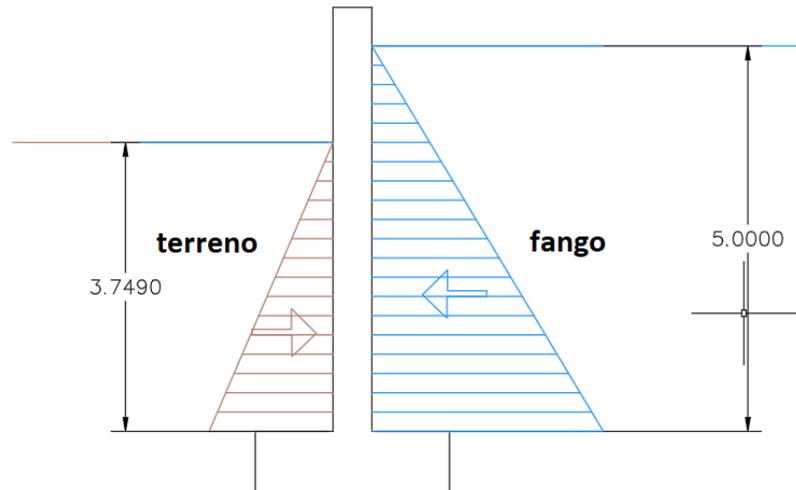


Ilustración 17. Esquema de acciones en el muro del reactor.
Fuente propia.

Los parámetros para dimensionar serán:

Base = 1 000 milímetros

Canto = 500 milímetros

Espesor = 50 centímetros

Además, las características de los materiales serán los siguientes

- Hormigón
 - Resistencia característica a compresión, $f_{ck} = 30$ MPa
 - Resistencia de cálculo a compresión, $f_{cd} = 20$ MPa
- Acero
 - Resistencia característica, $f_{yk} = 500$ MPa
 - Resistencia de cálculo, $f_{yd} = 434,8$ MPa
 - Módulo de elasticidad, $E_S = 210\ 000$ MPa

3.5.9.1 Armadura vertical.

Pared interior

- Ø16mm cada 0,1 metros de armadura vertical (cuantía $20,1\text{ cm}^2/\text{m}$)

Pared exterior

- Ø10mm cada 0,1 metros de armadura vertical (cuantía $7,85\text{ cm}^2/\text{m}$)

A partir de la mitad para arriba del muro, se considerará la mitad de cuantía, o lo que es lo mismo, la distancia de separación entre cada acero será el doble.

3.5.9.2 Armadura horizontal.

Si consideramos un 25% de la cuantía de armadura vertical no cumpliríamos con las recomendaciones mínimas señaladas en la tabla de la EHE-08 señaladas en el anexo 9 “Cálculos estructurales” del presente documento. Por lo tanto, colocaremos la cuantía mínima de 16 cm^2 repartidas en la pared interior y exterior.

Pared interior

- Ø16mm cada 0,25 metros de armadura horizontal (cuantía $8,04\text{ cm}^2/\text{m}$)

Pared exterior

- Ø16mm cada 0,25 metros de armadura horizontal (cuantía 8,04 cm²/m)

3.5.9.3 Armadura de losa.

La geometría del reactor, mostrada líneas arriba, tiene de losa una capa de 0,2 metros. Si se considera un ancho transversal a la longitud del reactor de 1 metro de ancho se tendrá una sección "Ac" de 0,2 metros cuadrados. La siguiente relación se deberá cumplir.

$$A_{s, \text{losa}} > 0,18\% * A_c = 3,6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La anterior cuantía longitudinal debe dividirse en armadura superior e inferior de manera igual, por lo que la cuantía mínima superior e inferior será de 1,8 cm²/m

- Ø 8mm cada 0,25 metros de armadura horizontal (cuantía 2,01 cm²/m)

Consideraremos la misma cuantía para la armadura transversal. En la siguiente imagen se muestra la distribución de armadura en el muro del reactor, así como en la losa. Cabe mencionar que la armadura vertical será la mitad de la cuantía desde la mitad del muro hacia arriba.

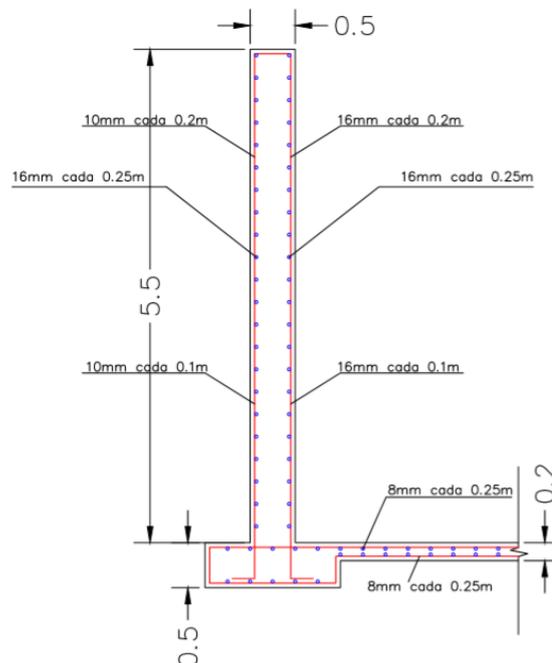


Ilustración 18. Distribución de acero estructural del muro del reactor biológico.

Fuente propia.

3.6 Dimensionamiento de equipos mecánicos

Una estación depuradora EDAR necesita de ciertos equipos mecánicos que aseguren el correcto funcionamiento y explotación de la depuradora. Existe una cantidad grande de equipos mecánicos que forman parte de la depuradora, pero solo se dimensionará aquellos equipos de mayor jerarquía, aquellos que generan un consumo energético importante. Los equipos de menor jerarquía solo se mencionará un consumo promedio conforme a la experiencia de proyectos similares. En el caso del pretratamiento compacto, se extraerá los consumos de los catálogos de la empresa Hidro Metálica. En cuanto a equipos como iluminarias, ordenadores, etcétera se estimará el consumo energético según el área de construcción. Los equipos que se dimensionarán serán los siguientes:

- Tratamiento biológico
 - o Turbosoplante o soplantes de aireación

- Difusores del reactor biológico
- Vehiculadores
- Motobomba de recirculación de fangos en exceso (recirculación externa)
- Bomba dosificadora de FeCl₃
- Decantador secundario
 - Motorreductor de accionamiento del puente
 - Motobomba de evacuación de fangos al espesador
 - Motobomba evacuación de flotantes
- Línea de fangos
 - Espesador de gravedad
 - Motobomba de evacuación de sobrenadantes del espesador
 - Bomba de depósito de fango espesado a deshidratación
 - Centrífugas
 - Bombas dosificación de polielectrolito
 - Bomba de fangos deshidratados a tolva de almacenamiento

El criterio para dimensionar los equipos mecánicos depende, principalmente, del fluido a agitar o fango a bombear. En las siguientes tablas se realiza un resumen de la información desarrollada del consumo energético de los equipos. Cabe mencionar que la potencia absorbida, en los casos que el catálogo no la indique, se tomará como el 70% de la potencia del motor. Se calculó de manera aproximada los consumos energéticos de otros componentes en función al área metrada del emplazamiento con el fin de obtener unos ratios generales de la EDAR en función del caudal diario y la cantidad de habitantes equivalentes. En el anexo 10 “Dimensionamiento de equipos” se puede observar el procedimiento de cálculo, así como el criterio seguido para el dimensionamiento de los equipos mecánicos.

Tabla 22. Equipos mecánicos y consumo energético.

| DESIGNACIÓN | Ud. Funcion. | Ud. Reserva | Rto. Estimado | Potencia motor (kW/ud.) | Potencia absorbida (kW/ud.) | Potencia instalada (kW) | Funcionamiento (horas/día) | Consumo (kWh/día) | Potencia total instalada (kW) | Consumo (kWh/día) |
|---|--------------|-------------|---------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| POZO DE GRUESOS Y BOMBEO | | | | | | | | | | |
| Cuchara bivalva | 1 | | 0.83 | 2.00 | 1.40 | 2.00 | 1.0 | 1.69 | 3.10 | 2.82 |
| Reja automática de gruesos (predesbaste) | 1 | | 0.74 | | | 0.00 | 4.0 | 0.00 | | |
| Polipasto | 1 | | 0.68 | 1.10 | 0.77 | 1.10 | 1.0 | 1.13 | | |
| PRETRATAMIENTO COMPACTO | | | | | | | | | | |
| Motorreductor puente móvil del desarenador | 2 | | 0.68 | 0.55 | 0.39 | 1.10 | 12.0 | 13.59 | 12.46 | 183.15 |
| Motobomba extracción de arenas | 2 | | 0.81 | 1.10 | 0.77 | 2.20 | 12.0 | 22.81 | | |
| Motor rasqueta barrido de flotantes | 2 | | 0.68 | 0.18 | 0.13 | 0.36 | 24.0 | 8.89 | | |
| Tornillo tamiz compactador | 2 | | 0.74 | 1.10 | 0.77 | 2.20 | 5.0 | 10.41 | | |
| Soplante aireación | 2 | 1 | 0.87 | 3.30 | 2.31 | 6.60 | 24.0 | 127.45 | | |
| REACTOR BIOLÓGICO | | | | | | | | | | |
| Vehiculadores de corriente | 4 | | 0.85 | 3.00 | 2.10 | 12.00 | 24.0 | 237.18 | 91.75 | 1199.53 |
| Soplantes aireación | 2 | 1 | 0.95 | 37.00 | 25.90 | 74.00 | 16.0 | 872.42 | | |
| Bombas recirculación externa | 2 | 1 | 0.91 | 1.50 | 1.05 | 3.00 | 24.0 | 55.38 | | |
| Bomba dosificadora de cloruro férrico | 2 | 1 | 0.65 | 0.20 | 0.14 | 0.40 | 24.0 | 10.34 | | |
| Bomba de trasiego de cloruro férrico | 1 | | 0.77 | 0.75 | 0.45 | 0.75 | 4.0 | 2.34 | | |
| Ventilador edificio soplantes | 1 | | 0.81 | 0.50 | 1.05 | 0.50 | 16.0 | 20.74 | | |
| Polipasto | 1 | | 0.68 | 1.10 | 0.77 | 1.10 | 1.0 | 1.13 | | |
| DECANTACIÓN SECUNDARIA | | | | | | | | | | |
| Motorreductor puente decantadores 2ª | 2 | | 0.68 | 0.18 | 0.13 | 0.36 | 24.0 | 8.89 | 9.90 | 31.13 |
| Bombeo flotantes del dec. 2ª | 2 | 1 | 0.77 | 1.77 | 1.20 | 3.54 | 4.0 | 12.47 | | |
| Bomba de fangos en exceso a espesador | 2 | 1 | 0.86 | 3.00 | 2.10 | 6.00 | 2.0 | 9.77 | | |
| ESPEAMIENTO POR GRAVEDAD | | | | | | | | | | |
| Motorreductor puente espesador | 2 | | 0.65 | 0.18 | 0.13 | 0.36 | 24.0 | 9.30 | 9.26 | 144.20 |
| Bomba impulsión fangos a deshidratación | 2 | 1 | 0.81 | 0.75 | 0.53 | 1.50 | 5.7 | 7.39 | | |
| Bomba sobrenadantes del espesador | 2 | 1 | 0.65 | 3.70 | 2.59 | 7.40 | 16.0 | 127.51 | | |
| CENTRIFUGAS | | | | | | | | | | |
| Centrifugas de deshidratación | 1 | 1 | 0.93 | 3.00 | 2.10 | 3.00 | 5.7 | 12.87 | 5.03 | 19.93 |
| Sistema preparación polielectrolito | 1 | | 0.62 | 0.75 | 0.53 | 0.75 | 5.7 | 4.87 | | |
| Bombas dosificadoras polielectrolito | 1 | 1 | 0.68 | 0.18 | 0.13 | 0.18 | 5.7 | 1.06 | | |
| Polipasto | 1 | | 0.68 | 1.10 | 0.77 | 1.10 | 1.0 | 1.13 | | |
| IMPULSION FANGO DESHIDRATADO | | | | | | | | | | |
| Tornillo de descarga fango deshidratado a silos | 1 | 1 | 0.87 | 0.40 | 0.28 | 0.40 | 4.0 | 1.29 | 0.40 | 1.29 |
| TOTAL | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | 131.90 | 1582.05 |

| OTROS | Consumo (W/m ²) | Área (m ²) | Potencia instalada | Funcionamiento (h/día) | Consumo (KWh/d) |
|--|-----------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| Consumo equipos de control ordenadores y otros | 20 | 148 | 2.96 | 8 | 23.68 |
| Iluminación interior | 15 | 2200 | 33 | 6 | 198 |
| Iluminación espacios libres | 0.5 | 851 | 0.4255 | 8 | 3.404 |
| Iluminación viales | 1.5 | 950 | 1.425 | 8 | 11.4 |
| TOTAL | | | 37.81 | | 236.48 |

Nota. Fuente propia.

Tabla 23. Consumo energético total y ratios energéticos EDAR.

| | | |
|--------------------------------|----------------------------|----------------|
| TOTAL POTENCIA | (Kw) | 169.71 |
| TOTAL ENERGIA CONSUMIDA | (kWh/d) | 1818.54 |
| RATIO EDAR | (kWh/m³) | 0.67 |
| | (kWh/h-e) | 0.20 |

Nota. Fuente propia.



4 CAPÍTULO 4: ASPECTOS GENERALES DEL EXPEDIENTE TÉCNICO

4.1 Estudio Medioambiental

El impacto de un proyecto hace referencia a la alteración o modificación del transcurso natural de determinado sistema, debido a la acción del hombre. El impacto ambiental se centra más en el estudio de la modificación del transcurso natural de sistemas como la flora, fauna, geología, hidrología, entre otros. Cabe mencionar que un impacto ambiental es el efecto y no la causa que viene de una acción humana sobre el medio ambiente. Por ejemplo, cuando una comunidad se asienta sobre un territorio y vierte al río desechos, el impacto no es el verter desechos, sino, el impacto es la concentración de contaminantes y materia orgánica que tendrá el río; y a la vez sus efectos como son la eutrofización o pérdida de fauna.

Un proyecto u obra civil que se realiza sobre el territorio tiene una implicancia sobre este, el cual debe ser identificados, cuantificados -en la medida en que se pueda- y proponer medidas que permitan reducir o compensar dichos impactos; todo esto con el fin de la protección del medio ambiente.

Dentro de la Ley de Evaluación Ambiental 12/2013, podemos encontrar, en el grupo 8 (proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua), dentro del anexo II, que las depuradoras de menos de 150 000 habitantes equivalentes deben pasar por una evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II y sección 2°. Dentro de dicha ley se puede encontrar que una evaluación ambiental simplificada requiere de:

- Definición y características del proyecto
- Ubicación del proyecto
- Alternativas estudiadas
- Evaluación de los efectos o impactos previsibles directos e indirectos
- Medidas que permitan prevenir, reducir o compensar los efectos negativos relevantes contra el medio ambiente
- Seguimiento que garantice el correcto cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras

Dentro de la definición del proyecto, se mencionará las principales características del proyecto haciendo hincapié en aquellas que tienen un mayor impacto ambiental. También se describirá la flora y fauna existente en la zona de proyecto, así como las áreas de la Red Natural 2 000 y áreas singulares. Dentro de la evaluación de efectos previsibles o impactos ambientales, se identificarán los impactos mediante una matriz de impactos y se procederá a aplicar el método descrito por Conesa (1997) para cuantificar el impacto generado. Finalmente se plantearán unas medidas que permitan hacer frente a los impactos ambientales negativos y para el seguimiento de dichas medidas a lo largo de la vida útil del proyecto.

En el anexo 11 “Estudio Medioambiental” se desarrolla dicho el estudio.

4.2 Control de calidad

El diseño estructural en una obra civil considera que los elementos cumplen con ciertas características resistentes y de durabilidad. Sin embargo, al momento de construir o suministrar cierto elemento a la obra, existe una incertidumbre de que los materiales usados tengan unas características resistentes y de durabilidad inferior o no deseadas a las consideraras en la etapa de diseño. Esta incertidumbre se toma en cuenta al momento de diseñar los elementos bajo un Estado de Límite Último al dividir las características resistentes por un factor de seguridad.

A pesar de lo anterior mencionado, las características de los materiales deben seguir bajo un procedimiento de control riguroso, ya que podría comprometer la correcta funcionalidad de la obra civil. En el presente apartado se desarrollará un Plan de Garantía de Calidad en el cual se menciona las obligaciones y derechos que tiene la Administración y los proveedores, bajo la Ley de Contratos. Seguidamente se desarrollará un Plan de Garantía de la Calidad de Obra Civil en la cual se menciona la metodología a tomar para asegurar la calidad de los principales materiales a utilizar y procedimientos de ejecución. En el anexo 12 “Control de Calidad” se desarrolla lo antes mencionado.

4.3 Seguridad y salud

El presente apartado tiene como principal objetivo analizar e identificar los principales riesgos en la etapa de construcción de la obra civil y establecer un plan de previsiones para prevenir los riesgos inherentes al normal desarrollo de las diferentes actividades, anticipándose a la ocurrencia de estos riesgos e interponiendo medidas encaminadas a la disminución o eliminación de la ocurrencia de dichos riesgos.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma que indica la obligación de un realizar un documento sobre prevención de riesgos laborales en el cual determine el cuerpo básico de garantías y responsabilidades precisas para establecer un correcto nivel de protección de la salud del personal frente a los riesgos derivados de la realización de las diferentes actividades del proyecto. Según dicha Ley, el estudio de Prevención de Riesgos Laborales deberá incluir mínimamente la siguiente documentación:

- Documento que describa a manera de declaración jurada (memoria descriptiva) los procesos, dispositivos técnicos y otros recursos complementarios que se podrían emplear; además un análisis de los riesgos de los riesgos en el trabajo que puedan prevenirse o eliminarse, señalando las medidas técnicas que se requieran para ello.
- Deberá realizarse una reseña de los espacios comunes y servicios higiénicos con los que contará el entorno laboral.
- Documento de condiciones específicas en el cual se haga una descripción de la normativa legal vigente que se aplique a la obra o proyecto en desarrollo.
- Planos en los que se muestren los esquemas y gráficos que ayuden a un entendimiento mayor de los riesgos y medidas a tomar sobre ellos, así como la localización de los servicios y puntos singulares definidas en la memoria.
- Contar con un listado de la cantidad de unidades, elementos o partidas correspondientes a seguridad de la obra, que deberán ser definidos para la formulación de un posterior presupuesto.
- Presupuesto previsto en el cual se plasme el gasto total que conlleva la ejecución de la investigación previa de seguridad y salud en la obra.

En el anexo 13 “Seguridad y Salud” se desarrolla el estudio de prevención de riesgos laborales.

4.4 Gestión de residuos

La construcción civil es una actividad que genera una gran cantidad de residuos, tanto durante la construcción como en la etapa de explotación y la demolición posterior al cierre de la obra civil. Estos residuos generan un importante impacto ambiental cuando no se tiene un plan de gestión de residuos, por lo que en el presente apartado se desarrollará un Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme lo dispuesto en el artículo 4 del

Decreto 262/2006 de la Comunidad Autónoma de Aragón, aplicado al proyecto constructivo de la EDAR de Benasque.

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD). Los residuos de construcción y demolición se definen de la siguiente manera, según la Ley 10/1998, de 21 de abril: “cualquier sustancia u objeto que se produzca como un derivado del producto final en una obra de construcción o demolición. Así mismo, la misma ley define los residuos inertes de la siguiente manera: “como aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otros materiales con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana”.

Las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, señaladas en el Artículo 4 del presente Real Decreto, son la inclusión, en el proyecto de ejecución de la obra, un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contará como mínimo con:

- Propuesta estimada de la cantidad de los residuos de construcción y demolición, así como residuos inertes en unidades de volumen y peso que se generan en el lugar de trabajo, codificados según la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.
- Propuesta del destino final de los residuos que se generen en obra, ya sea reutilización, eliminación, valoración u otros fines.
- Las acciones que se requieran para la clasificación de los residuos en obra.
- Planos en donde se muestren las instalaciones necesarias para el almacenamiento, separación, manejo y otras operaciones requeridas en el manejo de los residuos en obra.
- Presupuesto previsto en el cual se plasme el conjunto de gastos que conlleva la aplicación y ejecución de la gestión de residuos en obra.

Con la finalidad de cuantificar los gastos de la gestión de residuos en el presupuesto general, se realiza una estimación de la generación de residuos de la depuradora de Benasque en base a precios de plantas, vertederos y gestores locales indicados en proyectos similares. En el anexo 14 “Gestión de Residuos” se desarrolla el estudio de gestión de residuos.

4.5 Prescripciones técnicas

El documento que contiene el conjunto de especificaciones, normas, criterios, prescripciones que establecen todos los requisitos técnicos del proyecto de construcción de la nueva EDAR de Benasque (Huesca) es el Pliego de Prescripciones Técnicas. En el anexo 15 “Prescripciones técnicas” se desarrolla el pliego referido en este apartado.

5 CAPÍTULO 5: PRESUPUESTOS

5.1 Explotación y mantenimiento

El objetivo del presente capítulo es el sustento del costo del correcto funcionamiento de la EDAR de Benasque durante su vida útil. Para ello se realiza un análisis de costos de mantenimiento y explotación que requiere la planta, tales como son el pago al personal de mantenimiento, operarios, electricidad, agua potable, gestión de residuos, reactivos para el proceso biológico y otros gastos. El periodo de tiempo que se considera para el análisis es un año típico sin que surjan imprevistos que hagan variar el costo (por ejemplo, pandemias, problemas políticos, entre otras crisis), además el análisis se realizará en dos apartados distintos: gastos fijos y gastos variables. En el anexo 16 “Explotación y mantenimiento” se puede observar el desarrollo y justificación de los costos fijos y variables anuales para la explotación de la depuradora. En las siguientes tablas se resumen los gastos anuales de explotación y mantenimiento de la depuradora.

Tabla 24. *Gastos anuales de explotación y mantenimiento de la EDAR.*

| GASTOS FIJOS | €/año |
|--------------------------------------|-----------|
| ENERGIA ELECTRICA (Término potencia) | 4 716 |
| PERSONAL | 49 000 |
| MANTENIMIENTO | 11 039,55 |
| CONSERVACIÓN | 1 491,57 |
| VARIOS | 9 600 |

| GASTOS VARIABLES | €/año |
|------------------------|---------|
| ENERGIA ELECTRICA | 49 503 |
| REACTIVOS | 5 955,2 |
| AGUA POTABLE | 818,4 |
| EVACUACION DE RESIDUOS | 7 827,4 |

| RESUMEN DE GASTOS ANUALES | €/año |
|---------------------------|-----------|
| GASTOS FIJOS | 75 847,12 |
| GASTOS VARIABLES | 64 104 |

| | | |
|-------|-------|------------|
| TOTAL | €/año | 139 951,12 |
|-------|-------|------------|

Nota. Fuente propia.

5.2 Justificación de precios

En el presente apartado se desarrolla una metodología para obtener el precio unitario total de cada partida de obra civil y de equipos mecánicos puesta en obra y con costes de instalación (incluyendo todos los gastos indirectos) para el reactor biológico. Para lograr esto se divide el estudio en unidades, obteniendo los siguientes conceptos:

- Valor por horas de la mano de obra dividida en categorías.
- Valor de los materiales a pie de obra.
- Valor por horas de las unidades de maquinaria empleadas.
- Valor de los costos indirectos.

Se considerará rendimientos de proyectos similares para cada partida de obra civil.

Para la elaboración del presente apartado se debe tener en cuenta el Reglamento General de Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098/01, de 12 de octubre), que en su artículo 130 establece el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra. Además, se tomó como base las tablas salariales del Convenio Colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción y Obras Públicas de la provincia de Huesca 2017-2021, para la elaboración de costos de mano de obra a pie de obra. Los materiales se consideran a pie de obra y su coste incluye los de adquisición, almacenaje y los derivados de las pérdidas producidas por mermas. Los costes de la maquinaria se realizarán teniendo en cuenta tres tipos de costes, los derivados de la adquisición y amortización; los derivados del mantenimiento y conservación; y por último los derivados del funcionamiento. El cálculo se ha hecho teniendo en cuenta diferentes escenarios en cuanto a las horas de funcionamiento anual y se ha tomado un precio medio en función de las propias características de las obras. En el anexo 17 “Justificación de precios” se puede observar el desarrollo a mayor profundidad del cálculo de costo unitario.

5.2.1 Valor de la mano de obra.

Se tuvieron en cuenta para el cálculo lo siguiente: las retribuciones, seguridad social, costes complementarios (herramientas, ropa de trabajo, póliza de seguro, etcétera) y el tiempo de trabajo. En la siguiente tabla se resume el costo por horas de la mano de obra, según el tipo de trabajador.

Tabla 25. Costo por horas de la mano de obra.

| Código | Trabajador | Coste horario a pie de obra (€/hora) |
|--------|--------------------|--------------------------------------|
| MO.01 | Oficial de primera | 17,49 |
| MO.02 | Oficial de segunda | 17,09 |
| MO.03 | Ayudante | 16,70 |
| MO.04 | Peón especialista | 16,45 |
| MO.05 | Peón ordinario | 16,28 |

Nota. Fuente propia.

5.2.2 Valor de los materiales.

Los precios de los materiales a pie de obra se obtienen a partir de los precios de adquisición y de los incrementos de coste producidos por el transporte, las pérdidas, la carga y la descarga y

el almacenamiento. Los costos de los materiales en el lugar de adquisición (cantera, fábrica, almacén, etc.) se determinaron en base a la consulta hacia los suministradores o vendedores locales que nos brindan un rango de precio habitual. El precio de los materiales a pie de obra que constituyen las unidades de obra se calcula sumando a los costes en origen una cantidad en forma de porcentaje, en concepto de:

- Coste del transporte: 2 – 4 % del coste de adquisición
- Varios: En este apartado se incluirá aquellos ítems que resultan difíciles de cuantificar, como, por ejemplo: atrasos, mermas, roturas, etc., cuyo valor se determinará como un porcentaje sobre el precio de compra o adquisición. Usualmente el valor se encuentra entre el 1% ó 1,5% a excepción del cemento que se le aplica un 3%.

En la siguiente tabla se resume el costo por unidad de los materiales a pie de obra, con sus respectivas unidades.

Tabla 26. *Costo unitario de los materiales.*

| Código | Ud. | Descripción | Precio a pie de obra (€) |
|--------|----------------|--|--------------------------|
| P01 | m ³ | Agua | 0,7 |
| P02 | m ³ | Hormigón HM3-30 | 78,00 |
| P03 | m ³ | Hormigón HM-150 MPa | 61,50 |
| P04 | kg | Mortero con resina epoxi | 7,40 |
| P05 | m ³ | Mortero autonivelante | 98,50 |
| P06 | tn | Zahorra artificial | 12,00 |
| P08 | kg | Acero corrugado B500S | 0,70 |
| P09 | Ud. | Escalera acero inoxidable 1,50x2,00 m | 4.800,00 |
| P10 | ml | Barandilla acero inoxidable 1,00 m con rodapié | 320,00 |
| P11 | m ² | Tablero encofrar 25 mm | 9,10 |
| P12 | m ³ | Madera pino encofrar 26 mm | 140,20 |
| P13 | kg | Puntas 20x100 | 0,75 |
| P14 | kg | Alambre atar 1,30 mm | 1,00 |
| P15 | Ud. | Puntal metálico | 0,07 |
| P16 | ml | Tubería acero inoxidable ϕ 400 mm | 510,00 |
| P17 | ml | Tubería acero inoxidable ϕ 250 mm | 225,00 |
| P18 | ml | Tubería acero inoxidable ϕ 150 mm | 150,00 |

Nota. Fuente propia.

5.2.3 Valor de la maquinaria.

Para la obtención del coste de maquinaria en las obras definidas en el presente proyecto se ha empleado el método descrito en la publicación “Método de Cálculo para la obtención del Coste de Maquinaria” en obras de Carreteras del Ministerio de Fomento. En la siguiente tabla se resume el costo de la maquinaria que se empleará con su respectivo coste por hora.

Tabla 27. *Coste horario de maquinaria.*

| Código | Equipo | Coste (€/h) |
|--------|----------------------------|-------------|
| M01 | Pala cargadora s/n 1000 L | 46,09 |
| M02 | Retroexcavadora s/n 1000 L | 66,00 |
| M03 | Camión basculante 3 ejes | 55,21 |

| | | |
|-----|--------------------------------|-------|
| M04 | Camión de riego | 53,26 |
| M05 | Compactador vibratorio 30 T | 71,05 |
| M06 | Grúa hidráulica acoplable 10 T | 54,46 |
| M07 | Vibrador hormigón 75 MM | 2,07 |
| M08 | Bomba hormigonado s/camión | 69,52 |
| M09 | Bomba achique motor eléctrico | 12,67 |

Nota. Fuente propia.

5.2.4 Valor de equipos.

Los costes de cada equipo fueron proporcionados por la tutora del presente trabajo y fueron conforme a los precios del mercado español a fecha del año 2021.

Tabla 28. Coste de equipos.

| Código | Descripción | Precio (€) |
|--------|--|------------|
| E01 | Ud. Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m ³ /h. Presión diferencial: - 0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada. | 8 000 |
| E02 | Ud. Cabina insonorización | 2 000 |
| E03 | Ud. Variador frecuencia | 5 000 |
| E04 | Ud. Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico. Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12'' de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec | 5 200 |
| E05 | Ud. Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diametros internos de tubo: 0.8 mm. Incluido pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito | 2 120 |
| E06 | Ud. Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 6,5 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida | 2 700 |
| E07 | Ud. Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de | 10 200 |

| | | |
|-----|---|-------|
| | autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado. | |
| E08 | Ud. Sistema de elevación y giro del agitador | 1 650 |
| E09 | ml Tubería acero inoxidable AISI-316L DN-250 | 225 |
| E10 | ml Tubería acero inoxidable AISI-316L DN-150 | 150 |

Nota. Fuente propia.

5.2.5 Justificación de precios de las unidades de obra.

En este apartado se obtiene el coste unitario de las distintas unidades de obra que se considerará para el presupuesto del proyecto. Se considera dos tipos de costes: directos e indirectos. El primero es los costos asociados al producto final, o en su caso, al proceso de elaboración. En este caso los costes directos serán los relacionados a los materiales, maquinaria y mano de obra. El coste indirecto se obtiene a partir del coste directo de cada unidad de obra. Consideramos como costes indirectos todos los gastos que no son imputables directamente a una unidad de obra concreta, sino al conjunto de la obra, como pueden ser almacenes, talleres, comunicaciones, oficina a pie de obra, etcétera. Cabe mencionar que el coste de mano de obra de personal, tanto cualificado o no cualificado, que no intervenga directamente en la ejecución de ninguna unidad de obra será considerado como costes indirectos. Se adopta como costes indirectos el valor de un seis por ciento (6%). A continuación, se muestra el costo unitario de cada partida o unidad de obra civil, así como el precio por unidad de los equipos mecánicos requeridos. Esto es de suma utilidad, ya que se puede obtener un presupuesto conforme a un metrado del reactor.

- Obra civil

Tabla 29. Costo unitario de las unidades de obra civil construidos.

| UD. | Descripción | Importe (€) |
|-----|--|-------------|
| m3 | Zahorra artificial ZA 1 | 21,37 |
| m3 | Excavación en cimentaciones | 6,44 |
| m3 | Hormigón HL-150 de nivelación y limpieza | 75,54 |
| m3 | Hormigón HM3-30 en soleras y cimentaciones | 109,2 |
| m3 | Hormigón HM3-30 en alzados y soleras | 114,77 |
| m2 | Encofrado recto en soleras y cimentaciones | 19,74 |
| m2 | Encofrado curvo en soleras y cimentaciones | 16,19 |
| m2 | Encofrado recto en muros | 28,27 |
| m2 | Encofrado curvo en muros | 24,88 |
| kg | Acero en barras corrugadas | 1,29 |
| ml | Barandilla de acero inoxidable | 372,57 |
| Ud | Escalera acero inoxidable | 5 199,23 |

Nota. Fuente propia.

- Equipos Mecánicos

Tabla 30. Costo unitario de los equipos mecánicos instalados.

| UD. | Descripción | Importe (€) |
|-----|---|-------------|
| Ud | Soplante Q=1320 m ³ /h | 16 123,28 |
| Ud | Parrilla difusores EPDM 12" | 6 097,76 |
| Ud | Bomba dosificadora de cloruro férrico | 2 313,38 |
| Ud | Bomba sumergible de recirculación externa | 2 961,68 |
| ml | Tubería de acero inoxidable DN-400 | 553,66 |
| ml | Tubería de acero inoxidable DN-250 | 245,03 |
| ml | Tubería de acero inoxidable DN-150 | 164,88 |
| Ud | Acelerador de corriente sumergido de hélice | 12 616,39 |

Nota. Fuente propia.

5.3 Presupuesto

Se realizará un presupuesto del reactor biológico, teniendo en cuenta todo lo desarrollado en el Capítulo 5 de presupuestos y una medición de lo requerido en la obra civil, así como de los equipos mecánicos. Finalmente se realizará una estimación del presupuesto total de la depurado de Benasque, a partir del presupuesto del reactor y de unos ratios comunes de obras similares. En el anexo 18 "Presupuestos" se puede ver con mayor detalle el metrado, así como el presupuesto del reactor biológico y de toda la estación depuradora.

5.3.1 Medición de obra civil y equipos mecánicos.

En las siguientes tablas se observa la medición de las partidas de obra civil, así como los equipos mecánicos.

- Medición de obra civil

Tabla 31. Medición de las unidades de obra civil requeridas.

| UD. | Descripción | Medición |
|----------------|--|----------|
| m ³ | Zahorra artificial ZA 1 | 111,71 |
| m ³ | Excavación en cimentaciones | 2 094,52 |
| m ³ | Hormigón HL-150 de nivelación y limpieza | 55,854 |
| m ³ | Hormigón HM3-30 en soleras y cimentaciones | 279,27 |
| m ³ | Hormigón HM3-30 en alzados y soleras | 427,262 |
| m ² | Encofrado recto en soleras y cimentaciones | 19 |
| m ² | Encofrado curvo en soleras y cimentaciones | 31,42 |
| m ² | Encofrado recto en muros | 1 045 |
| m ² | Encofrado curvo en muros | 1 036,2 |
| kg | Acero en barras corrugadas | 55 664 |
| ml | Barandilla de acero inoxidable | 281,6 |
| ud | Escalera acero inoxidable | 4 |

Nota. Fuente propia.

- Medición de equipos mecánicos

Se considerará un equipo mecánico por cada línea de reactor y uno adicional de reserva para el caso de la soplante y las bombas.

Tabla 32. *Medición de la cantidad de equipos mecánicos requeridos.*

| UD. | Descripción | Medición |
|-----|---|----------|
| Ud | Soplante Q=1320 m3/h | 3 |
| Ud | Parrilla difusores EPDM 12" | 4 |
| Ud | Bomba dosificadora de cloruro férrico | 3 |
| Ud | Bomba sumergible de recirculación externa | 3 |
| ml | Tubería de acero inoxidable DN-400 | 0 |
| ml | Tubería de acero inoxidable DN-250 | 48,31 |
| ml | Tubería de acero inoxidable DN-150 | 44,8 |
| Ud | Acelerador de corriente sumergido de hélice | 4 |

Nota. Fuente propia.

5.3.2 Presupuesto del reactor biológico.

En la siguiente tabla se muestra el costo de la obra civil y los equipos mecánicos del reactor biológico. Los otros costos de equipos eléctricos se pueden despreciar, ya que son de un orden inferior. Los costes de seguridad y salud; y de vigilancia ambiental se considerarán como un apartado global en el presupuesto estimado de la estación depuradora.

Tabla 33. *Presupuesto parcial del reactor biológico.*

| CAPÍTULO | RESUMEN | EUROS | % |
|----------|-----------------------------------|-------------------|-------|
| 1 | OBRA CIVIL | 353 354,05 | 69,06 |
| 2 | EQUIPOS MECANICOS | 158 275,54 | 30,94 |
| 3 | EQUIPOS ELECTRICOS | 0,00 | |
| 4 | SEGURIDAD Y SALUD | 0,00 | |
| 5 | PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL | 0,00 | |
| 6 | VARIOS | 0,00 | |
| | TOTAL EJECUCION MATERIAL | 511 629,59 | |
| | 16,00% Gastos generales | 81 860,73 | |
| | 6,00% Beneficio industrial | 30 697,78 | |
| | SUMA DE G.G. y B.I. | 112 558,51 | |
| | 21% IVA | 131 079,50 | |
| | TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA | 755 267,60 | |
| | TOTAL PRESUPUESTO GENERAL | 755 267,60 | |

Nota. Fuente propia.

5.3.3 Presupuesto estimado de la estación depuradora.

Con los costos antes mencionados del reactor biológico se puede interpolar para estimar el costo total de toda la estación depuradora, para ello se tomará los precios de la EDAR Recas,

cuyas características se asemejan a la EDAR de diseño. En el caso de la EDAR Recas, el reactor biológico representa un 23,68% de la obra civil de toda la EDAR. Si se considera el mismo porcentaje para la EDAR Benasque, se puede extrapolar a toda la obra civil de la estación depuradora. De igual manera, el reactor biológico representa un 24,11% de los equipos mecánicos de toda la EDAR Recas, con ello se puede extrapolar a todo el costo de los equipos mecánicos de la EDAR Benasque. En el caso de los equipos eléctricos, se considera un 25% del costo de los equipos mecánicos. El presupuesto de seguridad y salud; gestión de residuos; y el mantenimiento y explotación, se considerarán de los respectivos anexos. En este último, solo se considerará el costo de explotación de un año. En la siguiente tabla se muestra el presupuesto estimado de toda la estación depuradora de Benasque.

Tabla 34. Presupuesto estimado de la estación depuradora.

| CAPITULO | RESUMEN | EUROS | % |
|-----------------------------------|-----------------------------|---------------------|-------|
| 1 | OBRA CIVIL | 1 491 574,72 | 55,59 |
| 2 | EQUIPOS MECANICOS | 656 472,58 | 24,47 |
| 3 | EQUIPOS ELECTRICOS | 164 118,15 | 6,12 |
| 4 | SEGURIDAD Y SALUD | 46 531,00 | 1,73 |
| 5 | GESTION DE RESIDUOS | 178 637,19 | 6,66 |
| 6 | MANTENIMIENTO Y EXPLOTACION | 139 951,12 | 5,22 |
| 7 | VARIOS | 6 000,00 | 0,22 |
| TOTAL EJECUCION MATERIAL | | 2 683 284,76 | |
| 16,00% Gastos generales | 429 325,56 | | |
| 6,00% Beneficio industrial | 160 997,09 | | |
| SUMA DE G.G. y B.I. | | 590 322,65 | |
| 21% IVA | | 687 457,55 | |
| TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA | | 3 961 064,96 | |
| TOTAL PRESUPUESTO GENERAL | | 3 961 064,96 | |

Nota. Fuente propia.

6 Conclusiones

El presente trabajo de tesis es una aproximación a un proyecto de diseño, ejecución y explotación de una obra de depuración de aguas residuales con las distintas fases de proyecto como son la definición, diseño, planificación, ejecución y explotación. Todo el proyecto desarrollado bajo la Ley 9/2017 de 8 de noviembre de Contratos del Sector Público de España. A continuación, se presentan las conclusiones del proyecto.

- El proyecto de estación depuradora de aguas residuales de Benasque está dimensionado para depurar la carga contaminante de 9 000 habitantes equivalentes.
- Un pretratamiento compacto para estaciones depuradoras es más eficiente, económico y con mayor facilidad de uso que un pretratamiento de obra civil para depuradoras de características similares con caudales y cargas contaminantes pequeños.
- La tecnología de fangos activos (lodos activados) es óptima para una localidad con relativa baja carga contaminante, pequeña población, presupuesto de explotación ajustado y falta de personal cualificado.
- El proyecto de estación depuradora de aguas residuales de Benasque con sus características y dimensiones indicadas en el presente proyecto podrá reducir las concentraciones de nitrógeno total Kjeldahl (NTK) de 50 a 14,5 miligramos por litro y de fósforo total (PT) de 5 a 3 miligramos por litro que son valores menores a los exigidos por norma.
- El reactor tipo carrusel es una mejor opción que el reactor tipo flujo pistón para la estación depuradora de aguas residuales de Benasque, según el análisis de alternativas realizado AHP (Analytic Hierarchy Process) considerando criterios económicos, técnicos y ambientales.
- Se ha logrado definir las obras e instalaciones necesarias para la depuración de las aguas residuales de Benasque (Huesca).

7 Recomendaciones y comentarios

- El costo del mantenimiento y explotación de la estación depuradora de aguas residuales de Benasque proyectada en este documento es de 139 951,12 euros anuales incluida energía eléctrica, personal, reactivos, agua potable, mantenimiento y evacuación de residuos.
- El presupuesto del reactor biológico es de 755 267,60 euros incluido la obra civil y los equipos mecánicos.
- El presupuesto total de la estación depuradora de aguas residuales de Benasque incluido el primer año de explotación y mantenimiento es de 3 961 064,96 euros.
- El presente proyecto desarrollado se puede analizar para hacer uso de este tipo de sistema de depuración en centros poblados con carga contaminante de 9000 personas en lugar de silos o pozas de percolación.
- El lodo es un residuo del proceso de depuración, el cual se puede reutilizar para generar biogás, pero este proceso requiere de la construcción de biodigestores lo cual no es económicamente factible ya que la producción de lodo es relativamente baja. El proceso de reutilización del lodo óptimo para este proyecto es la utilización para abono.



8 Bibliografía

Agencia Estatal de Meteorología – AEMET, Municipio de Benasque.
<http://www.aemet.es/es/eltiempo/widgets/municipios/benasque-id22054>

Alonso Medina, Pablo (2018). *Proyecto de construcción de la red de saneamiento del asentamiento humano "Hijos de Perales, etapa III" – Lima (Perú)*. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

ATV-A131 (2000). *Dimensionamiento de plantas de fangos activos de una etapa*.

Aycon, S.A. Laboratorio de Análisis y Control. (2017, agosto). *Estudio de Caudales y Cargas Contaminantes Generados por el Núcleo Urbano de Anciles (Hueca)*.

BOE núm. 16. (2016). Real Decreto 1/2016, de 8 de enero, *por el que se aprueba la revisión de los Planes Hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Cueta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro*. (Capítulo V, VI, VII).

BOE núm. 77. (2017). Real Decreto 509/1996, *por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales*. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. (Anexo I y II).

BOE núm. 203. (2008). Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio, *por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08)*. (pp. 35176-35178).

BOE núm. 257. (2002). Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, *por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas*. (Libro I: Título II, III, IV).

BOE núm. 296. (2013). Ley 21/2013, de 9 de diciembre, *de evaluación ambiental*. Jefatura del Estado. (pp. 37-48).

Clasificación Nacional de Actividades Económicas, Lista Completa de Actividades – CNAE (2009). <https://www.cnae.com.es/lista-actividades.php>

Clima y Nieve Pirineos (2021), <https://www.climaynievepirineos.com/>

Construcción y Servicios. (2017). *Convenio Colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción y Obras Públicas, Provincia de Huesca para el periodo 2017-2021*. (pp. 72-85).

Control 7, S.A.U. (2017, diciembre). *Estudio geotécnico para el proyecto de construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales y obras asociadas de la localidad de Benasque (Huesca)*.

Del Castillo, I. (2018). *Diseño de Tratamientos Biológicos de Eliminación de Materia Orgánica y Nutrientes en Fangos Activos* (diapositiva). Consulta: 05 de marzo de 2021.

Directiva 91/271/CEE del Consejo. (2017). *Sobre el tratamiento de las aguas residuales*. (pp. 77-86).

Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. (2000, 23 de octubre). *Por el que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*.

Fernández Ortega, Itziar (2018). *Proyecto de construcción de la red de abastecimiento de agua potable del asentamiento humano Hijos de Perales, Etapa III. Santa Anita, Lima (Perú)*. Tesis (Máster), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Gobierno de Aragón. (2019). *Plan Director de las Áreas Red Natura 2000 de Aragón - Horizonte 2030*. (Vol. 8, pp. 122-131).

Hidro Metálica. (2017). *Pretratamientos Compactos: Tamizado, desarenado y desengrasado*. Catálogo de pretratamientos compactos.

Igeosuma, S.L. (2016, diciembre). *Estudio Geotécnico para Proyecto de Construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Benasque (Huesca)*.

Instituto Nacional de Estadística, Demografía y Población de Benasque (2020). https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710984

Iproma, Laboratorio y Asesoría. (2018, marzo). *Caracterización de las Aguas Residuales de los Núcleos de Benasque y Anciles (Huesca)*.

Ízar de la Fuente, E. H. (2017, 28 de noviembre). *Levantamiento Topográfico para Proyecto de Construcción de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Benasque (Huesca)*.

Lareo Vicente, Diego (2020). *Proyecto de estación depuradora de aguas residuales en la urbanización de vivienda social "Las Palmeras de San Fernando" (Perú)*. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Ledo Romero, Alejandro (2016). *Proyecto constructivo de la estación depuradora de aguas residuales de Cangas de Morrazo*. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Leiva Pleguezuelos, Miguel (2016). *Digestión anaerobia y aprovechamiento energético E.D.A.R. La Golondrina (Córdoba)*. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2008). *Código Técnico de la Edificación*. (Cap. Seguridad Estructural).

Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana. (2008). *Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08)*. (Cap. II, III, IV, V, VI, X, XI).

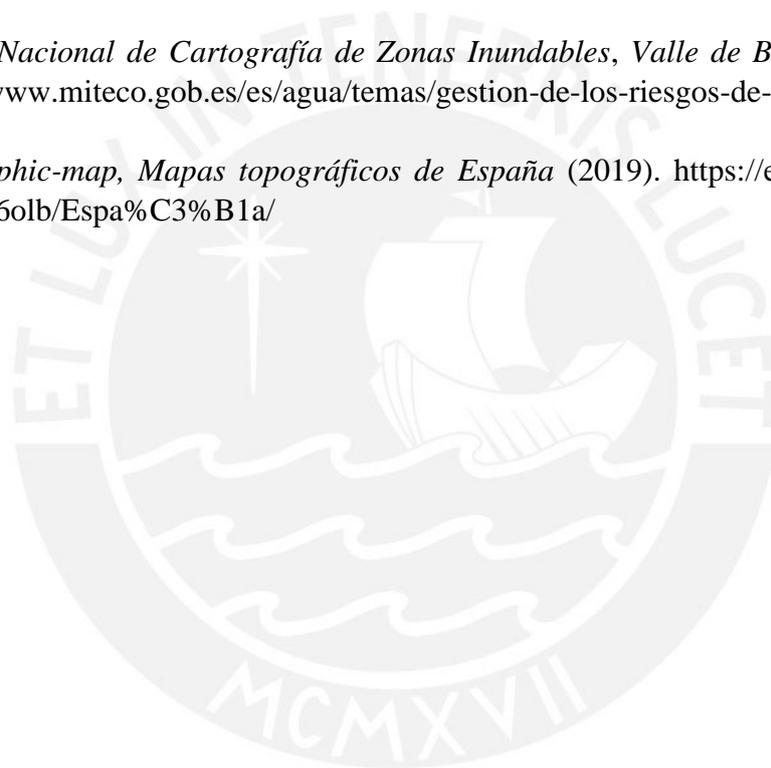
Pérez García, Marta (2020). *Proyecto de Construcción de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el pueblo de Nghel, Senegal*. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

Ríos Argües, L. M., Galera Fernández, J. M., Barettino Fraile, D., Charlet, J.M. (1991). *Mapa Geológico de España Escala 1:50.000*. Madrid, España: Editorial Ríos Rosas.

Romero Alonso, P. (2018). *Construcción y Funcionamiento Inicial de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de Benasque (Huesca)*. Proyecto Constructivo, Gobierno de Aragón.

Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, Valle de Benasque - SNCZI (2018). <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/snczi/>

Topographic-map, Mapas topográficos de España (2019). <https://es-es.topographic-map.com/maps/60lb/Espa%C3%B1a/>



Anexos

Índice de los anexos

Anexo 1: Población e industria

Anexo 2: Caudales y carga contaminante

Anexo 3: Normativa

Anexo 4: Topografía y cartografía

Anexo 5: Geología y geotecnia

Anexo 6: Climatología

Anexo 7: Dimensionamiento

Anexo 8: Cálculos hidráulicos

Anexo 9: Cálculos estructurales

Anexo 10: Dimensionamiento de equipos

Anexo 11: Estudio medioambiental

Anexo 12: Control de calidad

Anexo 13: Seguridad y salud

Anexo 14: Gestión de residuos

Anexo 15: Prescripciones técnicas

Anexo 16: Explotación y mantenimiento

Anexo 17: Justificación de precios

Anexo 18: Presupuestos

Anexo 19: Planos

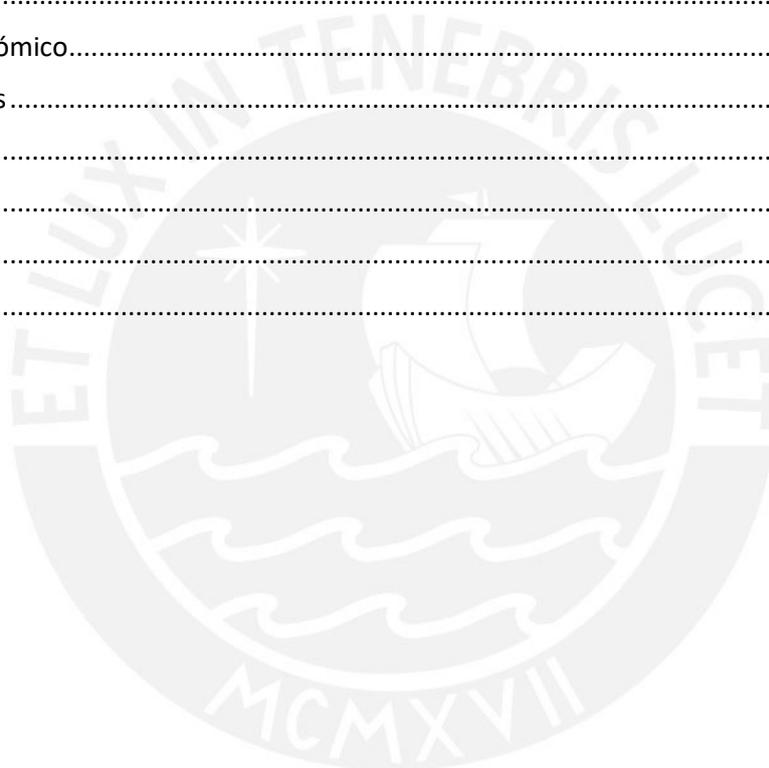
Nota: Algunos de los anexos indicados anteriormente contienen anexos.

Anexo N°1: Población e Industria



Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCION | 3 |
| POBLACION..... | 4 |
| Estructura poblacional | 4 |
| Evolución de la población a lo largo de los años..... | 5 |
| Población extranjera y su evolución | 6 |
| Población estacional..... | 7 |
| INDUSTRIA..... | 9 |
| Sector económico..... | 9 |
| Ocupaciones | 10 |
| Agricultura..... | 11 |
| Conclusiones | 12 |
| Anejo 1 | 13 |
| Anexo 2..... | 15 |



INTRODUCCION

En el presente anexo se analizará la población y la industria del municipio de Benasque. Conocer la población y su evolución es de suma importancia, debido a que un parámetro importante de diseño es el caudal de agua residual (excluyendo el caudal de lluvia) que llega a la depuradora. De igual manera, es de suma importancia conocer la industria y el sector económico que mueve a la población de Benasque, debido a que podremos conocer el motivo por el cual determinados parámetros contaminantes (como el nitrato o el fosforo presentes en el agua residual) tienen mayor o menor concentración.

La información y los gráficos del presente anexo están extraídos de la base de información del Instituto Aragonés de Estadística y del Instituto Nacional de Estadística.



POBLACION

Estructura poblacional

El municipio de Benasque se considera como un municipio de tamaño pequeño con una población de 2155 habitantes según el padrón municipal de habitantes del año 2019. En Benasque existe una proporción ligeramente mayor de hombres que mujeres, en particular un 87% de la cantidad de hombres son mujeres. En cuanto a la distribución según edades, la edad media es de 40 años en general, siendo la moda de 35 a 49 años en hombres y 40 a 44 años en mujeres. En cuanto a la población de mas de 65 años, se observa solo un 11.6% con respecto a la población total. En la siguiente ilustración se puede observar lo antes mencionado.

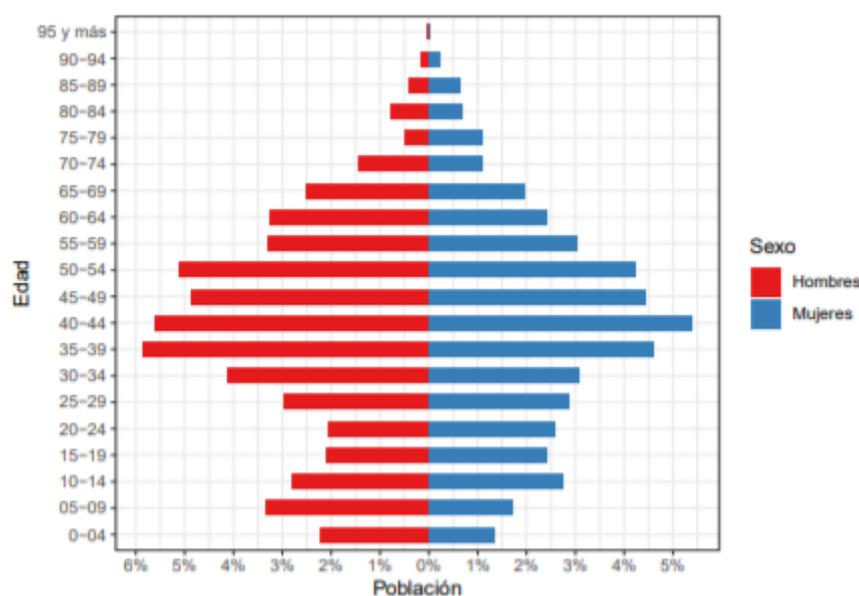


Ilustración 1: Estructura poblacional

Además, observamos los principales índices demográficos

| Indicadores demográficos | Municipio | Aragón |
|------------------------------|-----------|--------|
| % Población de 65 y más años | 11,6 | 21,6 |
| Edad media | 40,6 | 44,8 |
| Tasa global de dependencia | 34,7 | 55,4 |
| Tasa de feminidad | 87,2 | 102,8 |
| % Extranjeros | 10,0 | 11,3 |

Pob_{65} :Personas de 65 años o más.

Pob_{med} : Personas de 15 a 64 años.

Pob_{14} :Personas de 14 años o menos.

Pob_{Total} :Personas de todas las edades.

Pob_{Mj} :Población total de mujeres.

Pob_{Hb} :Población total de hombres.

Pob_{Ex} :Población total extranjera.

$$\% Pob_{65} = \frac{Pob_{65}}{Pob_{Total}} \times 100$$

$$TG. dependencia = \frac{Pob_{14} + Pob_{65}}{Pob_{med}} \times 100$$

$$Tasa de Feminidad = \frac{Pob_{Mj}}{Pob_{Hb}} \times 100$$

$$\% Pob_{Ex} = \frac{Pob_{Ex}}{Pob_{Total}} \times 100$$

Como conclusiones de los anteriores datos podemos afirmar que el municipio de Benasque es una localidad que “no envejece” a comparación de toda la comunidad de Aragón que tiene un promedio de 21.6% de población mayor de 65 años, además la relativa baja moda de la edad de la población (40 años), da indicios de que Benasque es un municipio con una activa economía.

Evolución de la población a lo largo de los años

En los siguientes gráficos podemos observar el número de habitantes de manera continua (residentes) a lo largo de los años. En el gráfico de la izquierda, se observa la cantidad de habitantes desde el año 1910 con un intervalo de 10 años entre cada muestreo. Gracias a esta gráfica, se puede apreciar que el menor número de habitantes fue de 738 en los años 1970 y el mayor fue de 2219 por el año 2010. Es necesario analizar el incremento de la población anualmente en los últimos años para tener una mayor precisión al momento de analizar la tendencia y hacer un pronóstico de una situación futura, por ello en el gráfico de la derecha se muestra los censos de los últimos años realizados en el municipio de Benasque, cuyos últimos datos registrados son los del 2019.

| Año | Población |
|------|-----------|
| 1910 | 1331 |
| 1920 | 1328 |
| 1930 | 1215 |
| 1940 | 984 |
| 1950 | 786 |
| 1960 | 941 |
| 1970 | 738 |
| 1980 | 765 |
| 1990 | 1081 |
| 2000 | 1489 |
| 2010 | 2219 |
| 2019 | 2155 |

| Año | población |
|------|-----------|
| 2009 | 2200 |
| 2010 | 2219 |
| 2011 | 2236 |
| 2012 | 2217 |
| 2013 | 2195 |
| 2014 | 2149 |
| 2015 | 2090 |
| 2016 | 2047 |
| 2017 | 2121 |
| 2018 | 2157 |
| 2019 | 2155 |

Se puede observar que desde, aproximadamente, el primer tercio del siglo XX empieza a bajar el número de habitantes, esto puede ser por el freno a la explotación de minas de pirita en localidades a mayor altitud de Benasque, entre otras razones. Sin embargo, desde la década del 1980 a 1990 se observa un creciente aumento de la población, hasta los años de crisis española (2010 a 2012) en los que se observa una reducción de la población, hasta los años 2016 en que cambian esta tendencia. En el siguiente gráfico se puede observar la evolución de la población en función de cada año.

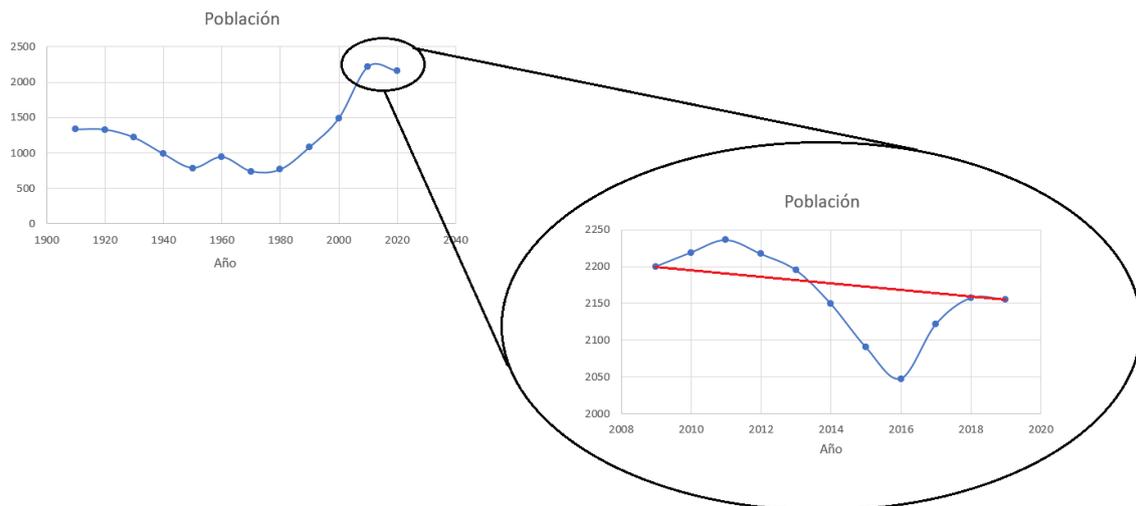


Ilustración 2: Evolución de la población

Realizar una estimación de la población en un futuro es complicado, debido a los eventos aleatorios que suceden, como, por ejemplo, la crisis española o la pandemia del Coronavirus. Con respecto a este último, de manera segura hará variar la evolución normal de la población desde el año 2020 hasta incluso el año 2022 o incluso más.

La recta de color rojo del gráfico anterior muestra la variación que sufre la población a lo largo de estos últimos 10 años. Esta recta varía con una reducción a razón de 5 habitantes cada año, pero como antes se mencionó, no es viable considerar la misma tasa de variación, por lo tanto, se considerará una cantidad de habitantes residentes igual a 2060 para la estimación de una población futura con el fin de dimensionar la estación depuradora.

Población extranjera y su evolución

En cuanto a la población extranjera, sucede un fenómeno similar a la población total. La evolución de aquella en los últimos diez años ha sido decreciente con un punto de inflexión en el año 2016. En la siguiente imagen podemos observar la evolución del porcentaje de población extranjera con respecto del total de la población.

Evolución del porcentaje de población extranjera sobre el total de población



Ilustración 3: Evolución del porcentaje de población extranjera sobre el total

Población estacional

La población total de Benasque durante determinado periodo pico población se puede clasificar en tres grupos: Población residente habitual, población con segunda residencia y turistas. Respecto de la primera, se estimó líneas arriba, que son 2060 personas. Con respecto a la segunda, se considera una ocupación de 2.5 personas por viviendas de segunda residencia. Finalmente, se contabilizó 3600 plazas turísticas. En los siguientes gráficos se puede observar el número de viviendas según el tipo y la oferta turística, según el Instituto Aragonés de Estadística.

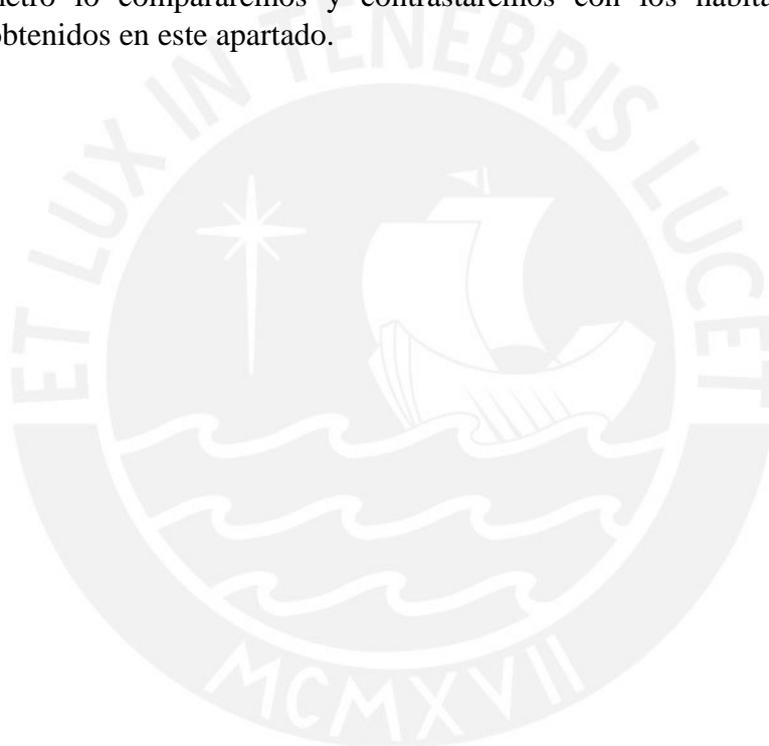
| Viviendas según tipo | | Oferta turística | |
|----------------------|-----------|-------------------------------|--------|
| | Viviendas | | |
| Total | 3.349 | Hoteles, hostales y similares | 25 |
| Principales | 938 | Viviendas de turismo rural | 11 |
| Convencionales | 938 | Campings | 3 |
| Alojamientos | 0 | Apartamentos turísticos | 91 |
| No principales | 2.411 | | |
| Secundarias | 2.271 | | |
| Vacías | 140 | | |
| | | Establecimientos | Plazas |
| | | | 1.775 |
| | | | 97 |
| | | | 1.258 |
| | | | 449 |

Ilustración 4: Viviendas y oferta turística en Benasque

En total se contabiliza un máximo de población de 10202, pero es conservador considerar el dimensionamiento de una obra civil para un valor máximo nominal, por lo cual consideraremos que el periodo pico la población con segunda residencia solo son un 50% y la ocupación turística es de 80% de los máximos. En la siguiente tabla se puede observar esquemáticamente lo anterior.

| Distribución habitantes | Habitantes potenciales | coeficiente simultaneidad | habitantes maximos previstos |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Población residente | 2060 | 1 | 2060 |
| Segunda residencia | 4542 | 0.5 | 2271 |
| Plazas turísticas | 3600 | 0.8 | 2880 |
| TOTAL | 10202 | | 7211 |

Con lo cual tener una población de aproximadamente 7211 habitantes en periodo punta para considerar en el cálculo y dimensionamiento de la depuradora. En el anexo 6 se obtendrá una carga de contaminante y, por lo tanto, unos habitantes equivalentes. Este último parámetro lo compararemos y contrastaremos con los habitantes máximos estacionales obtenidos en este apartado.



INDUSTRIA

El municipio de Benasque era, en las primeras décadas del anterior siglo, un lugar de extracción de diversos minerales, además de posada para trabajadores provenientes de minas de poblados más alejados de Benasque. A lo largo de los años, Benasque ha dejado atrás aquella tradición extractiva de minerales y se ha ido convirtiendo en una tradición ganadera y de servicios, principalmente el turismo.

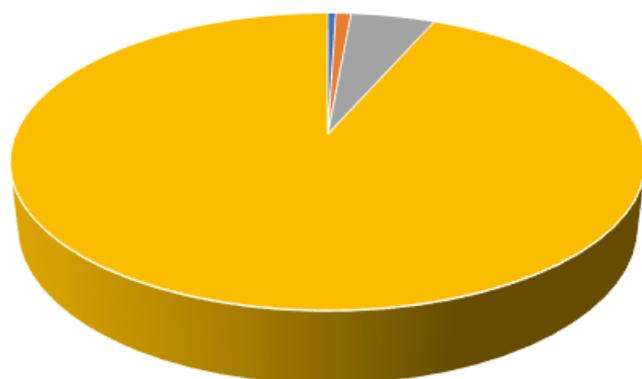
Sector económico

La tendencia de una localidad hacia determinado sector se puede cuantificar de manera adecuada por la cantidad de afiliados que tiene dicho sector a lo largo de los años. Para tal efecto, la unidad de medida es el “numero de afiliaciones a la seguridad social” en media anual. En la siguiente tabla podemos observar el total de afiliados durante los últimos años.

| Año | Afiliaciones |
|------|--------------|
| 2019 | 1183.75 |
| 2018 | 1200.00 |
| 2017 | 1146.25 |
| 2016 | 1075.75 |

Dentro de los afiliados en el año 2019 podemos observar que se distribuyen en los tres principales sectores económicos: agricultura, industria, construcción y servicios.

Porcentaje de afiliaciones a la seguridad social



| Sector | Porcentaje (%) |
|--------------|----------------|
| Agricultura | 0.49 |
| Industria | 0.93 |
| Construcción | 5.11 |
| Servicios | 93.47 |
| Total | 100 |

■ Agricultura ■ Industria ■ Construcción ■ Servicios

Ilustración 5: Porcentaje de afiliaciones a la seguridad social

Fuente: CNAE-09

Como podemos observar, es importante la presencia del sector servicios dentro de la economía del municipio de Benasque.

Ocupaciones

Dentro de las actividades económicas que tienen un mayor peso dentro del sector servicios están los siguientes:

- Servicios de alojamiento con 317.75 afiliaciones
- Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento con 198.75 afiliaciones
- Servicios de comidas y bebidas con 172.25 afiliaciones
- Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas con 175.25 afiliaciones
- Administración pública y defensa; seguridad social obligatoria con 44.5 afiliaciones

En menor medida se puede encontrar la construcción, educación, entre otras actividades. En el anexo 1 se puede ver a más detalle el número de afiliados por cada actividad según la clasificación nacional de actividades económicas (CNAE).

Para indicar más detalladamente las actividades económicas, el Instituto Aragonés de Estadística ofrece una base de datos del número de contratos laborales registrados hasta el año 2019.

| Ocupación | Nº de Contratos |
|--|-----------------|
| Camareros asalariados | 405 |
| Instructores de actividades deportivas | 354 |
| Ayudantes de cocina | 265 |
| Personal de limpieza de oficinas, hoteles y otros establecimientos similares | 148 |
| Vendedores en tiendas y almacenes | 95 |
| Monitores de actividades recreativas y de entretenimiento | 64 |
| Cocineros asalariados | 63 |
| Empleados administrativos con tareas de atención al público no clasificados bajo otros epígrafes | 36 |
| Recepcionistas de hoteles | 34 |
| Recepcionistas (excepto de hoteles) | 32 |

Ilustración 6: Número de contratos según la ocupación

Fuente: IAEST

El número de actividades anuales, al igual que el número de afiliados, es una forma de cuantificar el sector económico de determinado territorio. En este caso el IAEST recopila la cantidad de actividades económicas anuales, según el tipo de actividad económica clasificado según la CNAE. La base de datos más reciente es del año 2018 en la cual se observa un total de 779 actividades económicas repartidas de la siguiente manera:

- Agricultura, ganadería y pesca: 6
- Industria y energía: 12
- Construcción: 109
- Servicios: 652

Es notable la influencia del sector servicios con un 83.7% de las actividades económicas, seguida de un 14% del sector de la construcción. Del sector de servicios, resalta la hostelería con un 21.4%, comercio con un 17% y las actividades inmobiliarias con un 13.4% respecto del total de actividades. En el anexo 2 se puede consultar con más detalle

el número de actividades económicas que se realizaron por cada uno de los cuatro sectores y desde el año 2009.

Agricultura

La actividad agrícola y ganadera tiene una importante influencia en la generación de residuos orgánicos y contaminantes, en especial la actividad ganadera. En las siguientes tablas podemos observar información relevante obtenida del último censo agrario 2009 realizado en Benasque por parte del Instituto Nacional de Estadística.

Ganadería

| Ganadería | Número |
|---|--------|
| Nº de unidades ganaderas | 3.274 |
| Nº de cabezas de ganado Bovino | 4.405 |
| Nº de cabezas de ganado Ovino | 3.426 |
| Nº de cabezas de ganado Caprino | 138 |
| Nº de cabezas de ganado Porcino | 2.159 |
| Nº de cabezas de ganado Equino | 50 |
| Aves (excepto avestruces) | 20.090 |
| Conejas madres solo hembras reproductoras | 3 |
| Colmenas | 0 |

Ilustración 7: Datos del censo agrario 2019 de Benasque

Actividad agrícola

Principales indicadores

Superficie agrícola según tipo de cultivo (Ha)

| Indicadores | Valor | Total | Secano | Regadío | |
|--|----------|------------------------------|--------|---------|-----|
| Superficie agraria utilizada (SAU) (hectáreas) | 2.553,20 | Cereales para grano | 18,25 | 18,25 | 0,0 |
| % de SAU sobre superficie total del municipio | 10,93 | Leguminosas para grano | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| % explotaciones cuyo titular es persona física | 60,00 | Patata | 1,50 | 1,00 | 0,5 |
| Producción estándar total (miles de €) | 4.050,00 | Cultivos industriales | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| | | Cultivos forrajeros | 108,27 | 108,27 | 0,0 |
| | | Hortalizas, melones y fresas | 0,50 | 0,00 | 0,5 |
| | | Flores, plantas ornamentales | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| | | Semillas y plántulas | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| | | Frutales | 0,01 | 0,01 | 0,0 |
| | | Olivar | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| | | Viñedo | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| | | Barbechos | 5,01 | | |

Ilustración 8: Indicadores de la actividad agrícola en Benasque

Conclusiones

El municipio de Benasque cuenta actualmente con una población de 2155 habitantes residentes, de los cuales ha ido menguando a razón de 5 habitantes por año. Sin embargo, Benasque es un municipio que atiende un importante número de turistas y residentes con segunda residencia. Contabilizando la oferta turística, residentes y segundos residentes; se tendría una población máxima de aproximadamente 10000 personas, sin embargo, es muy conservador diseñar una obra civil para el máximo, por ello se considera un total de 7211 personas. Con este último dato, se puede comparar los habitantes en un periodo de máxima ocupación con los habitantes equivalentes calculados en función de la carga contaminante (que son 9000).

En cuanto a la industria de Benasque, se observa que el sector con mayor impacto en la economía de Benasque es el de servicios, con un 93.47%. Entre las actividades prestadas destacan la hostelería, actividades deportivas, de entretenimiento y servicios de comidas, por citar algunos.



Anexo 1

Actividades económicas CNAE

Año 2019 Unidad: media anual

| Código | Descripción | Afiliaciones |
|--------|---|--------------|
| 01 | Agricultura, ganadería, caza y servicios relacionados con las mismas | 5,75 |
| 02 | Silvicultura y explotación forestal | 0,00 |
| 03 | Pesca y acuicultura | 0,00 |
| 05 | Extracción de antracita, hulla y lignito | 0,00 |
| 06 | Extracción de crudo de petróleo y gas natural | 0,00 |
| 07 | Extracción de minerales metálicos | 0,00 |
| 08 | Otras industrias extractivas | 0,00 |
| 09 | Actividades de apoyo a las industrias extractivas | 0,00 |
| 10 | Industria de la alimentación | 2,25 |
| 11 | Fabricación de bebidas | 0,00 |
| 12 | Industria del tabaco | 0,00 |
| 13 | Industria textil | 0,00 |
| 14 | Confección de prendas de vestir | 0,00 |
| 15 | Industria del cuero y del calzado | 0,00 |
| 16 | Industria de la madera y del corcho, excepto muebles; cestería y espartería | 3,00 |
| 17 | Industria del papel | 0,00 |
| 18 | Artes gráficas y reproducción de soportes grabados | 0,00 |
| 19 | Coquerías y refino de petróleo | 0,00 |
| 20 | Industria química | 0,00 |
| 21 | Fabricación de productos farmacéuticos | 0,00 |
| 22 | Fabricación de productos de caucho y plásticos | 0,00 |
| 23 | Fabricación de otros productos minerales no metálicos | 0,00 |
| 24 | Metalurgia; fabricación de productos de hierro, acero y ferroaleaciones | 0,00 |
| 25 | Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo | 0,00 |
| 26 | Fabricación de productos informáticos, electrónicos y ópticos | 0,00 |
| 27 | Fabricación de material y equipo eléctrico | 0,00 |
| 28 | Fabricación de maquinaria y equipo n.c.o.p. | 0,00 |
| 29 | Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques | 0,00 |
| 30 | Fabricación de otro material de transporte | 0,00 |
| 31 | Fabricación de muebles | 0,00 |
| 32 | Otras industrias manufactureras | 0,00 |
| 33 | Reparación e instalación de maquinaria y equipo | 0,00 |

| Código | Descripción | Afiliaciones |
|--------|--|--------------|
| 34 | Fabricación de vehículos de motor, remolques y semirremolques | 0,00 |
| 35 | Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado | 5,75 |
| 36 | Captación, depuración y distribución de agua | 0,00 |
| 37 | Recogida y tratamiento de aguas residuales | 0,00 |
| 38 | Recogida, tratamiento y eliminación de residuos; valorización | 0,00 |
| 39 | Actividades de descontaminación y otros servicios de gestión de residuos | 0,00 |
| 40 | Producción y distribución de energía eléctrica, gas, vapor y agua caliente | 0,00 |
| 41 | Construcción de edificios | 31,50 |
| 42 | Ingeniería civil | 0,25 |
| 43 | Actividades de construcción especializada | 28,75 |
| 45 | Venta y reparación de vehículos de motor y motocicletas | 4,00 |
| 46 | Comercio al por mayor e intermediarios del comercio, excepto de vehículos de motor y motocicletas | 14,00 |
| 47 | Comercio al por menor, excepto de vehículos de motor y motocicletas | 175,25 |
| 49 | Transporte terrestre y por tubería | 11,25 |
| 50 | Transporte marítimo y por vías navegables interiores | 0,00 |
| 51 | Transporte aéreo | 0,00 |
| 52 | Almacenamiento y actividades anexas al transporte | 0,00 |
| 53 | Actividades postales y de correos | 0,00 |
| 55 | Servicios de alojamiento | 317,75 |
| 56 | Servicios de comidas y bebidas | 172,25 |
| 58 | Edición | 1,25 |
| 59 | Actividades cinematográficas, de vídeo y de programas de televisión, grabación de sonido y edición musical | 0,00 |
| 60 | Actividades de programación y emisión de radio y televisión | 2,00 |
| 61 | Telecomunicaciones | 0,00 |
| 62 | Programación, consultoría y otras actividades relacionadas con la informática | 1,00 |
| 63 | Servicios de información | 0,75 |
| 64 | Servicios financieros, excepto seguros y fondos de pensiones | 0,00 |
| 65 | Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto Seguridad Social obligatoria | 1,00 |
| 66 | Actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros | 1,75 |

| | | |
|----|---|--------|
| 65 | Seguros, reaseguros y fondos de pensiones, excepto Seguridad Social obligatoria | 1,00 |
| 66 | Actividades auxiliares a los servicios financieros y a los seguros | 1,75 |
| 68 | Actividades inmobiliarias | 10,50 |
| 69 | Actividades jurídicas y de contabilidad | 10,50 |
| 70 | Actividades de las sedes centrales; actividades de consultoría de gestión empresarial | 5,50 |
| 71 | Servicios técnicos de arquitectura e ingeniería; ensayos y análisis técnicos | 3,00 |
| 72 | Investigación y desarrollo | 0,25 |
| 73 | Publicidad y estudios de mercado | 0,00 |
| 74 | Otras actividades profesionales, científicas y técnicas | 3,75 |
| 75 | Actividades veterinarias | 1,00 |
| 77 | Actividades de alquiler | 9,75 |
| 78 | Actividades relacionadas con el empleo | 0,00 |
| 79 | Actividades de agencias de viajes, operadores turísticos, servicios de reservas y actividades relacionadas con los mismos | 0,75 |
| 80 | Actividades de seguridad e investigación | 0,00 |
| 81 | Servicios a edificios y actividades de jardinería | 8,00 |
| 82 | Actividades administrativas de oficina y otras actividades auxiliares a las empresas | 2,00 |
| 84 | Administración Pública y defensa; Seguridad Social obligatoria | 44,50 |
| 85 | Educación | 37,25 |
| 86 | Actividades sanitarias | 17,50 |
| 87 | Asistencia en establecimientos residenciales | 0,00 |
| 88 | Actividades de servicios sociales sin alojamiento | 10,25 |
| 90 | Actividades de creación, artísticas y espectáculos | 1,00 |
| 91 | Actividades de bibliotecas, archivos, museos y otras actividades culturales | 2,00 |
| 92 | Actividades de juegos de azar y apuestas | 0,00 |
| 93 | Actividades deportivas, recreativas y de entretenimiento | 198,75 |
| 94 | Actividades asociativas | 9,50 |
| 95 | Reparación de ordenadores, efectos personales y artículos de uso doméstico | 3,75 |
| 96 | Otros servicios personales | 19,00 |
| 97 | Actividades de los hogares como empleadores de personal doméstico | 5,75 |
| 98 | Actividades de los hogares como productores de bienes y servicios para uso propio | 0,00 |
| 99 | Actividades de organizaciones y organismos extraterritoriales | 0,00 |



Anexo 2



Actividades económicas en el territorio según sector y agrupación de actividad (CNAE-2009). Municipio

Unidad: número de actividades anual.

Fuente: Instituto Aragonés de Estadística según registros económicos del Departamento de Hacienda y Administración Pública del Gobierno de Aragón.

[Metodología](#)

Municipio código: 22054

Municipio: Benasque

| Sector | Rama de actividad | Año | | | | | | | | | |
|--------------------------------|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 |
| Total | | 634 | 662 | 719 | 609 | 719 | 614 | 753 | 795 | 763 | 779 |
| Agricultura, ganadería y pesca | Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca (cnae 01, 02, 03) | 4 | 2 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 6 |
| Industria y energía | Industrias extractivas (cnae 05, 06, 07, 08, 09) | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | | |
| | Industria de la alimentación, bebidas y tabaco (cnae 10, 11, 12) | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 4 | 7 | 6 | 5 | 5 |
| | Industria textil, confección de prendas de vestir, cuero y calzado (cnae 13, 14, 15) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| | Industria de la madera y corcho, papel y artes gráficas (cnae 16, 17, 18) | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | Suministro de energía eléctrica, gas, vapor y aire acondicionado (cnae 35) | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Construcción | Construcción (cnae 41, 42, 43) | 124 | 114 | 129 | 90 | 111 | 91 | 105 | 101 | 105 | 109 |
| Servicios | Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos de motor y motocicletas (cnae 45, 46, 47) | 130 | 148 | 160 | 154 | 164 | 140 | 160 | 161 | 141 | 132 |
| | Transporte y almacenamiento (cnae 49, 50, 51, 52, 53) | 11 | 9 | 9 | 8 | 10 | 9 | 10 | 11 | 10 | 11 |
| | Hostelería (cnae 55, 56) | 161 | 179 | 180 | 139 | 165 | 140 | 170 | 177 | 172 | 167 |
| | Información y comunicaciones (cnae 58, 59, 60, 61, 62, 63) | 8 | 7 | 8 | 8 | 10 | 6 | 9 | 10 | 9 | 11 |
| | Actividades financieras y de seguros (cnae 64, 65, 66) | 12 | 10 | 13 | 13 | 14 | 13 | 15 | 15 | 13 | 10 |
| | Actividades inmobiliarias (cnae 68) | 42 | 46 | 53 | 53 | 55 | 54 | 68 | 88 | 84 | 104 |
| | Actividades profesionales, científicas y técnicas (cnae 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75) | 23 | 28 | 30 | 23 | 31 | 24 | 37 | 37 | 34 | 36 |
| | Actividades administrativas y servicios auxiliares (cnae 77, 78, 79, 80, 81, 82) | 45 | 43 | 42 | 40 | 50 | 44 | 49 | 54 | 50 | 57 |
| | Educación (cnae 85) | 28 | 29 | 39 | 29 | 44 | 36 | 54 | 53 | 57 | 56 |
| | Actividades sanitarias y de servicios sociales (cnae 86, 87, 88) | 5 | 6 | 10 | 7 | 10 | 9 | 14 | 14 | 13 | 13 |
| | Actividades artísticas, recreativas y de entretenimiento (cnae 90, 91, 92, 93) | 13 | 10 | 12 | 11 | 19 | 16 | 25 | 32 | 31 | 26 |
| | Otros servicios (cnae 94, 95, 96) | 19 | 22 | 20 | 19 | 21 | 18 | 20 | 25 | 29 | 29 |



Anexo N°2: Caudales y Carga Contaminante

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION..... | 3 |
| METODOLOGÍA..... | 4 |
| Trabajos de campo..... | 4 |
| B-1 Vertido principal – vertido al río..... | 4 |
| B-2 Vertido en carretera general dirección a Eriste. Desvío al puente dirección Anciles..... | 5 |
| B3 Apartamentos de la carretera de Anciles..... | 6 |
| B4 Piscina Municipal..... | 6 |
| A1 Anciles..... | 6 |
| Trabajo gabinete..... | 9 |
| Análisis de los resultados..... | 14 |
| Parámetros para el dimensionamiento de la depuradora..... | 15 |

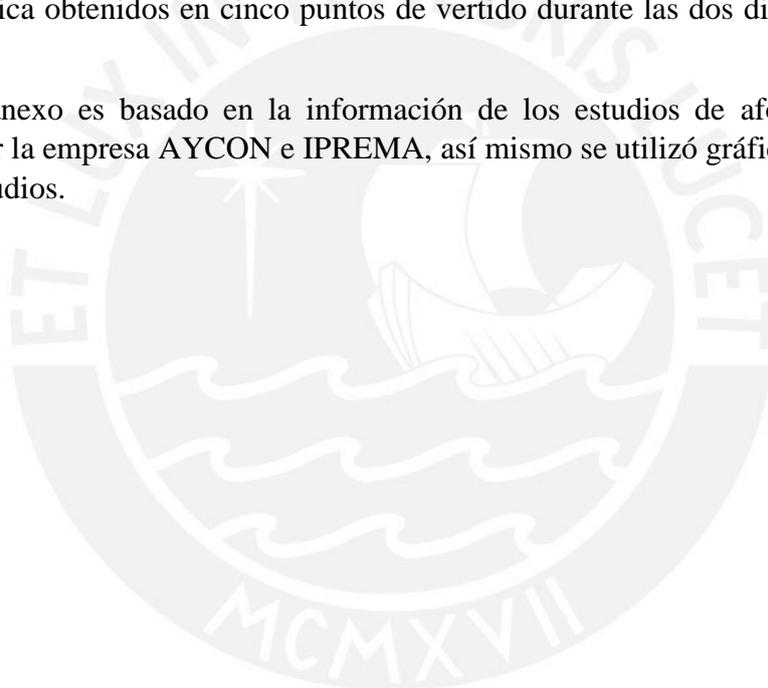


INTRODUCCION

La analítica y el caudal son parámetros fundamentales y básicos en un diseño y dimensionamiento de una estación depuradora de aguas residuales, por tal motivo, es de suma importancia realizar un correcto estudio de las cargas contaminantes a eliminar, así como los caudales máximos, mínimos y un valor representativo.

El estudio consiste en realizar un muestreo de los distintos puntos de vertido observados de las localidades del valle de Benasque que serán de requerimiento para la depuradora a dimensionar en el presente proyecto. Se realizaron dos estudios de aforo y analítica en dos años seguidos, pero en distintos meses del año, ya que los requerimientos de depuración son distintos en épocas de mayor afluencia turística, que generalmente es a inicios de año en donde en Benasque se practica muchas actividades como el sky en nieve y montañas. El primer estudio de analítica se realizó en agosto del 2017 por parte de la empresa AYCON S.A, mientras que el segundo estudio se realizó en febrero del 2018 por IPREMA. El presente anexo se mostrará y comentará los resultados de los estudios de aforo y analítica obtenidos en cinco puntos de vertido durante las dos diferentes etapas del año.

El presente anexo es basado en la información de los estudios de aforo y analítica realizados por la empresa AYCON e IPREMA, así mismo se utilizó gráficos e imágenes de dichos estudios.



METODOLOGÍA

Trabajos de campo

En el trabajo de campo se fue a la zona de estudio para realizar una toma de muestras integradas proporcional al caudal que se ha transportado al laboratorio, debidamente refrigeradas. También se midió el caudal en cinco puntos vertidos durante dos a tres días. Estos cinco puntos de vertido son los siguientes:

B-1 Vertido principal – vertido al río

Es el colector principal del casco urbano de Benasque. Recoge los vertidos de las viviendas, hoteles y del polígono industrial previo ubicado junto a la carretera a Francia. La arqueta colectora se encuentra junto al muro de la margen izquierda del río Ésera, al comienzo de la carretera de Anciles. A esta arqueta llega dos tuberías que son la del casco urbano y por debajo otro tubo de la lavandería y los hoteles de la margen izquierda de la carretera de Anciles. A estos dos tubos no es posible muestrearlos en conjunto, por lo que se estudiaron por separado con el nombre de B-1-1 para el tubo de la ciudad y B-1-2 para el tubo de la lavandería y hoteles.

Las coordenadas según el sistema geodésico ETRS89 de esta arqueta son las siguientes:

| HUSO | UTMX | UTMY |
|------|---------|-----------|
| 31 | 296.713 | 4.719.590 |

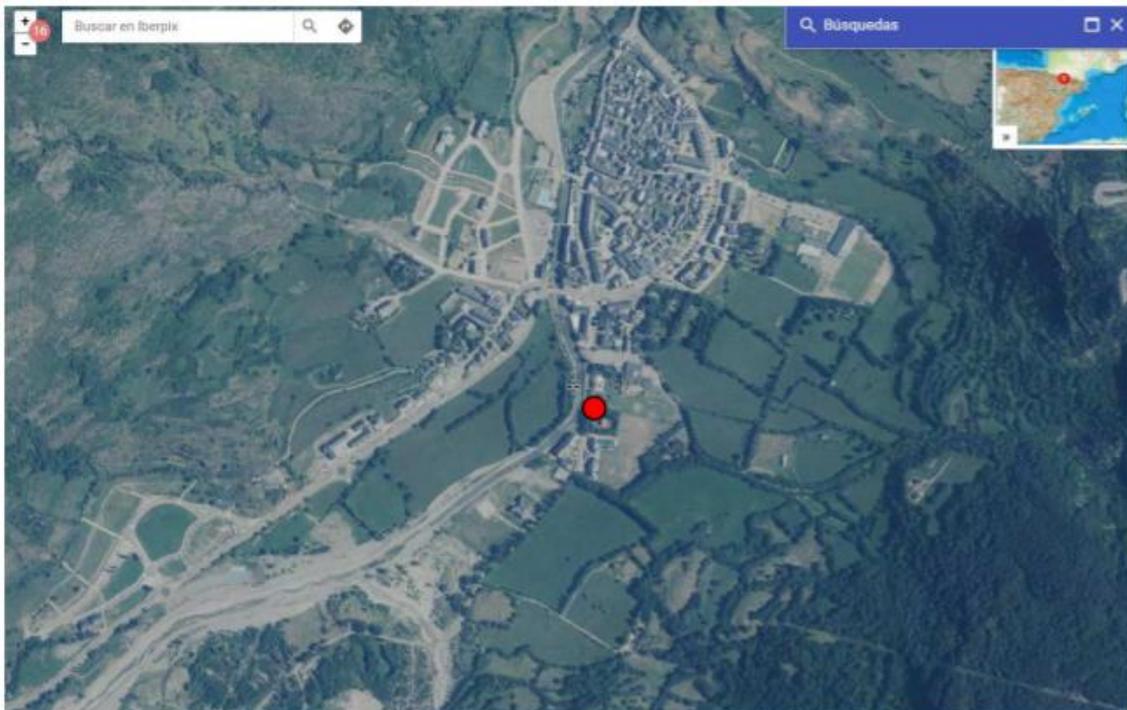


Ilustración 1: Punto de vertido principal

B-1-1 Vertido principal red colectores procedentes del núcleo urbano

Esta ubicado en la carretera de Anciles, cerca del Hotel Aneto. Es un pozo de 70cm de diámetro y una profundidad de 1.5 metros. A este pozo llega el vertido principal del

pueblo. Las coordenadas según el sistema geodésico ETRS89 del punto de muestreo son las siguientes:

| HUSO | UTMX | UTMY |
|------|---------|-----------|
| 31 | 296.712 | 4.719.528 |

B-1-2 vertido lavandería y Hotel Spa Benasque

Pozo de 50cm de diámetro y una profundidad de 2 metros al que llega un tubo con los vertidos de la lavandería, hoteles y apartamentos. Las coordenadas según el sistema geodésico ETRS89 del punto de muestreo son las siguientes:

| HUSO | UTMX | UTMY |
|------|---------|-----------|
| 31 | 296.712 | 4.719.528 |

B-2 Vertido en carretera general dirección a Eriste. Desvío al puente dirección Anciles
 Recoge todos los vertidos de las edificaciones de la margen derecha del río Ésera: Escuela de Montaña, Barranco San Antón, Hotel Vallibierna, Área fluvial 4 (conjunto de apartamentos). La fosa séptica, actualmente, se encuentra en desuso por falta de mantenimiento y el vertido va conducido directamente al río Ésera. Las coordenadas según el sistema geodésico ETRS89 del punto de muestreo son las siguientes:

| HUSO | UTMX | UTMY |
|------|---------|-----------|
| 31 | 295.482 | 4.718.823 |

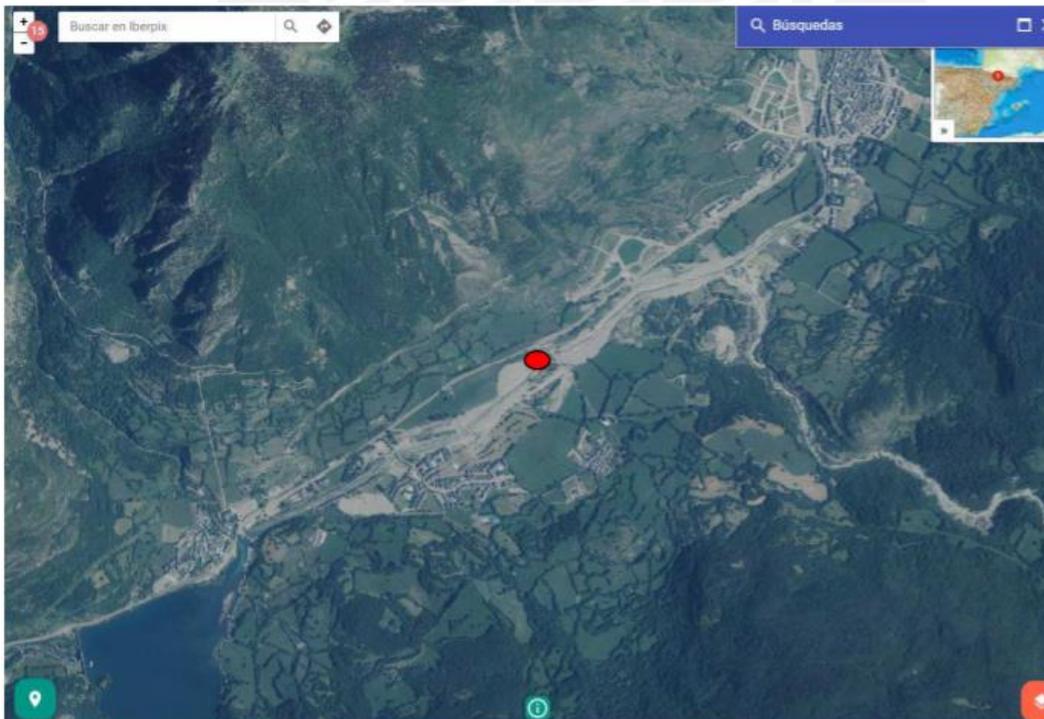


Ilustración 2: Punto de vertido en la margen derecha del río Esera

B3 Apartamentos de la carretera de Anciles

Vertido procedente de un pequeño número de apartamentos ubicados en la carretera de Anciles, antes del cuartel de la Guardia Civil. Las coordenadas según el sistema geodésico ETRS89 del punto de muestreo son las siguientes:

| HUSO | UTMX | UTMY |
|------|---------|-----------|
| 31 | 296.639 | 4.719.376 |

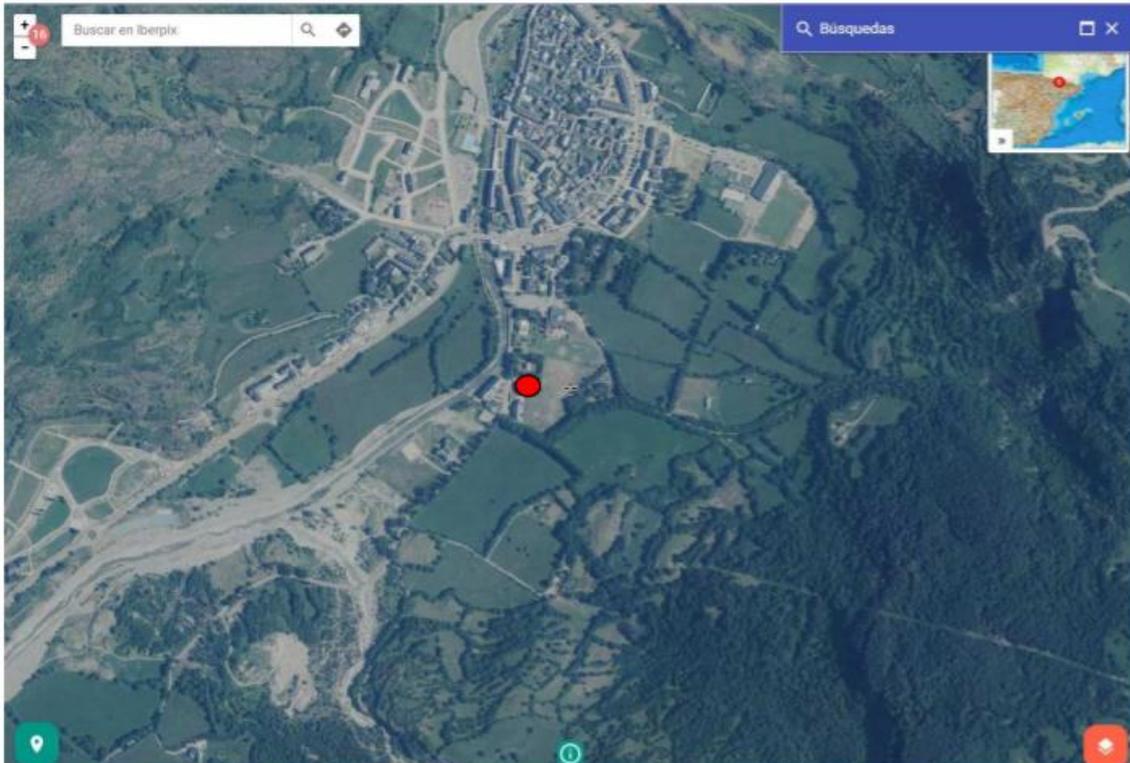


Ilustración 3: Vertido de los apartamentos carretera de Anciles

B4 Piscina Municipal

Los vertidos de los aseos, desagüe y limpieza de filtros de la piscina municipal se muestrean en una arqueta en el muro de la piscina. El vertido se realiza por las tardes, a la hora en que la piscina cierra.

A1 Anciles

En el núcleo urbano de Anciles existe un punto de vertido, que pasa por una depuradora obsoleta que esta ubicada en lo que en un futuro será la EBAR 2, luego el vertido es conducido por debajo del puente paralelamente a la margen izquierda del río Ésera a unos 300 metros en donde se vierten directamente al río. Las coordenadas según el sistema geodésico ETRS89 dl punto de muestreo son las siguientes:

| HUSO | UTMX | UTMY |
|------|---------|-----------|
| 31 | 294.692 | 4.718.291 |

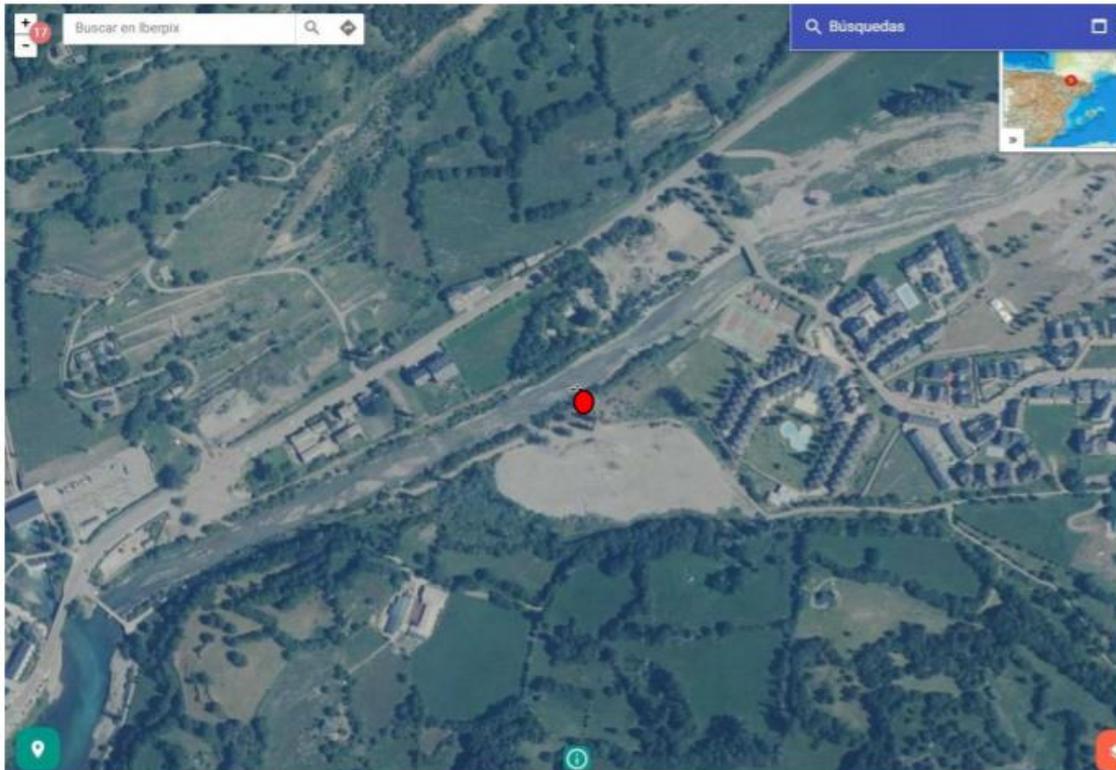


Ilustración 4: Punto de vertido de la localidad de Anciles

Planificación y toma de muestras

El muestreo realizado en agosto 2017 fue desde las 20:00 horas del día 20 al 22 de agosto para el vertido principal A-1 y con una frecuencia de una hora para cada muestra. Para el muestreo de los otros puntos de vertido, fue desde las 9:00 horas del día 20 al 23 de agosto.

| Fecha | Horas | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| A1 Vertido Principal 20-2208/2017 (domingo / lunes /martes) | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 | |
| | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 |
| | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | 09:00 |
| | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 | 14:00 |
| | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 | 19:00 |

Ilustración 5: Muestreo del punto A1 en 2017

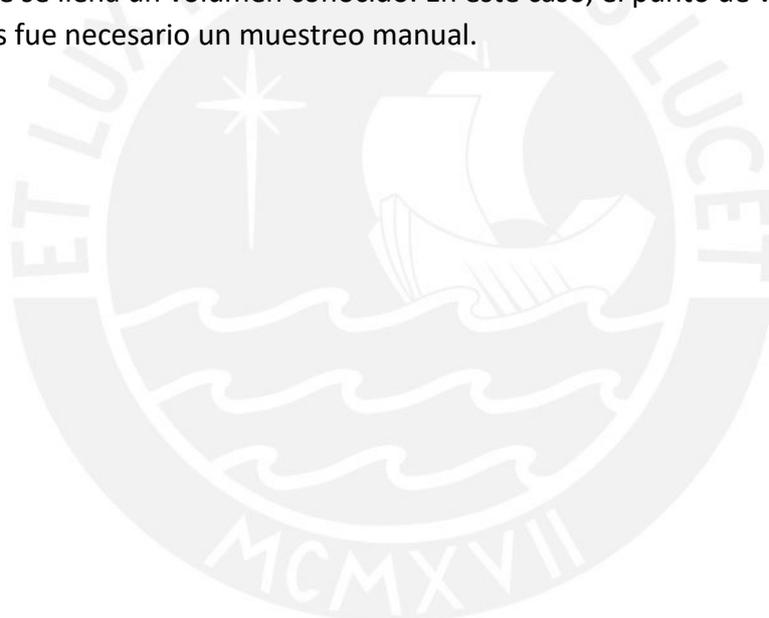
| Fecha | Horas | | | | |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| 20 9:00 H -23 8:00 H/08/2017 (jueves/viernes/sábado/domingo) | 09:00 | 10:00 | 11:00 | 12:00 | 13:00 |
| | 14:00 | 15:00 | 16:00 | 17:00 | 18:00 |
| | 19:00 | 20:00 | 21:00 | 22:00 | 23:00 |
| | 00:00 | 01:00 | 02:00 | 03:00 | 04:00 |
| | 05:00 | 06:00 | 07:00 | 08:00 | |

Ilustración 6: Muestreo de los puntos B-1, B-2, B-3, B-4 en 2017

| Punto control | Fecha y hora inicio | Fecha y hora fin | Muestreo |
|------------------------------------|---------------------|--------------------|------------|
| Vertido principal Anciles | 23/02/2018 – 15:15 | 25/02/2018 – 15:15 | automático |
| Vertido principal núcleo urbano | 23/02/2018 – 17:15 | 25/02/2018 – 17:15 | automático |
| Vertido principal lavandería y spa | 23/02/2018 – 19:15 | 25/02/2018 – 19:15 | automático |
| Vertido margen derecha | 23/02/2018 – 16:15 | 25/02/2018 – 16:15 | automático |
| Vertido apartamentos | 23/02/2018 – 14:30 | 25/02/2018 – 14:30 | manual |

Ilustración 7: Muestreo en 2018

En cuanto a la medida de caudales, se utilizó un caudalímetro portátil, el cual es un instrumento digital que mide la velocidad del fluido y se multiplica por la superficie de sección transversal por la cual circula el fluido de agua residual. En los puntos en los que no se pudo utilizar el caudalímetro, se procedió a calcular el caudal, calculando el tiempo en que se llena un volumen conocido. En este caso, el punto de vertido B3 de apartamentos fue necesario un muestreo manual.



Trabajo gabinete

El trabajo en gabinete consiste en las siguientes tareas, para cada punto de muestreo y para el conjunto de estos.

- Configuración del hidrograma medio global
- Calculo de las cargas contaminantes representativas (DBO5, DQO, Ntk, N-NH4 y Pt)
- Comparación entre habitantes equivalentes y población residente indicada en el anexo 1 de población e industria.
- Comparación de los resultados obtenidos con el objetivo de comprobar la coherencia, según algunos ratios producto de la experiencia en proyectos similares:
 - o DBO5: 60g/habitante y día
 - o DQO: 60g/habitante y día
 - o Ntk: 12g/habitante y día
 - o N-NH4: 9g/habitante y día
 - o Pt: 2g/habitante y día



Resultados de las campañas de aforo y analítica

Primera campaña (agosto de 2017)

Vertido principal de Benasque

| PV B1-1 Benasque | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | | |
|------------------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|----|
| Día | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT | |
| Día 1 | D | 1.263 | 97 | 167 | 76 | 18 | 123 | 211 | 96 | 23 |
| Día 2 | L | 1.602 | 105 | 189 | 80 | 25 | 168 | 303 | 128 | 40 |
| Día 3 | M | 1.591 | 95 | 162 | 60 | 12 | 151 | 258 | 95 | 19 |

Vertido de lavandería y Hotel Spa Benasque

| PV B1-2 Benasque | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | | |
|------------------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|---|
| Día | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT | |
| Día 1 | D | 347 | 28 | 46 | 18 | 5 | 10 | 16 | 6,2 | 2 |
| Día 2 | L | 491 | 31 | 50 | 20 | 5 | 15 | 25 | 10 | 2 |
| Día 3 | M | 439 | 37 | 63 | 32 | 5 | 16 | 28 | 14 | 2 |

Vertido puente de Anciles-Margen derecha de Benasque

| PV B2 Benasque | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | | |
|----------------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|----|
| Día | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT | |
| Día 1 | D | 376 | 215 | 419 | 202 | 49 | 81 | 158 | 76 | 18 |
| Día 2 | L | 343 | 185 | 380 | 140 | 43 | 63 | 130 | 48 | 15 |
| Día 3 | M | 380 | 227 | 434 | 164 | 41 | 86 | 165 | 62 | 16 |

Vertido Guardia Civil y grupo de apartamentos

| PV B3 Benasque | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | | |
|----------------|--------|------------------------|-----|------|-----|-----------------|-----|-----|-----|---|
| Día | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT | |
| Día 1 | D | 14 | 680 | 1372 | 448 | 91 | 10 | 20 | 6,4 | 1 |
| Día 2 | L | 12 | 738 | 1643 | 456 | 109 | 9 | 20 | 6 | 1 |
| Día 3 | M | 13 | 732 | 1640 | 308 | 116 | 9 | 21 | 4 | 1 |

Anciles y urbanización Linsoles

| PV A1 Anciles | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | | |
|---------------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|----|
| Día | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT | |
| Día 1 | D | 392 | 178 | 292 | 92 | 55 | 70 | 114 | 36 | 22 |
| Día 2 | L | 354 | 186 | 304 | 94 | 67 | 66 | 108 | 33 | 24 |
| Día 3 | M | 371 | 183 | 311 | 68 | 24 | 68 | 115 | 25 | 9 |

| Medias | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|------------------|--------|------------------------|-------|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Punto | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| PV B1-1 Benasque | 1.485 | 99 | 173 | 72 | 18 | 147 | 257 | 106 | 27 |
| PV B1-2 Benasque | 426 | 32 | 53 | 23 | 5 | 14 | 23 | 10 | 2 |
| PV B2 Benasque | 366 | 209 | 411 | 169 | 44 | 77 | 151 | 62 | 16 |
| PV B3 Benasque | 13 | 717 | 1.552 | 404 | 105 | 9 | 20 | 5 | 1 |
| PV A1 Anciles | 372 | 182 | 302 | 85 | 49 | 68 | 112 | 31 | 18 |
| Global | 2.663 | 118 | 211 | 81 | 24 | 315 | 564 | 215 | 65 |

| Ratios | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | |
|------------------|--------|------------------------|---------|---------|---------|
| Punto | m3/día | DBO5 | DQO/DBO | SST/DBO | NKT/DBO |
| PV B1-1 Benasque | 1.485 | 99 | 1,74 | 0,73 | 0,19 |
| PV B1-2 Benasque | 426 | 32 | 1,66 | 0,73 | 0,16 |
| PV B2 Benasque | 366 | 209 | 1,97 | 0,81 | 0,21 |
| PV B3 Benasque | 13 | 717 | 2,17 | 0,56 | 0,15 |
| PV A1 Anciles | 372 | 182 | 1,66 | 0,46 | 0,27 |
| Global | 2.663 | 118 | 1,79 | 0,68 | 0,21 |

| Resumen | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|-----------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Estudio | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Análisis | 2.663 | 118 | 211 | 81 | 24 | 315 | 564 | 215 | 65 |
| Adoptados | 2.700 | 166 | 300 | 200 | 40 | 450 | 810 | 540 | 108 |

| Resumen | Caudal | Diseño | |
|-----------|--------|--------|---------------------|
| Estudio | m3/día | Hab.eq | Dotación (l/hab.eq) |
| Análisis | 2.663 | 5.250 | 507 |
| Adoptados | 2.700 | 7.500 | 360 |

| Caudales por tramos | | Caudal analítica | | Caudal adoptado | |
|---------------------|---------------------|------------------|--------|-----------------|--------|
| Tramo | Vertidos recogidos | m3/día | m3/h | m3/día | m3/h |
| COL 1.1 | B1-1, B1-2 y B3 | 1.924 | 80,18 | 1.951 | 81,30 |
| COL 1.2 | B1-1, B1-2, B2 y B3 | 2.290 | 95,44 | 2.322 | 96,77 |
| COL 2 | A1 | 372 | 15,51 | 378 | 15,73 |
| COL_3 | Todos | 2.663 | 110,95 | 2.700 | 112,50 |



Segunda campaña (febrero 2018)

Vertido principal de Benasque

| PV B1-1 Benasque | | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|------------------|-----|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Día | | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Día 1 | V-S | 1.264 | 260 | 617 | 136 | 69 | 329 | 780 | 172 | 87 |
| Día 2 | S-D | 1.286 | 260 | 640 | 187 | 74 | 334 | 823 | 240 | 95 |

Vertido de lavandería y Hotel Spa Benasque

| PV B1-2 Benasque | | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|------------------|-----|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Día | | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Día 1 | V-S | 215 | 18 | 42 | 23 | 5 | 4 | 9 | 5 | 1 |
| Día 2 | S-D | 418 | 34 | 91 | 36 | 9 | 14 | 38 | 15 | 4 |

Vertido puente de Anciles-Margen derecha de Benasque

| PV B2 Benasque | | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|----------------|-----|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Día | | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Día 1 | V-S | 382 | 170 | 387 | 161 | 96 | 65 | 148 | 62 | 37 |
| Día 2 | S-D | 322 | 180 | 475 | 118 | 109 | 58 | 153 | 38 | 35 |

Vertido Guardia Civil y grupo de apartamentos

| PV B3 Benasque | | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|----------------|-----|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Día | | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Día 1 | V-S | 11 | 290 | 528 | 227 | 100 | 3 | 6 | 3 | 1 |
| Día 2 | S-D | 12 | 210 | 535 | 141 | 53 | 2 | 6 | 2 | 1 |

Anciles y urbanización Linsoles

| PV A1 Anciles | | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|---------------|-----|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-----|-----|-----|
| Día | | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Día 1 | V-S | 273 | 52 | 117 | 104 | 32 | 14 | 32 | 28 | 9 |
| Día 2 | S-D | 444 | 120 | 389 | 91 | 47 | 53 | 173 | 40 | 21 |



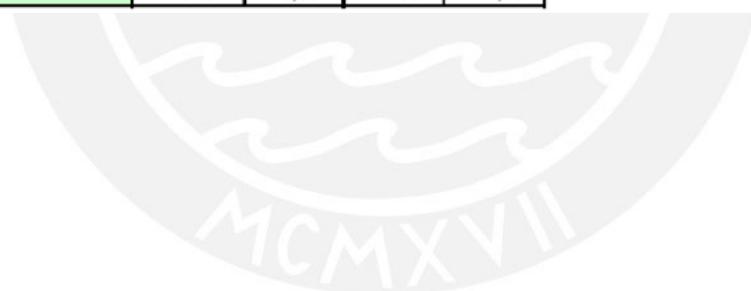
| Medias | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|------------------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-------|-----|-----|
| Punto | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| PV B1-1 Benasque | 1.275 | 260 | 629 | 162 | 72 | 331 | 801 | 206 | 91 |
| PV B1-2 Benasque | 316 | 26 | 67 | 30 | 7 | 9 | 24 | 10 | 2 |
| PV B2 Benasque | 352 | 175 | 431 | 140 | 103 | 61 | 150 | 50 | 36 |
| PV B3 Benasque | 12 | 250 | 532 | 184 | 77 | 3 | 6 | 2 | 1 |
| PV A1 Anciles | 359 | 86 | 253 | 98 | 40 | 34 | 102 | 34 | 15 |
| Global | 2.313 | 188 | 463 | 130 | 62 | 439 | 1.084 | 302 | 144 |

| Ratios | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | |
|------------------|--------|------------------------|---------|---------|---------|
| Punto | m3/día | DBO5 | DQO/DBO | SST/DBO | NKT/DBO |
| PV B1-1 Benasque | 1.275 | 260 | 2,42 | 0,62 | 0,28 |
| PV B1-2 Benasque | 316 | 26 | 2,56 | 1,13 | 0,27 |
| PV B2 Benasque | 352 | 175 | 2,46 | 0,80 | 0,59 |
| PV B3 Benasque | 12 | 250 | 2,13 | 0,74 | 0,31 |
| PV A1 Anciles | 359 | 86 | 2,94 | 1,13 | 0,46 |
| Global | 2.313 | 188 | 2,46 | 0,69 | 0,33 |

| Resumen | Caudal | Concentraciones (mg/l) | | | | Cargas (kg/día) | | | |
|-----------|--------|------------------------|-----|-----|-----|-----------------|-------|-----|-----|
| Estudio | m3/día | DBO5 | DQO | SST | NKT | DBO5 | DQO | SST | NKT |
| Análisis | 2.313 | 188 | 463 | 130 | 62 | 439 | 1.084 | 302 | 144 |
| Adoptados | 2.700 | 200 | 500 | 150 | 65 | 540 | 1.350 | 405 | 176 |

| Resumen | Caudal | Diseño | |
|-----------|--------|--------|---------------------|
| Estudio | m3/día | Hab.eq | Dotación (l/hab.eq) |
| Análisis | 2.313 | 7.310 | 316,48 |
| Adoptados | 2.700 | 9.000 | 300,00 |

| Caudales por tramos | | Caudal analítica | | Caudal adoptado | |
|---------------------|---------------------|------------------|-------|-----------------|--------|
| Tramo | Vertidos recogidos | m3/día | m3/h | m3/día | m3/h |
| COL_1.1 | B1-1, B1-2 y B3 | 1.602 | 66,77 | 1.870 | 77,93 |
| COL_1.2 | B1-1, B1-2, B2 y B3 | 1.955 | 81,44 | 2.281 | 95,05 |
| COL_2 | A1 | 359 | 14,95 | 419 | 17,45 |
| COL_3 | Todos | 2.313 | 96,39 | 2.700 | 112,50 |



Análisis de los resultados

Según el estudio de analítica y aforos del año 2017, el caudal máximo registrado fue de 2663 metros cúbicos por día. Mientras que el estudio realizado el año 2018 indica que la máxima carga contaminante fue de 7310 habitantes equivalentes. Este último se debe comparar con los habitantes máximos previstos estimados en el anexo número uno de población e industria.

| Distribución habitantes | Habitantes potenciales | coeficiente simultaneidad | habitantes maximos previstos |
|-------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Población residente | 2060 | 1 | 2060 |
| Segunda residencia | 4542 | 0.5 | 2271 |
| Plazas turísticas | 3600 | 0.8 | 2880 |
| TOTAL | 10202 | | 7211 |

Los 7310 de máxima carga contaminante como resultado del estudio concuerda con la ocupación obtenida en la anterior tabla (7211).

Se comparará las cargas contaminantes en kilogramos por día de cada contaminante con los ratios más comunes en este tipo de localidades, indicados líneas arriba en el apartado de trabajo de gabinete.

| | Cargas (g/hd) | | | | | Cargas(kg/d) | | | | | |
|------------------------|---------------|-----|-----|------|-----|--------------|-------|-----|-------|------|-------|
| | DBO5 | DQO | SST | NKT | Pt | DBO5 | DQO | SST | NKT | Pt | He |
| Habitantes estadística | 60 | 150 | 60 | 12,0 | 2,0 | 432 | 1.081 | 432 | 86,5 | 14,4 | 7.205 |
| Campaña dic 2017 | 60 | 107 | 41 | 12,4 | 0,4 | 315 | 564 | 215 | 65,0 | 2,1 | 5.250 |
| Campaña feb 2018 | 60 | 148 | 41 | 19,7 | 0,6 | 439 | 1.084 | 302 | 144,4 | 4,4 | 7.310 |

El apartado “habitantes estadística” hace referencia a los ratios más usuales producto de la estadística. También se puede observar los ratios de las campañas de realizadas en el 2017 y 2018 para una mejor interpretación de los resultados. La campaña de aforo de 2018 se asemeja más a lo esperado que la campaña de 2017, sin embargo, nótese que los valores de NTK y Pt resultan atípicos en ambas campañas. El fosforo encontrado se observa que es mucho menor, mientras que el nitrógeno resulta muy elevado con una concentración resultante de 65 mg/l. Este valor será modificado para el dimensionamiento de la depuradora, ya que no se ha encontrado industrias o alguna fuente en Benasque que haga subir la concentración de manera importante de nitrógeno. Suma a ello, se menciona que hubo una incidencia en la toma de muestras en el día 23 de febrero de 2018 hasta el 24 de febrero de 2018, en la cual se produjo una obturación de la boquilla de aspiración del equipo que toma muestras automático por acumulado de toallitas y otros residuos sólidos, por lo que no se continuo con el muestreo desde las 3:00 horas hasta el final del muestreo, en el punto de control del vertido principal del núcleo urbano de Benasque. El nuevo valor a considerar será de 50 mg/l de concentración de NTK.

Parámetros para el dimensionamiento de la depuradora
Caudales

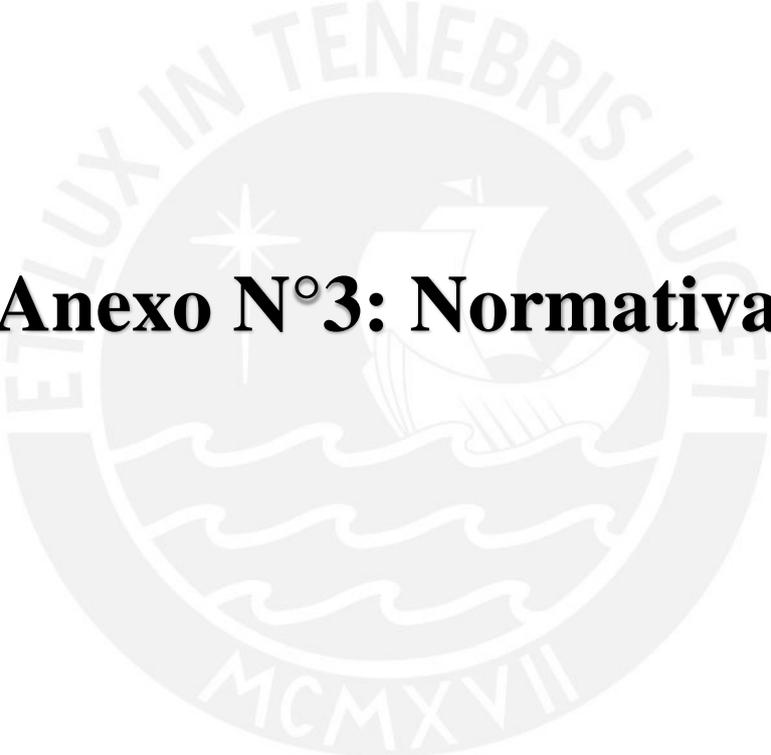
| Caudal | Nomenclatura | m3/d |
|-------------------------------|--------------|-------|
| Medio diario | Qmed | 2700 |
| Máximo pretratamiento | Qmaxpret | 13500 |
| Máximo después pretratamiento | Qmaxdespret | 6750 |

Características del agua residual

| Contaminante | Nomenclatura | | Unidad |
|------------------------------|--------------|-----|--------|
| Demanda biológica de oxígeno | DBO5 | 200 | mg/l |
| Solidos en suspensión | SST | 150 | mg/l |
| Nitrogeno | NTK | 50 | mg/l |
| Fósforo | PT | 5 | mg/l |
| Temperatura | Tverano | 22 | °C |
| Temperatura | Tinvierno | 10 | °C |

Cargas contaminantes

| Carga | kg/d |
|-------|------|
| DBO5 | 540 |
| SST | 405 |
| NTK | 135 |
| Pt | 13.5 |



Anexo N°3: Normativa

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 3 |
| Directiva 91/271/CEE | 4 |
| Directiva 2000/60/CE..... | 4 |
| Real decreto 509/1996 de 15 de marzo | 5 |
| Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental..... | 5 |
| Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio..... | 6 |
| Real Decreto Legislativo 1/2016, de 8 de enero | 6 |
| Legislación medioambiental relacionada con las aguas y de saneamiento | 6 |
| Legislación de protección de la atmósfera | 7 |
| Legislación de residuos | 7 |
| Legislación sobre flora, fauna y espacios protegidos..... | 8 |
| Legislación sobre construcción | 8 |
| Legislación de seguridad y salud | 9 |
| Legislación de urbanismo..... | 10 |
| Legislación eléctrica..... | 10 |
| Normas UNE sobre aguas residuales | 10 |
| Normas UNE sobre estaciones de depuración | 11 |
| Normas UNE sobre seguridad en obra..... | 12 |
| Anexo 1 | 14 |

Introducción

Este proyecto, como todo proyecto de obra civil, debe tener un marco legal mediante el cual se regula los procedimientos exigidos y ciertos parámetros en determinada actividad o materia. En el caso del presente proyecto, se debe ceñir a las exigencias de determinadas normativas, así como seguir recomendaciones estandarizadas, aunque estas últimas no sean de aplicación obligatoria.

En el presente anexo se desarrollará las principales nociones, ideas y parámetros dentro de normativas que se aplicaron en los distintos anexos que consideramos relevante conocer. También se mencionará de manera resumida las normativas y recomendaciones que se tuvieron en cuenta en los demás apartados no desarrollados.



Directiva 91/271/CEE

La principal normativa que rige en España, en cuanto a una depuradora de aguas residuales, es la Directiva 91/271/CEE. Esta directiva ha sido transpuesta a la norma española por el Real Decreto Ley 11/1995. La mencionada directiva define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas; así como establece las medidas necesarias que han de adoptarse para garantizar que las aguas residuales tengan un tratamiento adecuado con determinadas características antes de su vertido.

La Directiva obliga a que todas las “aglomeraciones urbanas” dispongan de un sistema de conducciones y recogida de aguas residuales, y también determinado proceso de tratamiento para dichas aguas antes de su vertido a las aguas continentales o marinas. La directiva también establece la definición de aglomeraciones urbanas, como una localidad con un número de habitantes equivalentes igual a 2000.

El proceso de tratamiento a los cuales deben someterse el agua residual dependerá de la zona de emplazamiento del proyecto. Se clasifica cada emplazamiento como zona “sensible”, “menos sensible” o “normales” y de acuerdo con esto se procede a asignar el tipo de tratamiento, así mismo en la directiva se define cada uno de los tipos de tratamiento y sus requerimientos. En la siguiente tabla se puede observar lo antes mencionado.

| | | T. adecuado dic-05 art.7 | T. secundario ⁽¹⁾ dic-05 art.4.1. | T. secundario ⁽¹⁾ dic-05 art.4.1. | T. secundario ⁽¹⁾ dic-00 art.4.1. | T. secundario ⁽¹⁾ dic-00 art.4.1. |
|------------------------|--------------------------|--------------------------------|--|--|--|--|
| NORMALES | Aguas dulces y estuarios | T. adecuado dic-05 art.7 | T. secundario ⁽¹⁾ dic-05 art.4.1. | T. secundario ⁽¹⁾ dic-05 art.4.1. | T. secundario ⁽¹⁾ dic-00 art.4.1. | T. secundario ⁽¹⁾ dic-00 art.4.1. |
| | Aguas costeras | T. adecuado dic-05 art.7 | T. adecuado dic-05 art.7 | T. secundario dic-05 art.4.1. | T. secundario dic-00 art.4.1. | T. secundario dic-00 art.4.1. |
| SENSIBLES | Aguas dulces y estuarios | T. adecuado dic-05 art.7 | T. secundario ⁽¹⁾ dic-05 art.4.1. | T. más riguroso ⁽¹⁾ dic-98 art.5.2. | T. más riguroso ⁽¹⁾ dic-98 art.5.2. | T. más riguroso ⁽¹⁾ dic-98 art.5.2. |
| | Aguas costeras | T. adecuado dic-05 art.7 | T. adecuado dic-05 art.7 | T. más riguroso dic-98 art.5.2. | T. más riguroso dic-98 art.5.2. | T. más riguroso dic-98 art.5.2. |
| MENOS SENSIBLES | Estuarios | T. adecuado dic-05 art.7 | T. menos riguroso (2) dic-05 art.6.2. | T. secundario dic-05 art.4.1. | T. secundario dic-00 art.4.1. | T. secundario dic-00 art.4.1. |
| | Aguas costeras | T. adecuado dic-05 art.7 | T. adecuado dic-05 art.7 | T. menos riguroso (2) dic-05 art.6.2. | T. menos riguroso (2) dic-05 art.6.2. | T. secundario dic-00 art.4.1. |

(1) Zonas de alta montaña >1.500 m de altitud. Tratamiento secundario menos riguroso para DBO₅ y SS incluso en caso de requerir tratamiento más riguroso para N y/o P

(2) El tratamiento menos riguroso, indicado para zonas menos sensibles, deberá ser equivalente como mínimo a un tratamiento primario

Fuente: Directiva 91/271/CEE

Directiva 2000/60/CE

La Directiva Marco del Agua, o también conocida como la Directiva 2000/60/CE del 23 de octubre de 2000 es una normativa que considera el agua como un recurso clave para la humanidad y es la base de la conservación de los diferentes sistemas vivos. Por tal razón, la directiva establece ciertas obligaciones a los estados miembros que podemos enumerar a continuación.

- Especificar las demarcaciones hidrográficas y designar autoridades competentes

- Realizar para cada demarcación un estudio de repercusiones de la actividad humana en el estado de las aguas superficiales y subterráneas
- Instaurar registros de zonas que hayan sido declaradas objeto de especial protección
- Elaboración de planes hidrológicos de cuenca
- Elaboración y puesta en marcha de programas de medidas para alcanzar los objetivos
- Establecer programas de seguimiento del estado de las aguas superficiales y subterráneas

La directiva tiene como principal objetivo, relacionado al estado del agua y sus características, lograr un “buen estado” de las aguas superficiales, en otras palabras, un estado ecológico y químico bueno.

[Real decreto 509/1996 de 15 de marzo](#)

En el este Real Decreto se establece las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales, que menciona la Directiva 91/271/CEE, así como también define los requisitos de los vertidos de aguas residuales (la concentración de contaminantes de las aguas), los criterios para la determinación de zonas sensibles y menos sensibles, y los métodos de referencia para el seguimiento y evaluación de resultados. En el anexo 1 del presente documento se muestra lo antes mencionado del Real Decreto.

[Ley 21/2013 de Evaluación Ambiental](#)

Es de obligatorio cumplimiento realizar una evaluación de impacto ambiental para todo proyecto de obra civil que altere el medio ambiente en el que se desarrolla. En el caso de un proyecto de depuración de aguas residuales, esta ley clasifica el proyecto en función de los habitantes equivalentes: si la EDAR tiene mayor o menor que 150000 habitantes equivalentes. En el primer caso, se realizará una evaluación de impacto ambiental ordinaria, mientras que en el segundo caso se realizará una simplificada. Dentro de los principales apartados que debe tener una evaluación de impacto ambiental podemos encontrar lo siguiente:

- Definición, características y ubicación del proyecto
- Exposición y análisis de las distintas alternativas, así como escoger la alternativa ganadora. (también se analizará la alternativa de no realizar el proyecto)
- Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos
- Medidas que permiten prevenir, reducir y compensar los efectos negativos del anterior apartado
- La forma en realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras.

[Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio](#)

La construcción de una obra civil debe estar normada y tener ciertas recomendaciones para determinados casos tales como las estructuras de hormigón. Para tal efecto, el Real Decreto 1247/2008 aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) en la cual se establecen los requisitos a considerar y tener en cuenta en un proyecto de obra civil que se construirá en hormigón armado.

La metodología empleada es la de estados límite, la cual consiste en clasificar la importancia de la estructura con el tiempo de vida de la estructura, seguidamente maximizar las acciones y minimizar las características resistentes de los materiales. Finalmente se comparará la sollicitación que se aplica a la estructura con la resistencia de la estructura para los casos de Estado Límite Último (ELU) y Estado Límite en Servicio (ELS). En el primer caso se analiza el colapso de la estructura, mientras que en el segundo caso se analiza la funcionalidad de la estructura.

[Real Decreto Legislativo 1/2016, de 8 de enero](#)

Real decreto aprobado en el año 2016, por el que se aprueba la revisión realizada a los Planos Hidrográficos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

El Plan Hidrológico de la demarcación hidrográfica del Ebro tiene por objetivo conseguir el buen estado y la adecuada protección de las masas de agua de la demarcación, la satisfacción de las demandas de agua y el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial. Estos objetivos han de alcanzarse incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales.

[Legislación medioambiental relacionada con las aguas y de saneamiento](#)

Ley 21/2013 de 9 de diciembre de 2013

De Evaluación Ambiental

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero

Por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Real Decreto 1620/2007 de 7 de diciembre

Por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas

Ley 34/2007, de 15 de noviembre

De calidad del aire y protección de la atmósfera

Real Decreto 865/2003, de 4 de julio

por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis

Real Decreto 1/2001, del 20 de julio

Por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas, y posteriores modificaciones

Ley 7/2010, de 18 de noviembre

De protección contra la contaminación acústica en Aragón

[Legislación de protección de la atmósfera](#)

Ley 34/2007, de 15 de noviembre

Calidad del aire y protección de la atmósfera

BOE 311 de 23/12/2017

Real decreto 1042/2017 sobre la limitación de las emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de las instalaciones de combustión medianas.

BOE 123 de 23/05/2013

Resolución por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 12 de abril de 2013, por el que se aprueba el Plan Nacional de Calidad del Aire y Protección de la Atmósfera: Plan Aire

[Legislación de residuos](#)

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero

Por el que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición

Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón

Por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y demolición

Ley 42/1975, de 19 de noviembre

Ley sobre desechos y residuos sólidos urbanos

Ley 22/2011, de 28 de julio

Ley de residuos y suelos contaminados

Ley 11/1997, de 24 de abril

Ley de envases y residuos de envases

Directiva 91/689/CEE

Directiva relativa a los residuos peligrosos

DOUE 226 de 06/09/2000

Decisión de la Comisión por la que se establece una lista de residuos peligrosos en virtud del apartado 4 del artículo 1 de la Directiva 91/689/CEE

[Legislación sobre flora, fauna y espacios protegidos](#)

Ley 4/1989, de 27 de marzo

Ley de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y Fauna Silvestres

Real decreto 1421/2006, de 1 de diciembre

Por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de flora y fauna silvestres

Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio

Del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón

[Legislación sobre construcción](#)

BOE nº228, de 23 de septiembre de 1986

por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones

BOE nº236, de 2 de octubre de 1974

por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de abastecimiento de agua

Real Decreto 1247/2008, de 18 de julio

Por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE)

Real Decreto 956/2008, de 6 de junio

Por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos. (RC-08)

Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio

Por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios

Real Decreto 2060/2008, de 12 de diciembre

Por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo

Por el que se aprueba Código Técnico de la Edificación y posteriores modificaciones y ampliaciones

Real Decreto 997/2002 de 27 de septiembre

Por el que se aprueba la Norma de Construcción Sismorresistente

Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre

Por el que se aprueba el Reglamento General de Carreteras

[Legislación de seguridad y salud](#)

Ley 31/1995, de 8 de noviembre

De Prevención de Riesgos Laborales

Ley 54/2003, de 12 de diciembre

De reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo

Por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo

Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio

Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio

Sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre

Por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción

Legislación de urbanismo

Ley 52/1962, de 21 de julio

Sobre valoración de terrenos sujetos a expropiación en ejecución de los planes de vivienda y urbanismo

Ley 4/2013, de 23 de mayo

De urbanismo de Aragón

Legislación eléctrica

Ley 24/2013, de 26 de diciembre

Del Sector Eléctrico

Real Decreto 1048/2013, de 27 de diciembre

Por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica

Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre

Por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia

Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero

Por el que se aprueba el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantía de Seguridad en Líneas Eléctricas de Alta Tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias

Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto

Por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico

Normas UNE sobre aguas residuales

UNE 77031:2002

Calidad del agua. Determinación de los sólidos disueltos.

UNE 77030:2015

Calidad del agua. Determinación del residuo total.

UNE 77061:2002

Calidad del agua. Determinación de cromo. Método colorimétrico con difenilcarbácida.

UNE-EN 1484:1998

Análisis del agua. Directrices para la determinación del carbono orgánico total (COT) y del carbono orgánico disuelto (COD).

UNE 77032:2015

Calidad del agua. Determinación de los sólidos decantables.

[Normas UNE sobre estaciones de depuración](#)

UNE-EN 12255-9:2003

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 9: Control y ventilación de olores.

UNE-EN 12255-13:2003

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 13: Tratamiento químico. Tratamiento de las aguas residuales por floculación y precipitación.

UNE-EN 12255-14:2004

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 14: Desinfección.

UNE-EN 12255-15:2004

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 15: Medición del oxígeno transferido por el agua limpia en los tanques de aireación de las plantas de lodos activos.

UNE-EN 12255-12:2004

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 12: Control y automatización.

UNE-EN 12255-3:2001

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 3: Tratamiento preliminar.

UNE-EN 12255-10:2001

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 10: Principios de seguridad.

UNE-EN 12255-16:2006

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 16: Filtración física (mecánica)

UNE-EN 12255-6:2003

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 6: Proceso de lodos activos.

UNE-EN 12255-7:2003

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 7: Reactores de medio biológico fijo.

UNE-EN 12255-1:2002

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 1: Principios generales de construcción.

UNE-EN 12255-4:2002

Estaciones depuradoras. Parte 4: Decantación primaria.

UNE-EN 12255-8:2001

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 8: Tratamiento y almacenaje de lodo.

UNE-EN 12255-11:2001

Plantas depuradoras de aguas residuales. Parte 11: Información general requerida.

[Normas UNE sobre seguridad en obra](#)

UNE-EN 12001:2013

Máquinas para el transporte, proyección y distribución de hormigón y mortero. Requisitos de seguridad.

UNE-CEN/TR 15563:2009 IN

Equipamiento para trabajos temporales de obra. Recomendaciones de seguridad y salud.

UNE-EN 13021:2004+A1:2009

Maquinaria para conservación invernal. Requisitos de seguridad.

UNE-EN 13107:2015/AC:2016

Requisitos de seguridad para las instalaciones de transporte por cable destinadas a personas. Obras de ingeniería civil.

UNE-EN 13102:2006+A1:2009

Máquinas cerámicas. Seguridad. Carga y descarga de tejas y baldosas cerámicas.

UNE-EN 13367:2006+A1:2008

Máquinas para trabajar la cerámica. Seguridad. Plataformas de transferencia y cabinas móviles.

UNE-EN 13367:2006+A1:2008/AC:2010

Máquinas para trabajar la cerámica. Seguridad. Plataformas de transferencia y cabinas móviles.

UNE-EN 1004:2006

Torres de acceso y torres de trabajo móviles construidas con elementos prefabricados. Materiales, dimensiones, cargas de diseño y requisitos de seguridad y comportamiento.

UNE-EN 1263-1:2018

Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 1: Requisitos de seguridad y métodos de ensayo.

UNE-EN 1263-2:2016

Equipamiento para trabajos temporales de obra. Redes de seguridad. Parte 2: Requisitos de seguridad para los límites de instalación.

UNE-EN 474-10:2008+A1:2009

Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 10: Requisitos para zanjadoras.

UNE-EN 474-11:2007+A1:2008

Maquinaria para movimiento de tierras. Seguridad. Parte 11: Requisitos para compactadores de suelos y de residuos.

Anexo 1

Requisitos de los vertidos de aguas residuales

Cuadro 1

Requisitos para los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. Se aplicará el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

| Parámetros | Concentración | Porcentaje mínimo de reducción (1) | Método de medida de referencia |
|--|---|--|--|
| Demanda bioquímica de oxígeno (DBO 5 a 20 °C) sin nitrificación (2). | 25 mg/l O ₂ | 70-90 40 de conformidad con el apartado 3 del artículo 5 R.D.L. (3). | Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Determinación antes y después de cinco días de incubación a 20 °C ± 1 °C, en completa oscuridad. Aplicación de un inhibidor de la nitrificación. |
| Demanda química de oxígeno (DQO). | 125 mg/l O ₂ | 75 | Muestra homogeneizada, sin filtrar ni decantar. Dicromato potásico. |
| Total de sólidos en suspensión. | 35 mg/l (4) 35 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (más de 10.000 h-e) (3). 60 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (de 2.000 a 10.000 h-e) (3). | 90 (4) 90 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (más de 10.000 h-e) (3). 70 de conformidad con el apartado 3 del art. 5 R.D.L. (de 2.000 a 10.000 h-e) (3). | Filtración de una muestra representativa a través de una membrana de filtración de 0,45 micras. Secado a 105 °C y pesaje. Centrifugación de una muestra representativa (durante cinco minutos como mínimo, con una aceleración media de 2.800 a 3.200 g), secado a 105 °C y pesaje. |

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Este parámetro puede sustituirse por otro: carbono orgánico total (COT) o demanda total de oxígeno (DTO), si puede establecerse una correlación entre DBO 5 y el parámetro sustituto.

(3) Se refiere a los supuestos en regiones consideradas de alta montaña contemplada en el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto-ley 11/1995, de 28 de diciembre.

(4) Este requisito es optativo.

Los análisis de vertidos procedentes de sistemas de depuración por lagunaje se llevarán a cabo sobre muestras filtradas; no obstante, la concentración de sólidos totales en suspensión en las muestras de aguas sin filtrar no deberá superar los 150 mg/l.

Cuadro 2

Requisitos de los vertidos procedentes de instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas realizados en zonas sensibles cuyas aguas sean eutróficas o tengan tendencia a serlo en un futuro próximo. Según la situación local, se podrá aplicar uno o los dos parámetros. Se aplicarán el valor de concentración o el porcentaje de reducción.

| Parámetros | Concentración | Porcentaje mínimo de reducción (1) | Método de medida de referencia |
|----------------------|--|------------------------------------|--|
| Fósforo total. | 2 mg/l P (de 10000 a 100000 h-e). 1 mg/l P (más de 100.000 h-e). | 80 | Espectrofotometría de absorción molecular. |
| Nitrógeno total (2). | 15 mg/l N (de 10000 a 100000 h-e). 10 mg/l N (más de 100000 h-e) (3). | 70-80 | Espectrofotometría de absorción molecular. |

(1) Reducción relacionada con la carga del caudal de entrada.

(2) Nitrógeno total equivalente a la suma de nitrógeno Kjeldahl total (N orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito.

(3) Estos valores de concentración constituyen medias anuales según el punto 3.º del apartado A) 2 del anexo III. No obstante, los requisitos relativos al nitrógeno pueden

comprobarse mediante medias diarias cuando se demuestre, de conformidad con el apartado A) 1 del anexo III, que se obtiene el mismo nivel de protección. En ese caso, la media diaria no deberá superar los 20 mg/l de nitrógeno total para todas las muestras, cuando la temperatura del efluente del reactor biológico sea superior o igual a 12° C. En sustitución del requisito relativo a la temperatura, se podrá aplicar una limitación del tiempo de funcionamiento que tenga en cuenta las condiciones climáticas regionales.

Criterios para la determinación de zonas sensibles y menos sensibles

I. Zonas sensibles

Se considerará que un medio acuático es zona sensible si puede incluirse en uno de los siguientes grupos:

a) Lagos, lagunas, embalses, estuarios y aguas marítimas que sean eutróficos o que podrían llegar a ser eutróficos en un futuro próximo si no se adoptan medidas de protección.

(Se entenderá por «eutrofización»: el aumento de nutrientes en el agua, especialmente de los compuestos de nitrógeno o de fósforo, que provoca un crecimiento acelerado de algas y especies vegetales superiores, con el resultado de trastornos no deseados en el equilibrio entre organismos presentes en el agua y en la calidad del agua a la que afecta.)

Podrán tenerse en cuenta los siguientes elementos en la consideración del nutriente que deba ser reducido con un tratamiento adicional:

1.º Lagos y cursos de agua que desemboquen en lagos, lagunas, embalses, bahías cerradas que tengan un intercambio de aguas escaso y en los que, por lo tanto, puede producirse una acumulación. En dichas zonas conviene prever la eliminación de fósforo a no ser que se demuestre que dicha eliminación no tendrá consecuencias sobre el nivel de eutrofización. También podrá considerarse la eliminación de nitrógeno cuando se realicen vertidos de grandes aglomeraciones urbanas.

2.º Estuarios, bahías y otras aguas marítimas que tengan un intercambio de aguas escaso o que reciban gran cantidad de nutrientes. Los vertidos de aglomeraciones pequeñas tienen normalmente poca importancia en dichas zonas, pero para las grandes aglomeraciones deberá incluirse la eliminación de fósforo y/o nitrógeno a menos que se demuestre que su eliminación no tendrá consecuencias sobre el nivel de eutrofización.

b) Aguas continentales superficiales destinadas a la obtención de agua potable que podrían contener una concentración de nitratos superior a 50 mg/l.

c) Masas de agua en las que sea necesario un tratamiento adicional al tratamiento secundario establecido en el artículo 5 del Real Decreto-ley y en este Real Decreto para cumplir lo establecido en la normativa comunitaria.

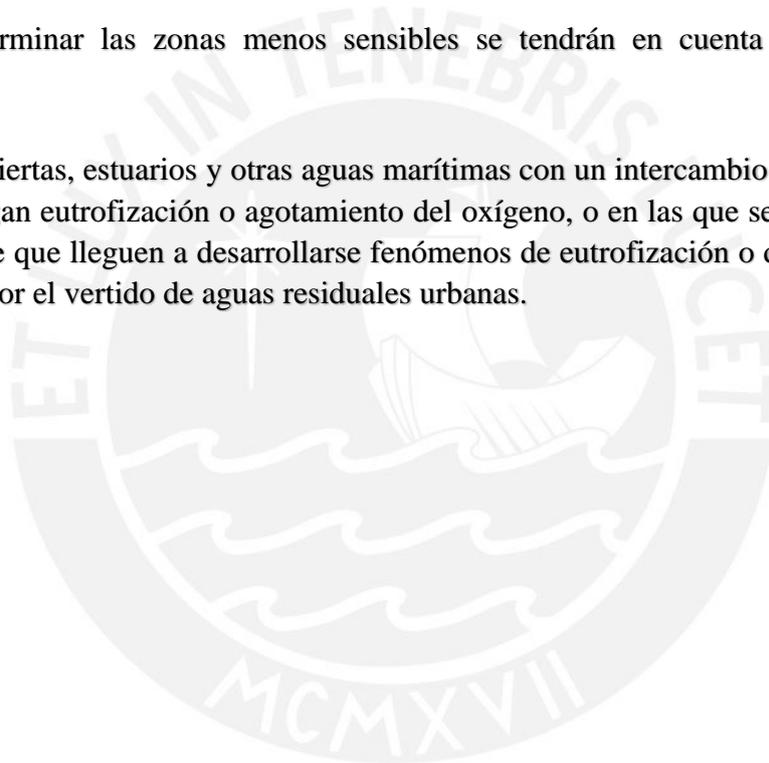
II. Zonas menos sensibles

Un medio o zona de agua marina podrá catalogarse como zona menos sensible cuando el vertido de aguas residuales no tenga efectos negativos sobre el medio ambiente debido a la morfología, hidrología o condiciones hidráulicas específicas existentes en esta zona.

Al determinar las zonas menos sensibles, se tomará en consideración el riesgo de que la carga vertida pueda desplazarse a zonas adyacentes y ser perjudicial para el medio ambiente.

Para determinar las zonas menos sensibles se tendrán en cuenta los siguientes elementos:

Bahías abiertas, estuarios y otras aguas marítimas con un intercambio de agua bueno y que no tengan eutrofización o agotamiento del oxígeno, o en las que se considere que es improbable que lleguen a desarrollarse fenómenos de eutrofización o de agotamiento del oxígeno por el vertido de aguas residuales urbanas.





Anexo n°4: Cartografía y Topografía

Tabla de contenido

| | |
|-------------------------------|----|
| INTRODUCCION..... | 3 |
| UBICACIÓN..... | 4 |
| TOPOGRAFÍA DEL TERRENO..... | 7 |
| EDAR..... | 7 |
| EBAR 1..... | 7 |
| EBAR 2..... | 8 |
| Estudio de inundabilidad..... | 9 |
| Conclusiones..... | 10 |
| Anexo 1..... | 11 |
| Anexo 2..... | 12 |

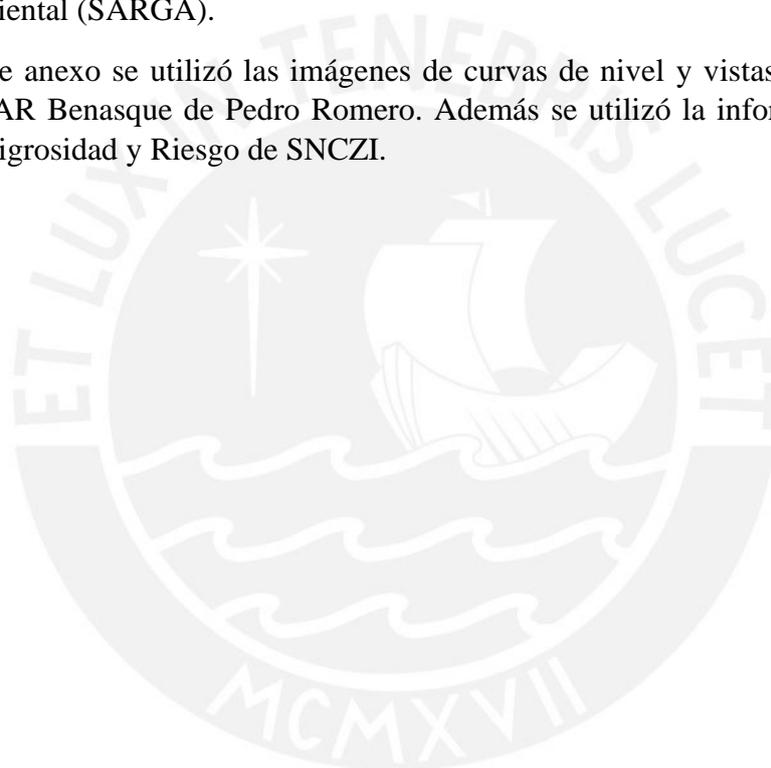


INTRODUCCION

En este apartado nos enfocaremos en conocer la ubicación exacta bajo coordenadas UTM y con su respectiva referencia catastral de la EDAR, así como también de los distintos elementos que componen el sistema de depuradora, tales como la EBAR 1 y EBAR2. Seguidamente se realizará un trabajo de gabinete el cual consistirá en procesar los puntos 1250 puntos del levantamiento topográfico realizado para el Gobierno de Aragón por parte de la empresa Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L. realizado en noviembre del 2017. Gracias a dicho trabajo de gabinete podremos obtener la topografía de la zona representada en curvas de nivel gracias a la herramienta de AutoCAD.

Las curvas de nivel son de la situación actual, en donde existe un talud en el área destinada a la EDAR. Para obtener una superficie uniforme y plana, se realizará un desmote y un terraplén con una pendiente 3H:2V, según requerimientos de la Sociedad Aragonesa de Gestión Ambiental (SARGA).

En el presente anexo se utilizó las imágenes de curvas de nivel y vistas satelitales del proyecto EDAR Benasque de Pedro Romero. Además se utilizó la información de los Mapas de Peligrosidad y Riesgo de SNCZI.



UBICACIÓN

La nueva estación de depuración EDAR de Benasque se ubicará a 420 metros aguas del municipio de dicho nombre a aguas abajo en la parcela 68 del polígono 1 en un área de 8227 m². Dicha parcela se ubica a una altura de entre 1110 y 1125 metros sobre el nivel del mar de Alicante. Esto significa que la EDAR estará a 22.5 metros del río Ésera, por lo cual se dispondrá de una estación de bombeo EBAR1 a cinco metros por encima del río Ésera, y en la antigua estación de depuración se construirá la EBAR2. Estas estaciones se conectarán por tres colectores. Tenemos las siguientes referencias catastrales.

| | |
|-------|----------------------|
| EDAR | 5792108BH9159S0001BG |
| EBAR1 | 5388302BH9157H0021QA |
| EBAR2 | 5684637BH915S0001LZ |

En la figura siguiente se puede observar el lote 68 del polígono 1, en el cual se construirá la EDAR. Para observar el esquema general de ubicación de cada elemento del sistema de depuración, fíjese el anexo 2.

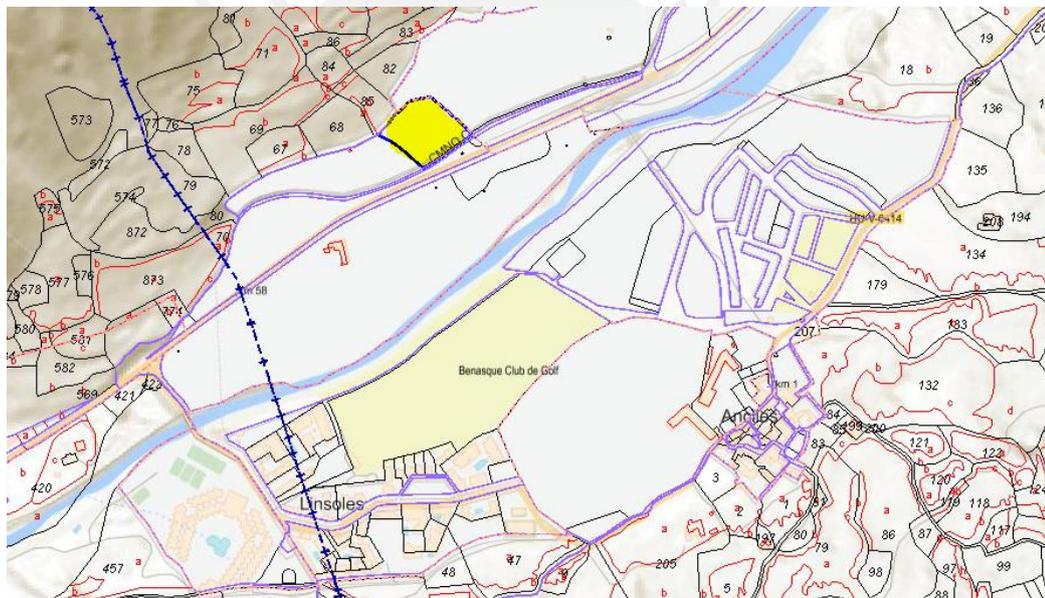


Ilustración 1: Lote 68

Como se mencionó antes, utilizaremos un sistema de referencia geodésico, en este caso el datum ETRS89, ya que este sistema es el estandarizado y más utilizado en Europa. Para facilitar la referenciación de los puntos del levantamiento topográfico, se tomará como referencia la Red de Geodesia Activa de Aragón (ARAGEA), que es compuesta por veintidós estaciones de referencia, de los cuales nos interesa el más cercano a Benasque. La estación permanente de Castejón de Sos es la indicada, por su cercanía a Benasque, para tomar de referencia los puntos del levantamiento topográfico de la zona en la cual estará la estación depuradora de Benasque. La estación tiene las siguientes coordenadas:

| COORDENADAS ETRS89 | | |
|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Cartesianas (x, y, z) | Geográficas (φ, λ, h) | UTM (x,y,huso) |
| 4709302,4474 | 42° 30' 42,73102" N | 293437,491 |
| 39916,5954 | 0° 29' 8,28263" E | 4709674,843 |
| 4288333,9937 | 957,814 m. | 31 |

Ilustración 2:Coordenadas estación Castellón de Sos

De manera esquemática, en la siguiente imagen se puede observar la distancia existente entre la estación y la zona de estudio, indicadas ambas zonas en un recuadro rojo. Cabe mencionar que se demora aproximadamente 25 minutos de recorrido en coche por la carretera A139. En el anexo 1 se puede ver más información sobre la mencionada estación.



Ilustración 3: Estación metereológica de Castejón de Sos

Seguidamente se estableció cuatro puntos base para cubrir toda el área principal de replanteo, los cuales están referenciados con las coordenadas UTM de la estación permanente de Castejón de Sos (CSOS).

| PUNTO | HUSO | X | Y | Z |
|-------|------|------------|-------------|---------|
| BR01 | 30 | 788930.056 | 4722598.705 | 1126.79 |
| BR02 | 30 | 788261.535 | 4722243.728 | 1112.63 |
| BR03 | 30 | 787882.557 | 4722029.956 | 1105.71 |
| BR04 | 30 | 787097.397 | 4721418.165 | 1087.92 |

Fotografía satelital de los puntos base de replanteo.

BR01



BR02



BR03



BR04



Ilustración 4: Foto satelital de los puntos de replanteo

En el anexo 2 se observa los puntos del levantamiento topográfico realizado por la empresa Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L. por encargo de SARGA.

TOPOGRAFÍA DEL TERRENO

EDAR

La zona de estudio en donde se construirá la EDAR tiene la mayor elevación sobre el nivel del mar de las obras civiles. Esta se ubica en una superficie de pendiente aproximadamente constante como se observa en la siguiente figura. La distancia entre cada curva maestra es aproximadamente 12.5 metros en planta, lo que conlleva a tener una pendiente de 20% en el terreno.

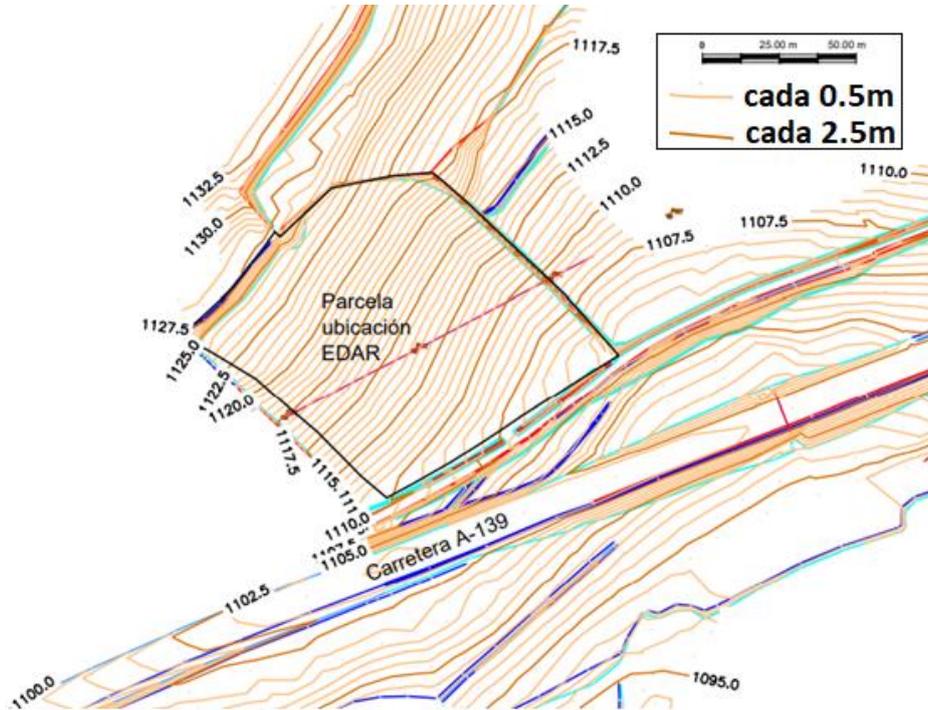


Ilustración 5: Curvas de nivel EDAR

EBAR 1

La zona que ocupará la estación de bombeo EBAR1 será la que se muestra en la siguiente figura. Se puede observar que el terreno presenta una pendiente descendente con semejante pendiente que el terreno destinado a la EDAR. Además, el área ocupada no es de gran magnitud como lo es el terreno de la EDAR, el terreno ocupa una distancia igual a dos curvas maestras, con lo cual tendría un desnivel de 2.5 metros.

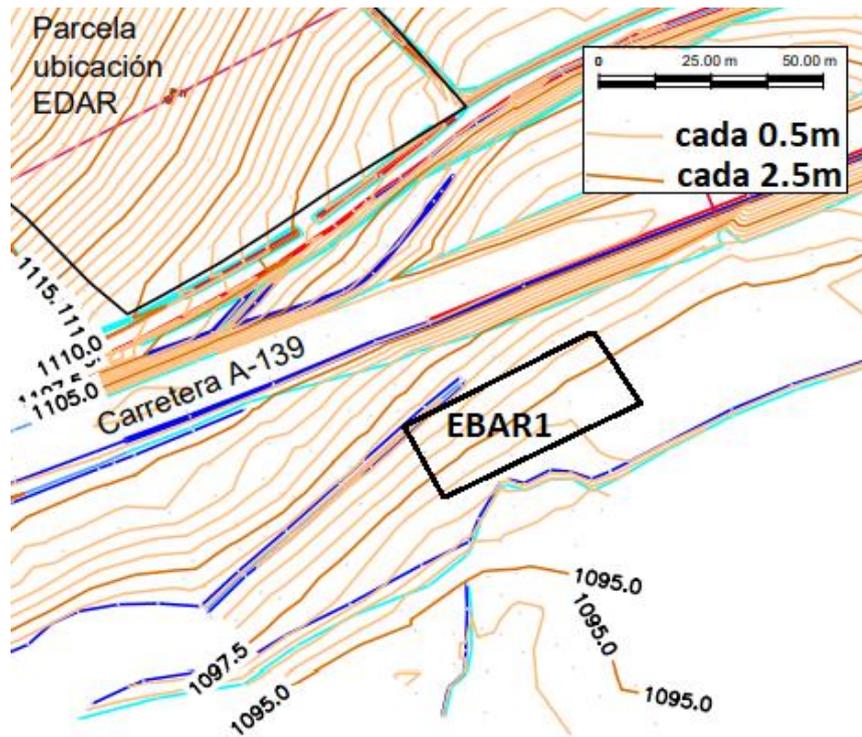


Ilustración 6: Curvas de nivel EBAR 1

EBAR 2

Se aprovechará el emplazamiento de la antigua depuradora de Listones para la construcción de una estación de bombeo con capacidad de bombear las aguas depuradas de los pueblos de Lisontes y Ansiles. Como se puede observar en la imagen líneas abajo, el terreno presenta una planicie favorable para la implantación de dicha estación de bombeo, con lo cual no se deberá invertir mayores recursos en el tratamiento del terreno.

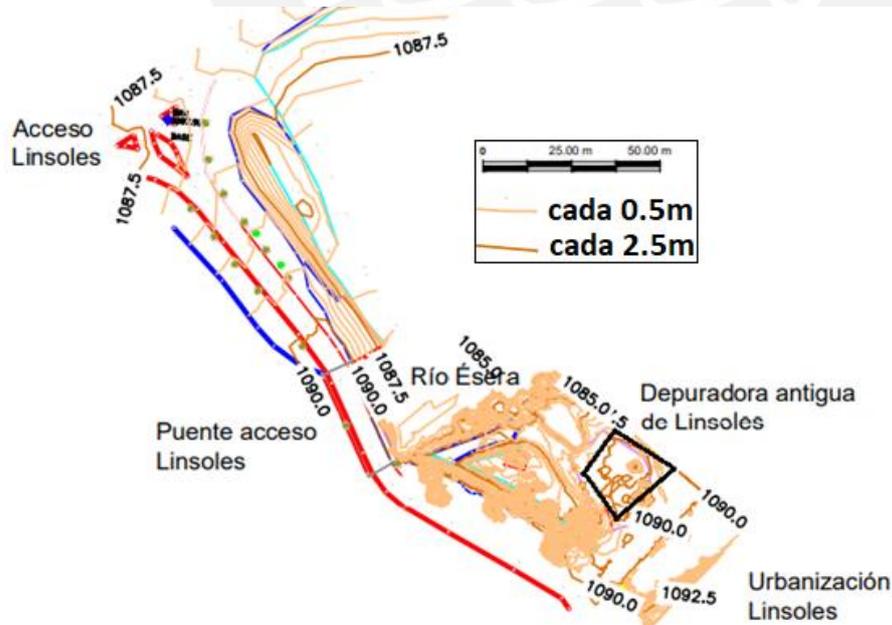


Ilustración 7: Curvas de nivel EBAR 2

Estudio de inundabilidad

El objetivo de este apartado es indicar los peligros de inundación a cauda de un exceso de lluvias en el valle de Benasque. Nos basaremos en estudios y elaboración de mapas de peligrosidad realizados en el marco del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) los cuales se llaman Mapas de Peligrosidad y Riesgo de la demarcación hidrográfica del Ebro.

Recordemos que la cota de este proyecto se encuentra en 1115 msnm y la estación de bombeo EBAR1 se encuentra en 1097.5 msnm muy próxima a la carretera, pero junto al cauce del río Ésera. Estas cotas indicadas son a la altura a la que estará el acabado de las edificaciones al término de la construcción civil.

Cerca de la EBAR1 se encuentra un tramo del río que se ha ido erosionando con el tiempo y, por lo tanto, la cota a la que llega el agua en una inundación no tiene mucha diferencia de cota en distintos periodos de retorno. En las siguientes imágenes se puede observar el área que cubre el agua, según distintos periodos de retorno.

Periodo de retorno de 50 años



Ilustración 8: Zona inundable a 50 años de retorno⁷

Periodo de retorno de 100 años



Ilustración 9: Zona inundable a 100 años de retorno

Periodo de retorno de 500 años



Ilustración 10: Zona de inundación a 500 años de retorno

En cuanto a la mayor cota que alcanza el agua en un periodo de retorno de 500 años es 1096.9 msnm, con lo cual se concluye que no existe el riesgo de inundación de la EDAR ni de la EBAR1 bajo un periodo de retorno de 500 años.

Conclusiones

La parcela ubicada al costado de la carretera A-131 tiene un área suficiente para el desarrollo de la obra civil, incluso se puede contemplar la idea de tener un espacio adicional cuando se requiera una ampliación con el pasar de los años. En el Documento numero 2 se puede observar con mayor detalle los planos y el espacio que ocupará cada elemento dentro de la parcela.

La pendiente de aproximadamente 20% que tiene el terreno, facilita la operación de maquinaria para el respectivo movimiento de tierra. Además, gracias a la cota de explanada de 1115 metros sobre el nivel del mar (se puede ver la justificación de la cota elegida en el anexo 8 “Cálculos Hidráulicos” del presente documento) se puede tener una compensación de volumen excavado y de relleno, y por lo tanto, favorece a un ahorro económico y técnico el hecho de no transportar terreno nuevo o de la EDAR.

En cuanto a las cotas a considerar serán las siguientes:

- Cota de explanación EDAR: 1115 msnm
- Cota de explanación EBAR1: 1097.5 msnm
- Cota de tubo de vertido al río: 1095 msnm
- Cota de máxima llegada del río con un periodo de retorno de 500 años: 1095 msnm

Finalmente, se considera correcta la ubicación de la parcela en donde se construirá la obra civil, ya que no se ubica dentro de un área de inundación, tanto la EDAR como la EBAR1.



ARAGEA

Estación permanente de Castejón de Sos (CSOS)

UBICACIÓN

Código estación: CSOS
 Nombre RINEX3: CSOS3
 Nombre: Castejón de Sos
 DOMES: 19368M001
 Redes Pertenece: ARAGEA y ERGN
 Instituciones Pertenece: IGEAR e IGN
 Localización: Avda. El Ral 2, 22466 Castejón de Sos (Huesca) ARAGÓN



Fecha Instalación: 22/09/2010

Tipo instalación: Basada ajustable anclada a tejado a dos aguas. Nivelada y orientada al norte.

COORDENADAS ETRS89

| Cartesianas (x, y, z) | Geográficas (φ, λ, h) | UTM (x,y,huso) |
|-----------------------|-----------------------|----------------|
| 4709302,4474 | 42° 30' 42,73102" N | 293437,491 |
| 39916,5954 | 0° 29' 8,28263" E | 4709674,843 |
| 4288333,9937 | 957,814 m. | 31 |

INSTRUMENTACIÓN

Receptor: NET-G3 de Topcon
 Antena: GNSS Choke Ring CR-G3
 Altura Antena: 0 metros.
 Observaciones: GPS y GLONASS
 Frecuencias: L1, L2 y L2C

INFORMACIÓN ADICIONAL

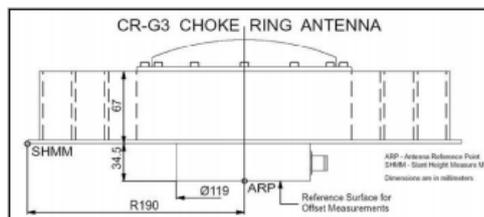
Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.

Caser NTRIP: <http://ntrip.aragon.es:2101>

RINEX y LOG: <http://gnss.aragon.es>

e-mail / Web: aragea@aragon.es / <http://gnss.aragon.es>

Última actualización: 15/03/2018



FOTOS



Anexo 2

| Punto | X | Y | Elevación | Observación |
|-------|------------|------------|-----------|-------------|
| 100 | 788935.07 | 4722637.65 | 1127.427 | POZO |
| 101 | 788938.82 | 4722640.25 | 1127.741 | GASOIL |
| 101 | 788936.633 | 4722619.17 | 1127.256 | TLF |
| 102 | 788939.191 | 4722640.25 | 1127.731 | GASOIL |
| 102 | 788937.422 | 4722618.98 | 1127.224 | TLF |
| 103 | 788939.202 | 4722640.62 | 1127.758 | GASOIL |
| 103 | 788937.613 | 4722619.87 | 1127.184 | TLF |
| 104 | 788940.525 | 4722613.93 | 1127.107 | ELEC |
| 104 | 788940.283 | 4722649.99 | 1127.877 | SUM |
| 105 | 788941.909 | 4722606.49 | 1126.944 | PABAS |
| 105 | 788941.52 | 4722667.49 | 1128.256 | SUM |
| 106 | 788940.994 | 4722602.16 | 1126.841 | PABAS |
| 106 | 788942.759 | 4722685.15 | 1128.733 | SUM |
| 107 | 788942.791 | 4722611.89 | 1127.1 | ARQ |
| 107 | 788943.981 | 4722702.79 | 1129.135 | SUM |
| 108 | 788944.66 | 4722713.49 | 1129.559 | SUM |
| 108 | 788943.139 | 4722611.87 | 1127.061 | ARQ |
| 109 | 788944.713 | 4722713.54 | 1129.586 | SUM |
| 109 | 788943.153 | 4722612.21 | 1127.122 | ARQ |
| 110 | 788942.84 | 4722612.23 | 1127.069 | ARQ |
| 110 | 788945.134 | 4722718.91 | 1130.087 | SUM |
| 111 | 788943.135 | 4722612.6 | 1127.179 | FARP |
| 111 | 788945.355 | 4722715.41 | 1129.684 | POZO |
| 112 | 788945.51 | 4722613.62 | 1127.348 | MUR |
| 112 | 788947.316 | 4722717.92 | 1130.023 | POZO |
| 113 | 788943.684 | 4722613.74 | 1127.196 | MUR |
| 114 | 788943.239 | 4722606.65 | 1126.903 | MUR |
| 115 | 788940.463 | 4722730.68 | 1131.492 | REG |
| 115 | 788945.491 | 4722614.67 | 1127.377 | |
| 116 | 788940.306 | 4722731.14 | 1131.587 | REG |
| 116 | 788950.592 | 4722613.97 | 1127.512 | |
| 117 | 788939.878 | 4722730.99 | 1131.594 | REG |
| 117 | 788951.157 | 4722621.88 | 1127.593 | |
| 118 | 788935.185 | 4722732.62 | 1132.333 | ASFAL |
| 118 | 788944.934 | 4722623.21 | 1127.38 | |
| 119 | 788935.159 | 4722732.59 | 1132.481 | BOR |
| 119 | 788945.8 | 4722631.67 | 1127.562 | |
| 120 | 788934.315 | 4722729.84 | 1132.663 | MUR |
| 120 | 788950.334 | 4722631.96 | 1127.711 | |
| 121 | 788947.254 | 4722640.71 | 1127.772 | ELEC |
| 121 | 788939.362 | 4722730.3 | 1131.657 | ASFAL |
| 122 | 788939.301 | 4722730.27 | 1131.831 | BOR |
| 122 | 788948.643 | 4722648.03 | 1127.963 | ELEC |
| 123 | 788937.828 | 4722728.25 | 1131.986 | MUR |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 123 | 788950.882 | 4722642.43 | 1128.02 | BOR |
| 124 | 788948.596 | 4722641.69 | 1127.925 | BOR |
| 124 | 788942.224 | 4722727.09 | 1131.038 | ASFAL |
| 125 | 788942.188 | 4722727.07 | 1131.049 | BOR |
| 125 | 788947.631 | 4722641.38 | 1127.71 | BOR |
| 126 | 788940.496 | 4722725.58 | 1131.298 | MUR |
| 126 | 788946.723 | 4722640.9 | 1127.648 | BOR |
| 127 | 788944.205 | 4722723.72 | 1130.557 | ASFAL |
| 127 | 788946.187 | 4722640.16 | 1127.707 | BOR |
| 128 | 788945.191 | 4722636.41 | 1127.632 | ASF |
| 128 | 788944.168 | 4722723.68 | 1130.604 | BOR |
| 129 | 788945.343 | 4722644.81 | 1127.725 | ASF |
| 129 | 788941.965 | 4722723.01 | 1130.812 | MUR |
| 130 | 788950.47 | 4722646.02 | 1127.987 | BOR |
| 130 | 788945.044 | 4722719.52 | 1130.097 | ASFAL |
| 131 | 788944.997 | 4722719.55 | 1130.211 | BOR |
| 131 | 788949.436 | 4722646.05 | 1127.956 | BOR |
| 132 | 788942.92 | 4722719.78 | 1130.349 | MUR |
| 132 | 788948.481 | 4722646.4 | 1127.984 | BOR |
| 133 | 788947.685 | 4722646.95 | 1127.93 | BOR |
| 134 | 788947.051 | 4722647.71 | 1127.899 | BOR |
| 134 | 788944.601 | 4722713.89 | 1129.593 | ASFAL |
| 135 | 788946.553 | 4722648.56 | 1127.846 | BOR |
| 135 | 788944.571 | 4722713.87 | 1129.65 | BOR |
| 136 | 788946.229 | 4722650.5 | 1127.994 | BOR |
| 136 | 788942.667 | 4722714.09 | 1129.745 | MUR |
| 137 | 788945.694 | 4722650.48 | 1127.893 | ASF |
| 137 | 788944.229 | 4722708.44 | 1129.337 | ASFAL |
| 138 | 788944.19 | 4722708.44 | 1129.448 | BOR |
| 138 | 788946.253 | 4722658.38 | 1128.008 | ASF |
| 139 | 788942.275 | 4722708.8 | 1129.694 | MUR |
| 139 | 788946.732 | 4722658.4 | 1128.159 | BOR |
| 140 | 788942.67 | 4722685.93 | 1128.743 | ASFAL |
| 140 | 788947.456 | 4722675.14 | 1128.4 | ASF |
| 141 | 788942.633 | 4722685.92 | 1128.896 | BOR |
| 141 | 788947.939 | 4722675.12 | 1128.526 | BOR |
| 142 | 788940.749 | 4722686.27 | 1128.98 | MUR |
| 142 | 788948.895 | 4722689.9 | 1128.725 | BOR |
| 143 | 788946.027 | 4722679.5 | 1128.544 | REG |
| 143 | 788948.457 | 4722689.98 | 1128.651 | ASF |
| 144 | 788946.057 | 4722679.05 | 1128.512 | REG |
| 144 | 788949.556 | 4722706 | 1129.249 | ASF |
| 145 | 788946.535 | 4722679.07 | 1128.51 | REG |
| 145 | 788949.954 | 4722706.07 | 1129.367 | BOR |
| 146 | 788949.823 | 4722711.37 | 1129.513 | ASF |
| 146 | 788941.412 | 4722668.06 | 1128.258 | ASFAL |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 147 | 788950.33 | 4722711.33 | 1129.541 | BOR |
| 147 | 788941.356 | 4722668.07 | 1128.392 | BOR |
| 148 | 788951.875 | 4722714.36 | 1129.679 | BOR |
| 148 | 788939.569 | 4722668.37 | 1128.514 | MUR |
| 149 | 788951.387 | 4722714.62 | 1129.623 | ASF |
| 149 | 788940.172 | 4722650.42 | 1127.868 | ASFAL |
| 150 | 788940.131 | 4722650.44 | 1128.007 | BOR |
| 150 | 788953.328 | 4722715.45 | 1129.682 | BOR |
| 151 | 788938.133 | 4722648.61 | 1128.136 | MUR |
| 151 | 788952.833 | 4722715.62 | 1129.627 | ASF |
| 152 | 788933.81 | 4722648.84 | 1128.592 | MUR |
| 152 | 788952.887 | 4722719.02 | 1130.007 | ASF |
| 153 | 788952.744 | 4722721.72 | 1130.19 | ASF |
| 153 | 788938.019 | 4722648.21 | 1128.048 | HORM |
| 154 | 788952.837 | 4722721.89 | 1130.182 | BOR |
| 154 | 788939.682 | 4722643.32 | 1127.786 | ASFAL |
| 155 | 788952.17 | 4722722.46 | 1130.524 | BOR |
| 155 | 788939.646 | 4722643.32 | 1127.779 | BOR |
| 156 | 788952.038 | 4722722.33 | 1130.386 | ASF |
| 156 | 788937.479 | 4722640.27 | 1127.979 | HORM |
| 157 | 788931.509 | 4722640.67 | 1128.318 | HORM |
| 157 | 788950.513 | 4722725.71 | 1130.776 | ASF |
| 158 | 788935.837 | 4722641.38 | 1128.159 | TLFN |
| 158 | 788950.745 | 4722725.77 | 1130.936 | BOR |
| 159 | 788936.784 | 4722641.31 | 1128.076 | TLFN |
| 159 | 788949.431 | 4722730 | 1131.42 | BOR |
| 160 | 788936.698 | 4722640.47 | 1128.099 | TLFN |
| 160 | 788949.255 | 4722729.9 | 1131.306 | ASF |
| 161 | 788935.752 | 4722640.52 | 1128.152 | TLFN |
| 161 | 788949.03 | 4722734.23 | 1131.761 | ASF |
| 162 | 788949.212 | 4722734.22 | 1131.908 | BOR |
| 162 | 788939.487 | 4722637.68 | 1127.625 | ASFAL |
| 163 | 788937.72 | 4722639.69 | 1127.795 | PT |
| 163 | 788949.689 | 4722736.74 | 1132.162 | BOR |
| 164 | 788937.065 | 4722639.72 | 1127.743 | PT |
| 164 | 788949.515 | 4722736.84 | 1132.003 | ASF |
| 165 | 788950.594 | 4722738.87 | 1132.167 | ASF |
| 165 | 788936.952 | 4722640.09 | 1127.666 | PT |
| 166 | 788950.851 | 4722738.9 | 1132.33 | BOR |
| 166 | 788929.926 | 4722640.69 | 1127.563 | PT |
| 167 | 788947.713 | 4722737.9 | 1132.154 | |
| 167 | 788927.973 | 4722638.89 | 1127.49 | |
| 168 | 788942.918 | 4722737.91 | 1132.238 | |
| 168 | 788927.578 | 4722638.94 | 1127.555 | CASA |
| 169 | 788938.543 | 4722738.58 | 1132.375 | |
| 169 | 788938.922 | 4722627.95 | 1127.391 | ASFAL |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 170 | 788946.237 | 4722730.3 | 1131.365 | |
| 170 | 788937.812 | 4722620.38 | 1127.258 | ASFAL |
| 171 | 788952.84 | 4722725.43 | 1130.85 | ED |
| 171 | 788937.623 | 4722619.83 | 1127.251 | TLFN |
| 172 | 788952.817 | 4722731.48 | 1131.598 | ED |
| 172 | 788937.423 | 4722618.94 | 1127.256 | TLFN |
| 173 | 788953.002 | 4722738.82 | 1132.247 | ED |
| 173 | 788936.607 | 4722619.09 | 1127.262 | TLFN |
| 174 | 788936.792 | 4722620.04 | 1127.272 | TLFN |
| 174 | 788956.832 | 4722738.82 | 1132.417 | ED |
| 175 | 788950.789 | 4722720.98 | 1130.265 | PSAN |
| 176 | 788949.688 | 4722725.08 | 1130.715 | PSAN |
| 176 | 788935.197 | 4722611.99 | 1127.226 | ARBOL |
| 177 | 788953.802 | 4722715.83 | 1129.657 | SUM |
| 177 | 788935.253 | 4722606.68 | 1126.854 | ASFAL |
| 178 | 788950.154 | 4722701.63 | 1129.29 | ARQ |
| 179 | 788950.129 | 4722701.3 | 1129.227 | ARQ |
| 179 | 788932.934 | 4722579 | 1126.266 | POZO |
| 180 | 788950.465 | 4722701.3 | 1129.342 | ARQ |
| 180 | 788931.402 | 4722578.61 | 1126.301 | POZO |
| 181 | 788950.472 | 4722701.62 | 1129.357 | ARQ |
| 181 | 788932.414 | 4722576.67 | 1126.248 | POSTE |
| 182 | 788951.011 | 4722701.66 | 1129.27 | FARP |
| 182 | 788931.226 | 4722577.83 | 1126.296 | MUR |
| 183 | 788931.384 | 4722564.24 | 1125.945 | MUR |
| 183 | 788950.017 | 4722688.25 | 1128.822 | FARP |
| 184 | 788949.178 | 4722676.02 | 1128.555 | FARP |
| 184 | 788931.706 | 4722539.66 | 1125.585 | MUR |
| 185 | 788933.711 | 4722525.29 | 1125.408 | |
| 185 | 788948.391 | 4722664.19 | 1128.205 | FARP |
| 186 | 788931.015 | 4722525.59 | 1125.407 | MUR |
| 186 | 788947.581 | 4722652.09 | 1128.028 | FARP |
| 187 | 788929.742 | 4722620.28 | 1127.393 | TLF |
| 187 | 788930.468 | 4722515.17 | 1125.257 | MUR |
| 188 | 788929.181 | 4722620.25 | 1127.369 | TLF |
| 188 | 788929.629 | 4722501.04 | 1125.283 | MUR |
| 189 | 788929.129 | 4722619.69 | 1127.354 | TLF |
| 189 | 788928.875 | 4722499.7 | 1125.323 | MUR |
| 190 | 788929.936 | 4722500.73 | 1125.219 | ASFAL |
| 190 | 788929.695 | 4722619.67 | 1127.358 | TLF |
| 191 | 788929.433 | 4722492.83 | 1125.116 | ASFAL |
| 191 | 788928.417 | 4722619.78 | 1127.308 | PMT |
| 192 | 788926.501 | 4722627.93 | 1127.398 | MUR |
| 192 | 788928.446 | 4722492.99 | 1125.051 | MUR |
| 193 | 788930.444 | 4722625.37 | 1127.417 | |
| 193 | 788927.857 | 4722489.18 | 1124.992 | POSTE |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|---------|
| 194 | 788935.242 | 4722626.33 | 1127.353 | |
| 194 | 788928.186 | 4722489.19 | 1125.079 | MUR |
| 195 | 788935.133 | 4722618.04 | 1127.152 | |
| 195 | 788929.668 | 4722488.9 | 1125.064 | ASFAL |
| 196 | 788929.443 | 4722485.44 | 1124.962 | ASFAL |
| 196 | 788932.542 | 4722611.04 | 1126.969 | |
| 197 | 788928.461 | 4722608.13 | 1127.147 | MUR |
| 197 | 788927.905 | 4722483.55 | 1124.891 | MUR |
| 198 | 788927.978 | 4722483.13 | 1124.92 | ASFAL |
| 198 | 788928.849 | 4722605.9 | 1127.042 | ASF |
| 199 | 788931.323 | 4722606.36 | 1126.992 | ASF |
| 199 | 788926.996 | 4722468.31 | 1124.839 | ASFAL |
| 200 | 788927.152 | 4722465.89 | 1124.779 | ASFAL |
| 201 | 788930.033 | 4722591.77 | 1126.598 | MUR |
| 201 | 788926.859 | 4722465.83 | 1124.734 | MUR |
| 202 | 788931.149 | 4722580.38 | 1126.378 | MUR |
| 202 | 788927.559 | 4722461.26 | 1124.729 | ASFAL |
| 203 | 788939.717 | 4722588.11 | 1126.483 | ELEC |
| 203 | 788926.62 | 4722461.35 | 1124.736 | MUR |
| 204 | 788941.393 | 4722592.15 | 1126.703 | ARQ |
| 204 | 788927.042 | 4722449.34 | 1124.65 | ASFAL |
| 205 | 788941.317 | 4722591.87 | 1126.715 | ARQ |
| 205 | 788926.064 | 4722448.09 | 1124.655 | ASFAL |
| 206 | 788925.837 | 4722448.04 | 1124.665 | MUR |
| 206 | 788941.635 | 4722591.82 | 1126.764 | ARQ |
| 207 | 788941.668 | 4722592.11 | 1126.581 | ARQ |
| 207 | 788925.601 | 4722445.25 | 1124.624 | MUR |
| 208 | 788925.339 | 4722441.49 | 1124.618 | MUR |
| 208 | 788941.537 | 4722591.13 | 1126.8 | FARP |
| 209 | 788942.079 | 4722601.78 | 1126.759 | ASF |
| 209 | 788925.587 | 4722442.56 | 1124.59 | ASFAL |
| 210 | 788942.887 | 4722601.85 | 1126.849 | MUR |
| 210 | 788926.637 | 4722442.28 | 1124.602 | ASFAL |
| 211 | 788925.254 | 4722439.24 | 1124.642 | REJILLA |
| 211 | 788942.363 | 4722593.69 | 1126.664 | MUR |
| 212 | 788926.052 | 4722439.21 | 1124.646 | REJILLA |
| 212 | 788941.272 | 4722593.66 | 1126.7 | ASF |
| 213 | 788926.092 | 4722440.21 | 1124.596 | REJILLA |
| 213 | 788940.115 | 4722575.91 | 1126.172 | ASF |
| 214 | 788941.106 | 4722575.49 | 1126.173 | MUR |
| 214 | 788925.304 | 4722440.29 | 1124.582 | REJILLA |
| 215 | 788939.842 | 4722569.62 | 1126.042 | ARQ |
| 215 | 788925.542 | 4722434.68 | 1124.535 | ASFAL |
| 216 | 788939.791 | 4722569.26 | 1126.043 | ARQ |
| 216 | 788924.963 | 4722434.78 | 1124.617 | MUR |
| 217 | 788925.06 | 4722429.6 | 1124.523 | ASFAL |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 217 | 788940.175 | 4722569.21 | 1126.062 | ARQ |
| 218 | 788925.544 | 4722425.44 | 1124.448 | ASFAL |
| 218 | 788940.188 | 4722569.59 | 1126.013 | ARQ |
| 219 | 788940.082 | 4722568.62 | 1126.068 | FARP |
| 219 | 788930.958 | 4722445.8 | 1124.659 | ABAS |
| 220 | 788939.587 | 4722567.99 | 1126.075 | ASF |
| 220 | 788924.27 | 4722424.54 | 1124.531 | MUR |
| 221 | 788940.605 | 4722567.64 | 1125.955 | MUR |
| 221 | 788924.833 | 4722418.46 | 1124.419 | ASFAL |
| 222 | 788937.982 | 4722564.65 | 1125.969 | ELEC |
| 222 | 788923.947 | 4722418.59 | 1124.457 | MUR |
| 223 | 788936.387 | 4722564.49 | 1125.953 | |
| 223 | 788923.775 | 4722415.61 | 1124.463 | MUR |
| 224 | 788938.776 | 4722555.87 | 1125.766 | ASF |
| 224 | 788923.58 | 4722413.36 | 1124.305 | MUR |
| 225 | 788923.084 | 4722413.93 | 1124.414 | POSTE |
| 225 | 788939.747 | 4722555.83 | 1125.809 | MUR |
| 226 | 788922.92 | 4722416.22 | 1124.506 | SETO |
| 226 | 788938.191 | 4722546.66 | 1125.568 | ARQ |
| 227 | 788938.187 | 4722547.04 | 1125.55 | ARQ |
| 228 | 788938.589 | 4722547.07 | 1125.575 | ARQ |
| 229 | 788938.635 | 4722546.7 | 1125.597 | ARQ |
| 229 | 788922.333 | 4722411.05 | 1124.371 | SETO |
| 230 | 788938.52 | 4722546.16 | 1125.615 | FARP |
| 230 | 788921.423 | 4722405.18 | 1124.376 | SETO |
| 231 | 788920.477 | 4722402.6 | 1124.373 | SETO |
| 231 | 788937.6 | 4722542.07 | 1125.547 | ASF |
| 232 | 788913.725 | 4722390.03 | 1124.367 | SETO |
| 232 | 788938.771 | 4722541.67 | 1125.609 | MUR |
| 233 | 788913.822 | 4722389.96 | 1124.411 | HORM |
| 233 | 788936.997 | 4722530.95 | 1125.411 | ASF |
| 234 | 788938.053 | 4722530.79 | 1125.44 | MUR |
| 234 | 788917.501 | 4722396.97 | 1124.395 | HORM |
| 235 | 788937.969 | 4722523.67 | 1125.412 | MUR |
| 235 | 788921.23 | 4722403.7 | 1124.372 | HORM |
| 236 | 788936.658 | 4722523.41 | 1125.381 | ASF |
| 236 | 788922.368 | 4722406.13 | 1124.379 | HORM |
| 237 | 788936.939 | 4722523.94 | 1125.373 | FARP |
| 237 | 788922.562 | 4722406.11 | 1124.356 | HORM |
| 238 | 788923.78 | 4722406.02 | 1124.412 | ASFAL |
| 238 | 788937.243 | 4722517.9 | 1125.233 | PMT |
| 239 | 788923.553 | 4722406.25 | 1124.257 | |
| 239 | 788936.249 | 4722514.59 | 1125.255 | ASF |
| 240 | 788937.071 | 4722517.61 | 1125.165 | MUR |
| 240 | 788923.454 | 4722403.49 | 1124.403 | ASFAL |
| 241 | 788935.582 | 4722505.01 | 1125.215 | ASF |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 241 | 788923.134 | 4722403.54 | 1124.273 | |
| 242 | 788922.786 | 4722406.54 | 1124.296 | HORM |
| 242 | 788936.227 | 4722504.99 | 1125.286 | MUR |
| 243 | 788935.722 | 4722501.83 | 1125.123 | FARP |
| 243 | 788922.174 | 4722404.01 | 1124.274 | HORM |
| 244 | 788935.19 | 4722496.49 | 1125.095 | ASF |
| 244 | 788922.212 | 4722403.14 | 1124.245 | HORM |
| 245 | 788923.041 | 4722402.56 | 1124.261 | |
| 245 | 788935.672 | 4722496.59 | 1125.137 | MUR |
| 246 | 788931.807 | 4722474.29 | 1124.885 | ELEC |
| 246 | 788923.318 | 4722402.43 | 1124.397 | ASFAL |
| 247 | 788933.449 | 4722470.88 | 1124.962 | ASF |
| 247 | 788922.309 | 4722398.76 | 1124.431 | ASFAL |
| 248 | 788934.052 | 4722472.42 | 1124.912 | MUR |
| 248 | 788922.086 | 4722398.97 | 1124.259 | |
| 249 | 788934.134 | 4722478.41 | 1124.812 | FARP |
| 249 | 788920.973 | 4722399.44 | 1124.256 | HORM |
| 250 | 788920.225 | 4722397.64 | 1124.313 | HORM |
| 250 | 788933.338 | 4722465.46 | 1124.743 | SUM |
| 251 | 788920.847 | 4722397.36 | 1124.074 | HORM |
| 251 | 788933.153 | 4722465.15 | 1124.663 | ASF |
| 252 | 788921.267 | 4722397.25 | 1124.203 | |
| 252 | 788934.058 | 4722471.89 | 1124.995 | BOR |
| 253 | 788941.159 | 4722471.71 | 1124.91 | MUR |
| 253 | 788921.681 | 4722396.95 | 1124.441 | ASFAL |
| 254 | 788940.264 | 4722459.53 | 1124.993 | MUR |
| 254 | 788920.274 | 4722396.5 | 1124.296 | HORM |
| 255 | 788920.048 | 4722392.97 | 1124.466 | ASFAL |
| 255 | 788938.643 | 4722459.96 | 1124.969 | TLF |
| 256 | 788938.664 | 4722461.19 | 1124.943 | TLF |
| 256 | 788919.815 | 4722393.16 | 1124.333 | |
| 257 | 788919.159 | 4722393.62 | 1124.35 | HORM |
| 257 | 788939.749 | 4722461.23 | 1124.989 | TLF |
| 258 | 788939.728 | 4722459.96 | 1125.007 | TLF |
| 258 | 788918.889 | 4722393.08 | 1124.32 | HORM |
| 259 | 788938.777 | 4722462.51 | 1124.943 | TLF |
| 259 | 788916.434 | 4722388.87 | 1124.322 | HORM |
| 260 | 788917.551 | 4722388.21 | 1124.389 | HORM |
| 260 | 788938.841 | 4722463.74 | 1124.913 | TLF |
| 261 | 788940.033 | 4722463.66 | 1124.946 | TLF |
| 261 | 788917.653 | 4722388.18 | 1124.379 | ASFAL |
| 262 | 788920.421 | 4722397.32 | 1123.769 | TUB |
| 262 | 788939.998 | 4722462.51 | 1124.951 | TLF |
| 263 | 788938.789 | 4722465.03 | 1124.984 | TRAFO |
| 263 | 788916.081 | 4722388.11 | 1123.337 | TUB |
| 264 | 788936.551 | 4722465.21 | 1124.816 | TRAFO |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 264 | 788908.175 | 4722392.38 | 1124.356 | CT |
| 265 | 788936.495 | 4722463.67 | 1124.889 | TRAFO |
| 265 | 788908.187 | 4722392.3 | 1123.083 | PT |
| 266 | 788936.218 | 4722458.83 | 1124.958 | TRAFO |
| 266 | 788914.437 | 4722389.07 | 1124.425 | CT |
| 267 | 788938.531 | 4722458.75 | 1124.986 | TRAFO |
| 267 | 788914.403 | 4722389 | 1123.216 | PT |
| 268 | 788916.674 | 4722387.8 | 1123.429 | PT |
| 268 | 788936.314 | 4722466.38 | 1124.951 | HID |
| 269 | 788916.752 | 4722387.83 | 1124.321 | CT |
| 270 | 788915.653 | 4722385.93 | 1124.231 | CT |
| 271 | 788938.446 | 4722465.24 | 1124.846 | BORJ |
| 271 | 788915.602 | 4722386.05 | 1123.39 | PT |
| 272 | 788936.541 | 4722465.29 | 1124.956 | BORJ |
| 272 | 788915.177 | 4722386.03 | 1123.961 | CT |
| 273 | 788936.841 | 4722470.8 | 1124.852 | BORJ |
| 273 | 788915.185 | 4722386.1 | 1123.36 | PT |
| 274 | 788915.035 | 4722385.56 | 1124.205 | |
| 274 | 788938.824 | 4722470.62 | 1124.975 | BORJ |
| 275 | 788937.035 | 4722470.74 | 1124.788 | TLF |
| 275 | 788911.35 | 4722388.04 | 1123.951 | CT |
| 276 | 788937.101 | 4722471.58 | 1124.906 | TLF |
| 276 | 788911.371 | 4722388.15 | 1123.104 | PT |
| 277 | 788936.204 | 4722471.64 | 1124.872 | TLF |
| 278 | 788911.334 | 4722387.76 | 1124.117 | CT |
| 278 | 788936.233 | 4722470.83 | 1124.887 | TLF |
| 279 | 788914.715 | 4722385.93 | 1124.15 | CT |
| 279 | 788932.931 | 4722461.59 | 1124.706 | ASF |
| 280 | 788933.504 | 4722461.55 | 1124.832 | BOR |
| 280 | 788915.428 | 4722385.43 | 1124.274 | CT |
| 281 | 788933.022 | 4722453.62 | 1124.824 | BOR |
| 281 | 788912.478 | 4722385.02 | 1124.04 | POSTE |
| 282 | 788932.636 | 4722453.75 | 1124.658 | SUM |
| 282 | 788911.088 | 4722388 | 1124.183 | CASA |
| 283 | 788932.404 | 4722453.73 | 1124.694 | ASF |
| 283 | 788907.011 | 4722382.51 | 1123.359 | CASA |
| 284 | 788917.294 | 4722387.61 | 1124.396 | ASFAL |
| 284 | 788935.457 | 4722446.82 | 1124.843 | BORJ |
| 285 | 788915.874 | 4722385.22 | 1124.306 | ASFAL |
| 285 | 788937.052 | 4722446.68 | 1124.961 | BORJ |
| 286 | 788914.314 | 4722382.48 | 1124.149 | ASFAL |
| 286 | 788936.669 | 4722438.54 | 1124.883 | BORJ |
| 287 | 788913.472 | 4722382.63 | 1123.884 | |
| 287 | 788934.897 | 4722438.63 | 1124.881 | BORJ |
| 288 | 788909.677 | 4722375.73 | 1123.498 | ASFAL |
| 288 | 788934.959 | 4722437.26 | 1124.883 | ARQ |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 289 | 788934.928 | 4722436.91 | 1124.877 | ARQ |
| 289 | 788909.103 | 4722376.26 | 1123.303 | |
| 290 | 788903.405 | 4722367.13 | 1122.829 | ASFAL |
| 290 | 788935.286 | 4722436.92 | 1124.888 | ARQ |
| 291 | 788902.647 | 4722367.24 | 1122.729 | |
| 291 | 788935.301 | 4722437.25 | 1124.868 | ARQ |
| 292 | 788935.388 | 4722437.2 | 1124.865 | FARP |
| 292 | 788897.427 | 4722370.18 | 1123.202 | CASA |
| 293 | 788900.916 | 4722363.96 | 1122.721 | ASFAL |
| 293 | 788932.155 | 4722441.44 | 1124.773 | BOR |
| 294 | 788899.508 | 4722363.85 | 1122.599 | ASFAL |
| 294 | 788931.889 | 4722441.66 | 1124.74 | SUM |
| 295 | 788894.872 | 4722362.88 | 1122.295 | ASFAL |
| 295 | 788931.724 | 4722441.19 | 1124.746 | ASF |
| 296 | 788893.488 | 4722360.5 | 1122.224 | ASFAL |
| 296 | 788932.065 | 4722439.2 | 1124.785 | BOR |
| 297 | 788896.763 | 4722359.95 | 1122.435 | ASFAL |
| 297 | 788932.202 | 4722437.08 | 1124.816 | BOR |
| 298 | 788932.986 | 4722435.27 | 1124.863 | BOR |
| 298 | 788896.979 | 4722359.26 | 1122.484 | ASFAL |
| 299 | 788900.976 | 4722364.55 | 1122.634 | |
| 299 | 788934.306 | 4722433.83 | 1124.801 | BOR |
| 300 | 788900.843 | 4722368.91 | 1122.753 | |
| 300 | 788935.896 | 4722432.71 | 1124.755 | BOR |
| 301 | 788936.609 | 4722432.48 | 1124.785 | BOR |
| 301 | 788905.825 | 4722377.52 | 1123.112 | |
| 302 | 788938.881 | 4722438.37 | 1124.907 | MUR |
| 302 | 788900.626 | 4722372.33 | 1122.848 | |
| 303 | 788898.064 | 4722369.44 | 1123.197 | CT |
| 303 | 788931.119 | 4722427.51 | 1124.625 | ASF |
| 304 | 788931.27 | 4722431.6 | 1124.645 | ASF |
| 304 | 788899.998 | 4722366.22 | 1122.91 | CT |
| 305 | 788897.427 | 4722365.09 | 1122.7 | CT |
| 305 | 788931.707 | 4722437.84 | 1124.71 | ASF |
| 306 | 788930.908 | 4722431.88 | 1124.659 | ASF |
| 306 | 788894.043 | 4722364.58 | 1122.819 | CT |
| 307 | 788894.389 | 4722366.08 | 1122.947 | CT |
| 307 | 788930.619 | 4722427.2 | 1124.65 | ASF |
| 308 | 788930.787 | 4722426.61 | 1124.595 | SUM |
| 308 | 788895.896 | 4722368.17 | 1123.537 | CT |
| 309 | 788894.58 | 4722355.52 | 1122.258 | ASFAL |
| 309 | 788936.589 | 4722427.37 | 1124.876 | BOR |
| 310 | 788935.341 | 4722427.28 | 1124.783 | BOR |
| 310 | 788892.08 | 4722358.84 | 1122.101 | PT |
| 311 | 788934.394 | 4722427.33 | 1124.838 | BOR |
| 311 | 788894.004 | 4722356.61 | 1122.276 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 312 | 788931.934 | 4722427.55 | 1124.783 | BOR |
| 312 | 788893.386 | 4722355.14 | 1122.274 | PT |
| 313 | 788892.385 | 4722355.89 | 1122.758 | CT |
| 313 | 788931.429 | 4722427.51 | 1124.782 | BOR |
| 314 | 788889.745 | 4722352.28 | 1122.575 | CT |
| 314 | 788931.215 | 4722427.21 | 1124.751 | BOR |
| 315 | 788890.73 | 4722351.87 | 1122.066 | PT |
| 315 | 788931.253 | 4722426.73 | 1124.753 | BOR |
| 316 | 788931.478 | 4722426.41 | 1124.743 | BOR |
| 316 | 788891.284 | 4722351.43 | 1122.081 | ASFAL |
| 317 | 788879.063 | 4722335.91 | 1121.459 | ASFAL |
| 317 | 788931.885 | 4722426.29 | 1124.772 | BOR |
| 318 | 788878.42 | 4722336.34 | 1121.442 | PT |
| 318 | 788934.292 | 4722426.15 | 1124.819 | BOR |
| 319 | 788935.114 | 4722426.1 | 1124.794 | BOR |
| 319 | 788877.565 | 4722336.94 | 1122.092 | CT |
| 320 | 788868.331 | 4722322.2 | 1120.984 | ASFAL |
| 320 | 788936.609 | 4722425.94 | 1124.887 | BOR |
| 321 | 788867.514 | 4722322.91 | 1120.921 | PT |
| 322 | 788866.969 | 4722323.32 | 1121.469 | CT |
| 322 | 788935.34 | 4722427.51 | 1124.772 | ASF |
| 323 | 788932.816 | 4722427.68 | 1124.652 | ASF |
| 323 | 788862.54 | 4722314.6 | 1120.835 | ASFAL |
| 324 | 788863.324 | 4722317.5 | 1120.9 | PT |
| 324 | 788931.736 | 4722427.76 | 1124.654 | ASF |
| 325 | 788862.767 | 4722318.37 | 1121.388 | CT |
| 325 | 788931.382 | 4722427.65 | 1124.664 | ASF |
| 326 | 788931.23 | 4722427.52 | 1124.623 | ASF |
| 326 | 788859.647 | 4722318.27 | 1120.692 | PT |
| 327 | 788932.325 | 4722430.19 | 1124.695 | |
| 327 | 788859.84 | 4722318.84 | 1120.828 | VALLA |
| 328 | 788935.694 | 4722430.17 | 1124.716 | |
| 328 | 788857.419 | 4722315.79 | 1120.857 | VALLA |
| 329 | 788857.59 | 4722315.34 | 1120.735 | MUR |
| 329 | 788936.425 | 4722432.34 | 1124.705 | ASF |
| 330 | 788856.871 | 4722314.3 | 1120.811 | MUR |
| 330 | 788934.926 | 4722432.92 | 1124.72 | ASF |
| 331 | 788856.556 | 4722314.51 | 1120.71 | MUR |
| 331 | 788933.327 | 4722434.33 | 1124.716 | ASF |
| 332 | 788851.183 | 4722307.8 | 1120.708 | MUR |
| 332 | 788932.656 | 4722435.19 | 1124.729 | ASF |
| 333 | 788853.166 | 4722302.5 | 1120.503 | ASFAL |
| 333 | 788932.164 | 4722436.14 | 1124.709 | ASF |
| 334 | 788848.36 | 4722296.89 | 1120.364 | ASFAL |
| 334 | 788931.848 | 4722436.9 | 1124.661 | ASF |
| 335 | 788846.259 | 4722296.67 | 1120.502 | ASFAL |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 335 | 788931.732 | 4722437.86 | 1124.681 | ASF |
| 336 | 788930.721 | 4722426.63 | 1124.609 | SUM |
| 336 | 788844.144 | 4722297.43 | 1120.705 | ASFAL |
| 337 | 788930.242 | 4722418.04 | 1124.543 | SUM |
| 337 | 788843.497 | 4722297.78 | 1120.821 | MUR |
| 338 | 788929.97 | 4722417.24 | 1124.596 | ASF |
| 338 | 788839.873 | 4722293.18 | 1120.839 | MUR |
| 339 | 788929.637 | 4722409.04 | 1124.532 | SUM |
| 339 | 788840.096 | 4722292.95 | 1120.717 | ASFAL |
| 340 | 788929.39 | 4722408.52 | 1124.55 | ASF |
| 340 | 788842.431 | 4722290.88 | 1120.306 | ASFAL |
| 341 | 788928.702 | 4722400.24 | 1124.554 | ASF |
| 341 | 788843.341 | 4722289.47 | 1120.24 | ASFAL |
| 342 | 788836.201 | 4722280.34 | 1120.001 | ASFAL |
| 342 | 788928.958 | 4722399.77 | 1124.519 | SUM |
| 343 | 788927.966 | 4722388.12 | 1124.501 | ASF |
| 343 | 788834.854 | 4722286.64 | 1120.39 | MUR |
| 344 | 788928.32 | 4722385.18 | 1124.678 | BOR |
| 344 | 788835.429 | 4722285.01 | 1120.325 | REG |
| 345 | 788928.399 | 4722388.09 | 1124.728 | BOR |
| 345 | 788835.215 | 4722284.67 | 1120.369 | REG |
| 346 | 788834.883 | 4722284.94 | 1120.329 | REG |
| 346 | 788930.817 | 4722388.86 | 1124.696 | TLF |
| 347 | 788930.744 | 4722388.02 | 1124.671 | TLF |
| 347 | 788835.214 | 4722285.18 | 1120.417 | REG |
| 348 | 788931.68 | 4722387.98 | 1124.701 | TLF |
| 348 | 788829.8 | 4722272.93 | 1119.772 | ASFAL |
| 349 | 788826.683 | 4722274.41 | 1119.837 | ASFAL |
| 349 | 788931.72 | 4722388.78 | 1124.693 | TLF |
| 350 | 788825.908 | 4722275.11 | 1119.904 | MUR |
| 350 | 788935.506 | 4722388.44 | 1124.79 | MUR |
| 351 | 788825.598 | 4722274.93 | 1119.893 | VALLA |
| 351 | 788933.505 | 4722392.28 | 1124.848 | BORJ |
| 352 | 788823.233 | 4722271.93 | 1119.957 | VALLA |
| 352 | 788931.804 | 4722392.34 | 1124.788 | BORJ |
| 353 | 788818.96 | 4722275 | 1119.758 | VALLA |
| 353 | 788932.249 | 4722398.53 | 1124.743 | BORJ |
| 354 | 788819.64 | 4722273.23 | 1120.128 | POSTE |
| 354 | 788934.015 | 4722398.39 | 1124.776 | BORJ |
| 355 | 788936.181 | 4722398.83 | 1124.841 | MUR |
| 355 | 788823.573 | 4722271.05 | 1119.874 | ASFAL |
| 356 | 788932.909 | 4722399.15 | 1124.727 | ARQ |
| 356 | 788820.802 | 4722271.14 | 1119.951 | ASFAL |
| 357 | 788816.949 | 4722272.87 | 1120.321 | ASFAL |
| 357 | 788932.558 | 4722399.18 | 1124.739 | ARQ |
| 358 | 788814.788 | 4722269.66 | 1120.325 | ASFAL |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 358 | 788932.551 | 4722398.81 | 1124.75 | ARQ |
| 359 | 788932.897 | 4722398.77 | 1124.77 | ARQ |
| 359 | 788821.128 | 4722266.33 | 1119.837 | ASFAL |
| 360 | 788823.291 | 4722264.61 | 1119.663 | ASFAL |
| 360 | 788933.063 | 4722399.01 | 1124.705 | FARP |
| 361 | 788932.836 | 4722407.31 | 1124.711 | BORJ |
| 361 | 788828.821 | 4722271.93 | 1119.836 | ASFAL |
| 362 | 788934.538 | 4722407.24 | 1124.786 | BORJ |
| 362 | 788824.003 | 4722265.18 | 1119.714 | ASFAL |
| 363 | 788936.687 | 4722407.14 | 1124.829 | MUR |
| 363 | 788817.087 | 4722265.96 | 1120.476 | CT |
| 364 | 788819.606 | 4722264.41 | 1120.229 | CT |
| 364 | 788929.879 | 4722408.14 | 1124.671 | BOR |
| 365 | 788932.003 | 4722412.58 | 1124.724 | TLF |
| 365 | 788818.997 | 4722262.43 | 1120.502 | CT |
| 366 | 788933.193 | 4722412.57 | 1124.762 | TLF |
| 366 | 788820.695 | 4722260.39 | 1119.584 | ASFAL |
| 367 | 788933.189 | 4722413.48 | 1124.746 | TLF |
| 367 | 788813.399 | 4722251.32 | 1119.383 | ASFAL |
| 368 | 788812.459 | 4722251.95 | 1119.393 | PT |
| 368 | 788932.056 | 4722413.59 | 1124.707 | TLF |
| 369 | 788811.409 | 4722252.72 | 1120.002 | CT |
| 369 | 788933.369 | 4722415.26 | 1124.788 | BORJ |
| 370 | 788935.018 | 4722415.25 | 1124.873 | BORJ |
| 370 | 788805.449 | 4722247.42 | 1120.218 | CT |
| 371 | 788806.507 | 4722246.01 | 1119.416 | PT |
| 371 | 788937.222 | 4722415.8 | 1124.852 | MUR |
| 372 | 788933.31 | 4722416.53 | 1124.743 | ARQ |
| 372 | 788802.547 | 4722237.78 | 1119.251 | ASFAL |
| 373 | 788933.264 | 4722416.86 | 1124.752 | ARQ |
| 373 | 788796.406 | 4722230.39 | 1119.083 | ASFAL |
| 374 | 788794.885 | 4722231.36 | 1119.167 | PT |
| 374 | 788933.651 | 4722416.92 | 1124.73 | ARQ |
| 375 | 788789.745 | 4722227.54 | 1118.875 | PT |
| 375 | 788933.705 | 4722416.61 | 1124.763 | ARQ |
| 376 | 788934.024 | 4722416.78 | 1124.775 | FARP |
| 376 | 788795.416 | 4722234.42 | 1120.089 | CT |
| 377 | 788789.966 | 4722231.28 | 1120.06 | CT |
| 377 | 788930.349 | 4722415.44 | 1124.665 | BOR |
| 378 | 788930.839 | 4722417.46 | 1124.769 | BOR |
| 378 | 788787.754 | 4722234.86 | 1119.938 | PT |
| 379 | 788931.977 | 4722419.11 | 1124.819 | BOR |
| 379 | 788794.104 | 4722237.74 | 1120.143 | PT |
| 380 | 788800.377 | 4722243.29 | 1120.171 | PT |
| 380 | 788933.638 | 4722420.33 | 1124.816 | BOR |
| 381 | 788934.906 | 4722420.58 | 1124.802 | BOR |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 381 | 788814.255 | 4722259.78 | 1120.143 | PT |
| 382 | 788936.233 | 4722420.76 | 1124.824 | BOR |
| 382 | 788816.814 | 4722262.77 | 1120.099 | PT |
| 383 | 788936.078 | 4722420.78 | 1124.795 | ASF |
| 383 | 788815.276 | 4722265.79 | 1121.002 | CT |
| 384 | 788934.058 | 4722420.51 | 1124.718 | ASF |
| 384 | 788813.029 | 4722261.35 | 1120.998 | CT |
| 385 | 788799.077 | 4722244.49 | 1120.981 | CT |
| 385 | 788932.747 | 4722419.83 | 1124.704 | ASF |
| 386 | 788792.152 | 4722238.87 | 1120.963 | CT |
| 386 | 788931.755 | 4722418.94 | 1124.684 | ASF |
| 387 | 788930.812 | 4722417.49 | 1124.639 | ASF |
| 387 | 788787.001 | 4722237.75 | 1121.009 | CT |
| 388 | 788930.442 | 4722416.33 | 1124.586 | ASF |
| 388 | 788784.333 | 4722238.13 | 1120.919 | CT |
| 389 | 788779.074 | 4722236.14 | 1120.816 | CT |
| 389 | 788930.598 | 4722421.17 | 1124.601 | ASF |
| 390 | 788773.983 | 4722230.61 | 1120.661 | CT |
| 390 | 788930.88 | 4722426.69 | 1124.623 | ASF |
| 391 | 788931.274 | 4722426.25 | 1124.657 | ASF |
| 391 | 788771.039 | 4722225.59 | 1120.848 | CT |
| 392 | 788764.143 | 4722217.97 | 1120.288 | CT |
| 392 | 788931.764 | 4722426.15 | 1124.674 | ASF |
| 393 | 788934.351 | 4722425.94 | 1124.718 | ASF |
| 393 | 788760.908 | 4722215.92 | 1120.631 | CT |
| 394 | 788936.199 | 4722425.8 | 1124.827 | ASF |
| 394 | 788758.826 | 4722214.58 | 1120.379 | CT |
| 395 | 788786.616 | 4722251.05 | 1120.852 | VALLA |
| 395 | 788935.182 | 4722423.53 | 1124.729 | |
| 396 | 788932.061 | 4722423.07 | 1124.708 | |
| 396 | 788774.566 | 4722236.08 | 1120.797 | VALLA |
| 397 | 788927.634 | 4722382.86 | 1124.667 | MUR |
| 397 | 788765.952 | 4722225.28 | 1120.805 | VALLA |
| 398 | 788924.903 | 4722383.88 | 1124.885 | MUR |
| 398 | 788758.487 | 4722215.94 | 1120.653 | VALLA |
| 399 | 788756.739 | 4722215.03 | 1120.484 | CT |
| 399 | 788923.307 | 4722384.54 | 1124.41 | MUR |
| 400 | 788751.69 | 4722218.94 | 1120.405 | CT |
| 400 | 788922.739 | 4722384.33 | 1124.461 | MUR |
| 401 | 788921.743 | 4722382.6 | 1124.458 | MUR |
| 401 | 788752.109 | 4722219.75 | 1120.489 | VALLA |
| 402 | 788921.27 | 4722382.44 | 1124.464 | MUR |
| 402 | 788746.07 | 4722221.71 | 1120.291 | CT |
| 403 | 788922.486 | 4722382.12 | 1124.317 | MUR |
| 403 | 788747.046 | 4722222.95 | 1120.431 | VALLA |
| 404 | 788741.358 | 4722223.15 | 1120.391 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 404 | 788924.547 | 4722381.04 | 1124.601 | MUR |
| 405 | 788924.253 | 4722382.01 | 1123.563 | PT |
| 405 | 788734.124 | 4722228.92 | 1120.388 | CT |
| 406 | 788734.374 | 4722230.81 | 1120.477 | VALLA |
| 406 | 788921.959 | 4722382.41 | 1123.398 | PT |
| 407 | 788723.685 | 4722234.25 | 1120.552 | CT |
| 407 | 788922.582 | 4722384 | 1123.461 | PT |
| 408 | 788716.539 | 4722238.35 | 1120.366 | CT |
| 408 | 788924.005 | 4722383.62 | 1123.613 | PT |
| 409 | 788716.813 | 4722241.78 | 1120.532 | VALLA |
| 409 | 788925.347 | 4722383.03 | 1123.785 | PT |
| 410 | 788922.935 | 4722384.36 | 1123.546 | TUB |
| 410 | 788701.269 | 4722246.64 | 1120.753 | CT |
| 411 | 788920.088 | 4722381.37 | 1124.469 | FARP |
| 411 | 788689.217 | 4722253.82 | 1120.895 | CT |
| 412 | 788919.754 | 4722381.11 | 1124.399 | ARQ |
| 412 | 788692.128 | 4722257.11 | 1120.895 | VALLA |
| 413 | 788919.623 | 4722380.81 | 1124.393 | ARQ |
| 413 | 788677.734 | 4722261.33 | 1120.931 | CT |
| 414 | 788673.079 | 4722263.43 | 1120.809 | CT |
| 414 | 788919.943 | 4722380.63 | 1124.416 | ARQ |
| 415 | 788675.345 | 4722267.63 | 1120.972 | VALLA |
| 415 | 788920.133 | 4722380.89 | 1124.412 | ARQ |
| 416 | 788669.442 | 4722265.93 | 1121.035 | CT |
| 416 | 788919.92 | 4722382.85 | 1124.395 | BAR |
| 417 | 788921.607 | 4722385.81 | 1124.503 | BAR |
| 417 | 788667.313 | 4722268.92 | 1120.736 | CT |
| 418 | 788670.773 | 4722271 | 1121.195 | CT |
| 419 | 788925.984 | 4722388.15 | 1124.457 | ASF |
| 419 | 788671.213 | 4722270.33 | 1121.141 | VALLA |
| 420 | 788673.018 | 4722270.41 | 1121.143 | CT |
| 420 | 788922.49 | 4722387.34 | 1124.499 | ASF |
| 421 | 788675.96 | 4722268.51 | 1120.981 | CT |
| 421 | 788919.565 | 4722382.49 | 1124.421 | ASF |
| 422 | 788676.132 | 4722268.59 | 1120.939 | PT |
| 422 | 788920.006 | 4722381.85 | 1124.382 | ASF |
| 423 | 788673.005 | 4722271.9 | 1120.629 | PT |
| 423 | 788916.572 | 4722377.02 | 1123.908 | ASF |
| 424 | 788919.353 | 4722379.41 | 1124.497 | CT |
| 424 | 788670.148 | 4722272.4 | 1120.588 | PT |
| 425 | 788905.151 | 4722361.7 | 1122.674 | ASF |
| 425 | 788668.654 | 4722271.54 | 1120.374 | PT |
| 426 | 788906.177 | 4722361.41 | 1123.04 | CT |
| 426 | 788668.701 | 4722272.13 | 1120.305 | CT |
| 427 | 788907.342 | 4722363.98 | 1122.839 | FARP |
| 427 | 788669.966 | 4722277.07 | 1120.055 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|------|
| 428 | 788673.932 | 4722281.83 | 1120.072 | CT |
| 428 | 788901.033 | 4722356.25 | 1122.461 | ASF |
| 429 | 788901.931 | 4722355.56 | 1122.994 | CT |
| 429 | 788678.322 | 4722286.83 | 1120.076 | CT |
| 430 | 788898.803 | 4722353.44 | 1122.321 | ASF |
| 430 | 788682.44 | 4722290.73 | 1120.136 | CT |
| 431 | 788690.603 | 4722283.76 | 1120.809 | |
| 431 | 788898.531 | 4722351.46 | 1122.603 | CT |
| 432 | 788686.124 | 4722275.82 | 1121.008 | |
| 432 | 788891.664 | 4722344.91 | 1121.894 | ASF |
| 433 | 788682.121 | 4722267.5 | 1120.908 | |
| 433 | 788892.905 | 4722344.37 | 1122.292 | CT |
| 434 | 788675.223 | 4722286.83 | 1119.222 | CT |
| 434 | 788893.684 | 4722346.12 | 1121.976 | FARP |
| 435 | 788668.261 | 4722282.01 | 1118.403 | CT |
| 435 | 788886.502 | 4722338.01 | 1121.692 | ASF |
| 436 | 788887.887 | 4722337.62 | 1122.047 | CT |
| 437 | 788879.918 | 4722329.4 | 1121.385 | ASF |
| 438 | 788880.278 | 4722328.62 | 1121.431 | FARP |
| 439 | 788872.575 | 4722319.75 | 1120.955 | ASF |
| 440 | 788874.149 | 4722320.19 | 1121.702 | CT |
| 441 | 788870.722 | 4722318.03 | 1120.885 | ASF |
| 441 | 788665.112 | 4722272.41 | 1118.635 | PT |
| 442 | 788661.502 | 4722269.66 | 1117.635 | PT |
| 442 | 788871.591 | 4722317.5 | 1121.09 | MUR |
| 443 | 788658.832 | 4722266.37 | 1116.499 | PT |
| 443 | 788861.966 | 4722306.38 | 1120.675 | ASF |
| 444 | 788862.78 | 4722305.79 | 1120.799 | MUR |
| 444 | 788657.117 | 4722264.23 | 1116.069 | PT |
| 445 | 788851.762 | 4722293.3 | 1120.395 | ASF |
| 445 | 788651.686 | 4722261.32 | 1115.511 | PT |
| 446 | 788649.343 | 4722262.59 | 1115.486 | |
| 446 | 788852.575 | 4722292.52 | 1120.545 | MUR |
| 447 | 788645.345 | 4722260.08 | 1114.856 | |
| 447 | 788851.113 | 4722290.57 | 1120.414 | FARP |
| 448 | 788840.97 | 4722279.44 | 1120.15 | ASF |
| 448 | 788648.817 | 4722256.9 | 1115.631 | PT |
| 449 | 788841.998 | 4722278.77 | 1120.139 | MUR |
| 449 | 788643.013 | 4722253.24 | 1115.668 | PT |
| 450 | 788837.4 | 4722273.04 | 1120.043 | FARP |
| 450 | 788638.292 | 4722246.19 | 1116.189 | PT |
| 451 | 788834.511 | 4722269.16 | 1119.844 | MUR |
| 451 | 788628.028 | 4722240.98 | 1116.411 | CT |
| 452 | 788833.568 | 4722269.78 | 1119.837 | ASF |
| 452 | 788633.752 | 4722246.6 | 1116.377 | CT |
| 453 | 788639.309 | 4722252.23 | 1116.148 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 453 | 788824.247 | 4722258.22 | 1119.682 | ASF |
| 454 | 788825.006 | 4722257.57 | 1119.636 | MUR |
| 454 | 788644.125 | 4722255.99 | 1115.683 | CT |
| 455 | 788811.45 | 4722242.4 | 1119.25 | ASF |
| 455 | 788625.558 | 4722244.36 | 1114.61 | PT |
| 456 | 788632.922 | 4722251.87 | 1114.76 | PT |
| 456 | 788812.216 | 4722241.81 | 1119.186 | MUR |
| 457 | 788636.662 | 4722255.85 | 1114.711 | PT |
| 457 | 788799.747 | 4722227.91 | 1119.238 | ASF |
| 458 | 788642.466 | 4722258.11 | 1114.623 | PT |
| 458 | 788801.026 | 4722228.04 | 1119.213 | MUR |
| 459 | 788648.412 | 4722261.98 | 1115.301 | PT |
| 459 | 788791.953 | 4722219.15 | 1119.019 | ASF |
| 460 | 788655.526 | 4722264.89 | 1115.76 | PT |
| 460 | 788793.026 | 4722218.04 | 1118.942 | MUR |
| 461 | 788660.968 | 4722266.88 | 1116.941 | PT |
| 461 | 788784.737 | 4722212.83 | 1119.007 | ASF |
| 462 | 788665.359 | 4722255.86 | 1118.83 | CT |
| 462 | 788785.839 | 4722211.08 | 1119.145 | MUR |
| 463 | 788665.523 | 4722258.04 | 1118.862 | CT |
| 463 | 788773.502 | 4722204.57 | 1118.926 | ASF |
| 464 | 788774.263 | 4722203.67 | 1119.083 | MUR |
| 464 | 788662.282 | 4722260.48 | 1118.711 | CT |
| 465 | 788660.936 | 4722259.92 | 1118.652 | CT |
| 465 | 788760.434 | 4722194.64 | 1118.785 | ASF |
| 466 | 788755.047 | 4722188.5 | 1118.719 | ASF |
| 466 | 788656.447 | 4722254.73 | 1118.674 | CT |
| 467 | 788749.44 | 4722179.73 | 1118.791 | ASF |
| 467 | 788653.755 | 4722250.96 | 1118.52 | CT |
| 468 | 788653.805 | 4722249.61 | 1118.514 | CT |
| 468 | 788746.134 | 4722173.35 | 1118.912 | ASF |
| 469 | 788655.987 | 4722246.92 | 1118.54 | CT |
| 469 | 788747.777 | 4722172.74 | 1118.75 | PT |
| 470 | 788750.098 | 4722177.29 | 1118.746 | PT |
| 470 | 788657.938 | 4722249.16 | 1118.551 | VALLA |
| 471 | 788664.622 | 4722257.37 | 1118.885 | VALLA |
| 471 | 788755.644 | 4722186.44 | 1118.805 | PT |
| 472 | 788760.955 | 4722191.21 | 1118.719 | PT |
| 472 | 788661.806 | 4722259.64 | 1118.812 | VALLA |
| 473 | 788654.963 | 4722251.59 | 1118.613 | VALLA |
| 473 | 788767.72 | 4722199.33 | 1118.839 | PT |
| 474 | 788771.4 | 4722202.63 | 1118.847 | PT |
| 474 | 788662.99 | 4722261.57 | 1118.376 | |
| 475 | 788771.805 | 4722201.93 | 1118.985 | CT |
| 475 | 788665.024 | 4722260.22 | 1118.199 | |
| 476 | 788666.014 | 4722263.09 | 1118.188 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-----|
| 476 | 788766.513 | 4722196.29 | 1119.04 | CT |
| 477 | 788668.492 | 4722254.42 | 1118.11 | |
| 477 | 788757.87 | 4722186.58 | 1119.063 | CT |
| 478 | 788755.866 | 4722185.49 | 1119.293 | PMT |
| 478 | 788668.663 | 4722257.07 | 1118.118 | |
| 479 | 788669.469 | 4722259.49 | 1117.749 | PT |
| 479 | 788750.314 | 4722175.08 | 1119.386 | CT |
| 480 | 788740.694 | 4722174.41 | 1119 | ASF |
| 480 | 788666.525 | 4722248.84 | 1118.452 | PT |
| 481 | 788667.988 | 4722251.87 | 1118.538 | PT |
| 481 | 788744.575 | 4722181.99 | 1118.999 | ASF |
| 482 | 788748.602 | 4722188.71 | 1119.218 | ASF |
| 482 | 788670.098 | 4722253.81 | 1118.516 | PT |
| 483 | 788752.874 | 4722194.47 | 1119.11 | ASF |
| 483 | 788674.51 | 4722253.63 | 1118.327 | PT |
| 484 | 788675.97 | 4722256.31 | 1118.32 | PT |
| 484 | 788760.821 | 4722201.71 | 1119.107 | ASF |
| 485 | 788682.154 | 4722252.99 | 1118.792 | PT |
| 485 | 788766.428 | 4722205.68 | 1119.038 | ASF |
| 486 | 788775.404 | 4722211.73 | 1119.004 | ASF |
| 486 | 788682.641 | 4722253.25 | 1118.735 | PT |
| 487 | 788687.555 | 4722251.03 | 1119.206 | PT |
| 487 | 788784.571 | 4722219.09 | 1118.966 | ASF |
| 488 | 788788.514 | 4722222.64 | 1118.868 | ASF |
| 488 | 788695.77 | 4722246.22 | 1118.936 | PT |
| 489 | 788704.542 | 4722240.71 | 1118.277 | PT |
| 489 | 788792.718 | 4722226.57 | 1119.053 | ASF |
| 490 | 788711.687 | 4722236.98 | 1118.155 | PT |
| 490 | 788791.645 | 4722228.13 | 1118.874 | PT |
| 491 | 788719.831 | 4722232.79 | 1118.608 | PT |
| 491 | 788785.065 | 4722227.41 | 1118.446 | PT |
| 492 | 788723.992 | 4722230.42 | 1118.553 | PT |
| 492 | 788781.196 | 4722227.89 | 1118.537 | PT |
| 493 | 788773.317 | 4722222.7 | 1118.978 | PT |
| 493 | 788735.114 | 4722222.49 | 1118.598 | PT |
| 494 | 788746.831 | 4722217.3 | 1119.208 | PT |
| 494 | 788772.312 | 4722217.27 | 1118.935 | PT |
| 495 | 788765.294 | 4722216.07 | 1119.166 | PT |
| 495 | 788752.496 | 4722213.32 | 1118.686 | PT |
| 496 | 788761.317 | 4722213.46 | 1119.423 | PT |
| 496 | 788756.6 | 4722211.33 | 1118.406 | PT |
| 497 | 788663.541 | 4722290.53 | 1114.55 | CT |
| 497 | 788765.379 | 4722207.12 | 1118.601 | PT |
| 498 | 788758.767 | 4722210.16 | 1118.406 | PT |
| 498 | 788653.055 | 4722280.81 | 1114.143 | CT |
| 499 | 788754.232 | 4722212.07 | 1118.413 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|----|
| 499 | 788645.829 | 4722274.49 | 1114.05 | CT |
| 500 | 788638.789 | 4722270.29 | 1113.95 | CT |
| 500 | 788755.19 | 4722207.57 | 1118.408 | PT |
| 501 | 788630.13 | 4722267.75 | 1113.383 | CT |
| 501 | 788754.869 | 4722203.66 | 1118.492 | PT |
| 502 | 788751.744 | 4722196.95 | 1119.051 | PT |
| 502 | 788623.255 | 4722262.17 | 1113.266 | CT |
| 503 | 788615.735 | 4722257.09 | 1112.997 | CT |
| 503 | 788746.468 | 4722187.88 | 1118.973 | PT |
| 504 | 788742.126 | 4722189.72 | 1118.843 | PT |
| 504 | 788608.002 | 4722251.12 | 1112.717 | CT |
| 505 | 788746.367 | 4722196.15 | 1118.941 | PT |
| 506 | 788749.372 | 4722201.34 | 1119.035 | PT |
| 507 | 788744.773 | 4722204.37 | 1118.859 | PT |
| 507 | 788671.195 | 4722309.44 | 1114.83 | CT |
| 508 | 788668.771 | 4722311.67 | 1114.881 | PT |
| 508 | 788746.023 | 4722208.71 | 1118.856 | PT |
| 509 | 788660.376 | 4722300.2 | 1114.545 | CT |
| 509 | 788743.18 | 4722213.62 | 1118.609 | PT |
| 510 | 788657.947 | 4722301.68 | 1114.692 | PT |
| 510 | 788735.598 | 4722220.58 | 1118.533 | PT |
| 511 | 788724.069 | 4722226.69 | 1118.636 | PT |
| 511 | 788645.771 | 4722286.16 | 1114.149 | CT |
| 512 | 788643.914 | 4722288.56 | 1114.444 | |
| 512 | 788722.702 | 4722221.18 | 1118.353 | PT |
| 513 | 788643.096 | 4722289.93 | 1114.295 | PT |
| 513 | 788717.052 | 4722217.96 | 1118.065 | PT |
| 514 | 788632.587 | 4722278.63 | 1113.862 | CT |
| 514 | 788712.252 | 4722214.11 | 1118.09 | PT |
| 515 | 788631.86 | 4722279.63 | 1114.085 | |
| 515 | 788706.722 | 4722217.65 | 1117.98 | PT |
| 516 | 788631.399 | 4722280.67 | 1114.18 | PT |
| 516 | 788712.884 | 4722224.89 | 1117.961 | PT |
| 517 | 788618.44 | 4722268.33 | 1113.058 | CT |
| 517 | 788711.281 | 4722227.39 | 1117.897 | PT |
| 518 | 788706.952 | 4722228.4 | 1117.844 | PT |
| 518 | 788617.194 | 4722270.17 | 1113.586 | PT |
| 519 | 788609.801 | 4722262.27 | 1112.915 | CT |
| 519 | 788699.407 | 4722221.11 | 1117.971 | PT |
| 520 | 788608.715 | 4722263.5 | 1113.116 | PT |
| 520 | 788694.316 | 4722218.04 | 1117.94 | PT |
| 521 | 788688.886 | 4722222.28 | 1117.793 | PT |
| 521 | 788600.769 | 4722255.97 | 1112.648 | CT |
| 522 | 788681.351 | 4722227.9 | 1117.882 | PT |
| 522 | 788599.279 | 4722257.35 | 1113.053 | PT |
| 523 | 788680.382 | 4722226.76 | 1117.851 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 523 | 788595.594 | 4722250.75 | 1112.509 | CT |
| 524 | 788593.207 | 4722252.42 | 1112.899 | PT |
| 524 | 788668.463 | 4722228.16 | 1117.662 | PT |
| 525 | 788589.358 | 4722249.61 | 1112.864 | PT |
| 525 | 788664.816 | 4722229.35 | 1117.451 | PT |
| 526 | 788567.657 | 4722240.09 | 1114.415 | CT |
| 526 | 788662.454 | 4722233.38 | 1117.83 | PT |
| 527 | 788565.725 | 4722242.74 | 1114.831 | |
| 527 | 788660.782 | 4722238.25 | 1117.783 | PT |
| 528 | 788660.371 | 4722241.33 | 1117.859 | PT |
| 528 | 788560.737 | 4722247.62 | 1115.648 | |
| 529 | 788659.225 | 4722243.97 | 1117.691 | PT |
| 529 | 788575.844 | 4722256.21 | 1115.845 | |
| 530 | 788579.56 | 4722252.85 | 1115.478 | |
| 530 | 788655.651 | 4722243.52 | 1117.639 | PT |
| 531 | 788651.041 | 4722247.56 | 1117.755 | PT |
| 531 | 788581.655 | 4722251.08 | 1115.293 | CT |
| 532 | 788651.074 | 4722243.78 | 1117.658 | |
| 532 | 788596.37 | 4722261.83 | 1115.657 | CT |
| 533 | 788655.469 | 4722238.35 | 1117.689 | |
| 533 | 788594.748 | 4722264.75 | 1115.851 | |
| 534 | 788592.985 | 4722267.18 | 1116.051 | |
| 534 | 788658.701 | 4722231.38 | 1117.659 | |
| 535 | 788608.535 | 4722277.27 | 1116.424 | |
| 535 | 788661.074 | 4722225.47 | 1117.113 | |
| 536 | 788610.862 | 4722274.8 | 1116.242 | |
| 536 | 788668.985 | 4722224.72 | 1117.346 | |
| 537 | 788612.891 | 4722273.5 | 1115.96 | CT |
| 537 | 788677.155 | 4722222.27 | 1117.611 | |
| 538 | 788685.831 | 4722217.93 | 1117.734 | |
| 538 | 788628.823 | 4722286.37 | 1116.381 | CT |
| 539 | 788626.504 | 4722288.79 | 1116.64 | |
| 539 | 788685.451 | 4722216.14 | 1117.859 | |
| 540 | 788641.76 | 4722302.48 | 1117.067 | |
| 540 | 788692.399 | 4722213.56 | 1117.977 | |
| 541 | 788644.945 | 4722299.59 | 1116.741 | CT |
| 541 | 788700.196 | 4722207.97 | 1118.057 | |
| 542 | 788662.983 | 4722313.88 | 1117.164 | CT |
| 542 | 788701.365 | 4722216.88 | 1117.907 | |
| 543 | 788713.69 | 4722211.59 | 1118.051 | |
| 543 | 788661.098 | 4722317.31 | 1117.639 | |
| 544 | 788659.584 | 4722320.17 | 1117.796 | CAMIN |
| 544 | 788710.095 | 4722202.39 | 1118.271 | |
| 545 | 788657.779 | 4722322.92 | 1117.737 | CAMIN |
| 545 | 788719.54 | 4722196.8 | 1118.399 | |
| 546 | 788654.757 | 4722326.45 | 1117.802 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 546 | 788724.591 | 4722205.52 | 1118.335 | |
| 547 | 788732.248 | 4722211.94 | 1118.398 | |
| 547 | 788649.725 | 4722331.58 | 1119.615 | CT |
| 548 | 788739.673 | 4722207.37 | 1118.615 | |
| 548 | 788642.42 | 4722341 | 1119.432 | |
| 549 | 788741.205 | 4722199.1 | 1118.927 | |
| 549 | 788648.139 | 4722316.52 | 1117.713 | ARBOL |
| 550 | 788642.888 | 4722311.42 | 1117.567 | ARBOL |
| 550 | 788736.746 | 4722192.79 | 1118.816 | |
| 551 | 788642.864 | 4722306.62 | 1117.395 | CAMIN |
| 551 | 788733.668 | 4722186.78 | 1118.827 | |
| 552 | 788640.663 | 4722308.87 | 1117.457 | CAMIN |
| 552 | 788740.188 | 4722182.88 | 1118.936 | |
| 553 | 788638.609 | 4722310.88 | 1117.504 | PT |
| 553 | 788742.731 | 4722190.16 | 1119.265 | CT |
| 554 | 788637.219 | 4722307.01 | 1117.319 | ARBOL |
| 554 | 788751.105 | 4722201.74 | 1119.702 | CT |
| 555 | 788748.861 | 4722204.61 | 1120.215 | CT |
| 555 | 788635.522 | 4722300.3 | 1117.289 | CAMIN |
| 556 | 788747.302 | 4722205.97 | 1120.207 | CT |
| 556 | 788633.749 | 4722302.6 | 1117.272 | CAMIN |
| 557 | 788748.293 | 4722208.36 | 1120.243 | CT |
| 557 | 788631.925 | 4722304.52 | 1117.241 | PT |
| 558 | 788631.305 | 4722301.92 | 1117.212 | ARBOL |
| 558 | 788750.801 | 4722209.39 | 1120.075 | CT |
| 559 | 788751.356 | 4722207.68 | 1120.273 | CT |
| 559 | 788627.112 | 4722293.33 | 1116.981 | CAMIN |
| 560 | 788749.67 | 4722205.2 | 1120.283 | CT |
| 560 | 788625.229 | 4722296.26 | 1116.946 | CAMIN |
| 561 | 788624.776 | 4722298.77 | 1116.937 | VALLA |
| 561 | 788747.584 | 4722210.41 | 1119.569 | CT |
| 562 | 788623.392 | 4722296.55 | 1116.872 | VALLA |
| 562 | 788749.472 | 4722212.45 | 1119.481 | |
| 563 | 788624.445 | 4722298.61 | 1116.959 | ARBOL |
| 563 | 788745.482 | 4722212.97 | 1119.577 | CT |
| 564 | 788746.542 | 4722215.7 | 1119.715 | CT |
| 564 | 788624.157 | 4722295.18 | 1116.831 | CAMIN |
| 565 | 788625.681 | 4722292.28 | 1116.922 | CAMIN |
| 565 | 788743.889 | 4722217.23 | 1119.692 | CT |
| 566 | 788616.465 | 4722291.61 | 1116.627 | ARBOL |
| 566 | 788740.369 | 4722218 | 1119.087 | CT |
| 567 | 788731.676 | 4722221.61 | 1118.988 | CT |
| 567 | 788612.848 | 4722289.8 | 1116.464 | VALLA |
| 568 | 788719.081 | 4722228.64 | 1119.469 | CT |
| 568 | 788613.593 | 4722288.59 | 1116.392 | CAMIN |
| 569 | 788719.378 | 4722221.76 | 1119.853 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 570 | 788609.742 | 4722287.95 | 1116.284 | ARBOL |
| 570 | 788715.349 | 4722220.08 | 1119.829 | CT |
| 571 | 788711.162 | 4722215.34 | 1119.819 | CT |
| 571 | 788603.086 | 4722284.06 | 1116.341 | ARBOL |
| 572 | 788708.212 | 4722217.26 | 1119.652 | CT |
| 572 | 788601.732 | 4722283.58 | 1116.266 | VALLA |
| 573 | 788711.173 | 4722220.3 | 1119.852 | CT |
| 574 | 788715.246 | 4722226.28 | 1119.664 | CT |
| 575 | 788602.53 | 4722282.53 | 1116.036 | CAMIN |
| 575 | 788711.797 | 4722229.2 | 1119.611 | CT |
| 576 | 788706.08 | 4722230.62 | 1119.727 | CT |
| 576 | 788616.324 | 4722286.72 | 1116.446 | CAMIN |
| 577 | 788700.291 | 4722223.71 | 1119.976 | CT |
| 577 | 788604.031 | 4722280.1 | 1116.139 | CAMIN |
| 578 | 788590.128 | 4722276.9 | 1115.993 | ARBOL |
| 578 | 788697.975 | 4722223.76 | 1119.991 | CT |
| 579 | 788586.653 | 4722275.16 | 1115.942 | VALLA |
| 579 | 788694.932 | 4722225.55 | 1119.636 | CT |
| 580 | 788587.438 | 4722273.75 | 1115.845 | CAMIN |
| 580 | 788695.066 | 4722228.78 | 1120.576 | CT |
| 581 | 788588.373 | 4722271.63 | 1115.837 | CAMIN |
| 581 | 788692.646 | 4722235.41 | 1120.303 | CT |
| 582 | 788693.476 | 4722239.65 | 1120.506 | CT |
| 582 | 788583.541 | 4722273.13 | 1115.96 | ARBOL |
| 583 | 788687.784 | 4722243.78 | 1120.466 | CT |
| 583 | 788576.976 | 4722269.51 | 1115.844 | ARBOL |
| 584 | 788687.901 | 4722245.88 | 1119.895 | PT |
| 584 | 788575.611 | 4722268.92 | 1115.805 | VALLA |
| 585 | 788691.814 | 4722243.26 | 1119.904 | PT |
| 585 | 788576.131 | 4722267.91 | 1115.709 | CAMIN |
| 586 | 788694.955 | 4722239.9 | 1120.144 | PT |
| 586 | 788577.172 | 4722265.62 | 1115.71 | CAMIN |
| 587 | 788717.996 | 4722230.8 | 1119.618 | CT |
| 587 | 788577.571 | 4722263.8 | 1115.679 | |
| 588 | 788711.111 | 4722234.83 | 1119.753 | CT |
| 588 | 788563.684 | 4722262.53 | 1115.32 | ARBOL |
| 589 | 788700.66 | 4722239.08 | 1120.477 | CT |
| 589 | 788569.029 | 4722265.31 | 1115.532 | VALLA |
| 590 | 788695.485 | 4722243.67 | 1120.1 | CT |
| 590 | 788560.638 | 4722261.41 | 1115.455 | VALLA |
| 591 | 788561.424 | 4722260.17 | 1115.553 | CAMIN |
| 591 | 788684.78 | 4722250.53 | 1119.69 | CT |
| 592 | 788563.115 | 4722258.22 | 1115.483 | CAMIN |
| 592 | 788679.276 | 4722251.06 | 1119.994 | CT |
| 593 | 788672.829 | 4722251.45 | 1120.354 | CT |
| 593 | 788556.969 | 4722259.51 | 1115.271 | ARBOL |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 594 | 788669.4 | 4722249.34 | 1120.094 | CT |
| 594 | 788553.077 | 4722257.99 | 1115.267 | VALLA |
| 595 | 788554.004 | 4722256.26 | 1115.324 | CAMIN |
| 595 | 788669.196 | 4722247.01 | 1119.992 | CT |
| 596 | 788555.201 | 4722253.88 | 1115.313 | CAMIN |
| 596 | 788668.553 | 4722244.41 | 1119.698 | CT |
| 597 | 788671.119 | 4722241.5 | 1119.763 | CT |
| 597 | 788549.753 | 4722255.67 | 1115.309 | ARBOL |
| 598 | 788671.209 | 4722240.42 | 1119.362 | PT |
| 598 | 788546.52 | 4722254.31 | 1115.209 | VALLA |
| 599 | 788543.536 | 4722252.18 | 1115.161 | ARBOL |
| 599 | 788675.623 | 4722244.72 | 1119.302 | PT |
| 600 | 788542.367 | 4722251.79 | 1115.167 | VALLA |
| 600 | 788681.101 | 4722242.72 | 1119.524 | PT |
| 601 | 788542.973 | 4722250.74 | 1115.276 | CAMIN |
| 601 | 788688.419 | 4722236.42 | 1119.276 | PT |
| 602 | 788544.585 | 4722247.67 | 1115.319 | CAMIN |
| 602 | 788688.867 | 4722230.21 | 1118.734 | PT |
| 603 | 788545.696 | 4722243.94 | 1115.244 | |
| 603 | 788692.826 | 4722225.64 | 1118.632 | PT |
| 604 | 788696.304 | 4722222.18 | 1118.762 | PT |
| 604 | 788549.69 | 4722237.28 | 1115.548 | |
| 605 | 788696.314 | 4722222.21 | 1118.755 | CT |
| 605 | 788552.436 | 4722233.2 | 1115.4 | CT |
| 606 | 788537.034 | 4722248.09 | 1115.309 | ARBOL |
| 606 | 788694.002 | 4722219.88 | 1118.477 | CT |
| 607 | 788690.116 | 4722225.29 | 1118.64 | CT |
| 607 | 788533.846 | 4722246.36 | 1115.377 | VALLA |
| 608 | 788530.608 | 4722243.68 | 1115.312 | CAMIN |
| 608 | 788683.296 | 4722229.74 | 1118.911 | CT |
| 609 | 788531.644 | 4722241.29 | 1115.397 | CAMIN |
| 609 | 788680.189 | 4722231.04 | 1118.962 | CT |
| 610 | 788535.598 | 4722232.38 | 1115.214 | |
| 610 | 788676.572 | 4722228.69 | 1118.878 | CT |
| 611 | 788538.258 | 4722226.92 | 1115.257 | |
| 611 | 788670.346 | 4722231.85 | 1118.976 | CT |
| 612 | 788669.112 | 4722235.33 | 1119.001 | CT |
| 612 | 788516.995 | 4722238.06 | 1115.134 | ARBOL |
| 613 | 788665.487 | 4722237.63 | 1119.034 | CT |
| 613 | 788514.508 | 4722237.04 | 1114.981 | VALLA |
| 614 | 788663.459 | 4722238.87 | 1119.169 | CT |
| 614 | 788515.104 | 4722235.56 | 1114.992 | CAMIN |
| 615 | 788661.933 | 4722241.72 | 1119.105 | CT |
| 615 | 788516.173 | 4722233.29 | 1114.993 | CAMIN |
| 616 | 788518.645 | 4722224.73 | 1114.737 | |
| 616 | 788662.568 | 4722244.01 | 1119.04 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 617 | 788521.656 | 4722216.46 | 1114.949 | |
| 617 | 788664.69 | 4722242.81 | 1118.336 | |
| 618 | 788510.331 | 4722234.94 | 1114.683 | ARBOL |
| 618 | 788665.714 | 4722241.25 | 1118.309 | |
| 619 | 788503.064 | 4722231.31 | 1114.362 | ARBOL |
| 619 | 788669.18 | 4722238.54 | 1118.475 | |
| 620 | 788500.111 | 4722230.06 | 1114.383 | VALLA |
| 620 | 788671.872 | 4722243.5 | 1119.476 | |
| 621 | 788676.032 | 4722244.52 | 1119.419 | |
| 621 | 788500.961 | 4722228.71 | 1114.436 | CAMIN |
| 622 | 788678.933 | 4722247.12 | 1119.866 | |
| 622 | 788502.14 | 4722225.91 | 1114.441 | CAMIN |
| 623 | 788503.065 | 4722220.64 | 1114.484 | |
| 623 | 788685.28 | 4722242.47 | 1120.03 | |
| 624 | 788505.004 | 4722213.39 | 1114.497 | |
| 624 | 788691.481 | 4722238.34 | 1120.277 | |
| 625 | 788497.672 | 4722229.21 | 1114.218 | VALLA |
| 625 | 788696.956 | 4722233.85 | 1120.451 | |
| 626 | 788496.606 | 4722228.39 | 1114.201 | ARBOL |
| 626 | 788699.776 | 4722230.05 | 1120.311 | |
| 627 | 788498.028 | 4722227.34 | 1114.547 | CAMIN |
| 627 | 788703.068 | 4722234.45 | 1120.329 | |
| 628 | 788498.802 | 4722224.61 | 1114.46 | CAMIN |
| 628 | 788711.399 | 4722231.47 | 1119.722 | |
| 629 | 788717.768 | 4722227.87 | 1119.493 | |
| 629 | 788494.782 | 4722227.89 | 1113.937 | PT |
| 630 | 788494.309 | 4722225.94 | 1114.378 | CAMIN |
| 630 | 788716.145 | 4722223.55 | 1119.83 | |
| 631 | 788711.387 | 4722218.11 | 1119.846 | |
| 632 | 788495.39 | 4722218.62 | 1114.31 | |
| 632 | 788658.629 | 4722224.76 | 1117.019 | PT |
| 633 | 788651.578 | 4722228.91 | 1116.757 | PT |
| 633 | 788496.729 | 4722209.4 | 1114.603 | |
| 634 | 788489.517 | 4722224.9 | 1114.217 | ARBOL |
| 634 | 788646.302 | 4722234.21 | 1116.662 | PT |
| 635 | 788488.465 | 4722226.88 | 1113.711 | PT |
| 635 | 788642.033 | 4722238.26 | 1116.522 | PT |
| 636 | 788481.174 | 4722223.14 | 1113.852 | PT |
| 636 | 788638.118 | 4722244.39 | 1116.198 | PT |
| 637 | 788619.777 | 4722239.54 | 1114.534 | PT |
| 637 | 788482.144 | 4722221.99 | 1114.054 | ARBOL |
| 638 | 788482.091 | 4722220.55 | 1114.073 | CAMIN |
| 638 | 788615.176 | 4722243.44 | 1114.27 | CT |
| 639 | 788483.022 | 4722217.4 | 1114.068 | CAMIN |
| 639 | 788620.152 | 4722248.53 | 1114.375 | CT |
| 640 | 788484.79 | 4722211.71 | 1114.024 | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 641 | 788486.806 | 4722204.72 | 1114.421 | |
| 642 | 788629.325 | 4722256.32 | 1114.78 | CT |
| 642 | 788471.511 | 4722217.49 | 1113.852 | PT |
| 643 | 788638.075 | 4722262.42 | 1114.268 | CT |
| 643 | 788469.161 | 4722216.07 | 1113.858 | ARBOL |
| 644 | 788469.735 | 4722215.13 | 1113.923 | CAMIN |
| 645 | 788470.255 | 4722211.72 | 1113.974 | CAMIN |
| 646 | 788470.682 | 4722207.13 | 1113.908 | |
| 646 | 788646.329 | 4722266.85 | 1114.956 | CT |
| 647 | 788655.963 | 4722274.79 | 1115.985 | CT |
| 647 | 788472.752 | 4722196.53 | 1114.006 | |
| 648 | 788665.325 | 4722280.47 | 1117.742 | CT |
| 648 | 788458.42 | 4722215.34 | 1113.468 | PT |
| 649 | 788677.269 | 4722298.34 | 1114.89 | PT |
| 649 | 788459.867 | 4722210.35 | 1113.788 | CAMIN |
| 650 | 788675.698 | 4722300.34 | 1114.939 | CT |
| 650 | 788460.439 | 4722207.54 | 1113.832 | CAMIN |
| 651 | 788668.009 | 4722294.12 | 1114.538 | CT |
| 651 | 788440.721 | 4722209.56 | 1112.794 | PT |
| 652 | 788666.221 | 4722288.5 | 1114.583 | PT |
| 652 | 788441.398 | 4722204.78 | 1113.309 | CAMIN |
| 653 | 788442.189 | 4722201.58 | 1113.354 | CAMIN |
| 653 | 788661.436 | 4722283.88 | 1114.425 | PT |
| 654 | 788648.903 | 4722271.89 | 1113.971 | PT |
| 654 | 788442.757 | 4722199.71 | 1113.333 | |
| 655 | 788642.527 | 4722265.46 | 1114.197 | PT |
| 655 | 788444.78 | 4722192.99 | 1113.525 | |
| 656 | 788443.628 | 4722186.6 | 1112.864 | |
| 656 | 788635.772 | 4722264.04 | 1114.095 | PT |
| 657 | 788447.59 | 4722207.88 | 1113.291 | ARBOL |
| 657 | 788623.371 | 4722256.84 | 1113.362 | PT |
| 658 | 788441.345 | 4722206.57 | 1113.144 | ARBOL |
| 658 | 788615.018 | 4722248.72 | 1112.493 | PT |
| 659 | 788433.846 | 4722204.87 | 1113.106 | ARBOL |
| 659 | 788392.821 | 4722188.93 | 1112.174 | CAM |
| 660 | 788430.072 | 4722207.63 | 1112.533 | PT |
| 660 | 788393.747 | 4722184.89 | 1112.154 | CAM |
| 661 | 788430.205 | 4722203.11 | 1113.158 | CAMIN |
| 661 | 788380.782 | 4722177.76 | 1111.671 | CAM |
| 662 | 788430.714 | 4722198.96 | 1113.185 | CAMIN |
| 662 | 788378.258 | 4722180.57 | 1111.576 | CAM |
| 663 | 788431.214 | 4722192.71 | 1113.405 | |
| 663 | 788375.897 | 4722181.09 | 1111.467 | BAR |
| 664 | 788432.008 | 4722184.64 | 1113.004 | |
| 664 | 788375.287 | 4722180.18 | 1111.469 | ARB |
| 665 | 788366.377 | 4722170.31 | 1111.321 | CAM |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 665 | 788426.562 | 4722203.27 | 1112.847 | ARBOL |
| 666 | 788419.599 | 4722201.31 | 1112.827 | ARBOL |
| 666 | 788366.44 | 4722167.29 | 1111.442 | PML |
| 667 | 788412.526 | 4722203.21 | 1112.164 | PT |
| 667 | 788361.482 | 4722171.1 | 1111.261 | CAM |
| 668 | 788362.265 | 4722172.45 | 1111.455 | ARB |
| 668 | 788413.724 | 4722199.37 | 1112.875 | CAMIN |
| 669 | 788412.231 | 4722200.06 | 1112.841 | ARBOL |
| 669 | 788360.45 | 4722171.66 | 1111.296 | BAR |
| 670 | 788414.76 | 4722195.77 | 1112.949 | CAMIN |
| 670 | 788351.795 | 4722164.33 | 1111.071 | CAM |
| 671 | 788415.669 | 4722191.54 | 1112.953 | |
| 671 | 788354.121 | 4722162.32 | 1111.001 | CAM |
| 672 | 788419.176 | 4722180.01 | 1112.759 | |
| 672 | 788344.269 | 4722156.23 | 1110.821 | CAM |
| 673 | 788342.404 | 4722159.29 | 1110.806 | CAM |
| 673 | 788405.253 | 4722197.5 | 1112.748 | ARBOL |
| 674 | 788342.299 | 4722160.13 | 1110.936 | BAR |
| 674 | 788403.34 | 4722200.01 | 1112.142 | PT |
| 675 | 788404.623 | 4722195.99 | 1112.77 | CAMIN |
| 675 | 788343.718 | 4722160.68 | 1110.982 | ARB |
| 676 | 788334.672 | 4722157.44 | 1110.854 | BAR |
| 677 | 788405.307 | 4722191.74 | 1112.793 | CAMIN |
| 677 | 788335.091 | 4722156.31 | 1110.802 | CAM |
| 678 | 788336.242 | 4722152.73 | 1110.766 | CAM |
| 678 | 788405.781 | 4722188.51 | 1112.622 | |
| 679 | 788323.226 | 4722146.37 | 1110.566 | CAM |
| 679 | 788404.976 | 4722172.55 | 1112.318 | |
| 680 | 788399.339 | 4722194.27 | 1112.43 | ARBOL |
| 680 | 788321.367 | 4722149.17 | 1110.567 | CAM |
| 681 | 788313.318 | 4722153.57 | 1110.641 | BAR |
| 681 | 788394.335 | 4722191.26 | 1112.194 | ARBOL |
| 682 | 788312.088 | 4722144.39 | 1110.885 | CAM |
| 682 | 788396.585 | 4722197.02 | 1112.313 | |
| 683 | 788396.059 | 4722201.78 | 1112.156 | |
| 683 | 788313.484 | 4722141.35 | 1110.826 | CAM |
| 684 | 788308.213 | 4722138.78 | 1110.865 | CAM |
| 684 | 788396.232 | 4722204.29 | 1111.771 | PT |
| 685 | 788385.746 | 4722202 | 1111.948 | |
| 685 | 788306.772 | 4722141.64 | 1110.869 | CAM |
| 686 | 788386.301 | 4722204.87 | 1111.333 | PT |
| 686 | 788305.846 | 4722143.45 | 1110.438 | PT |
| 687 | 788382.247 | 4722210.5 | 1111.268 | |
| 687 | 788309.002 | 4722144.47 | 1110.491 | PT |
| 688 | 788390.558 | 4722205.33 | 1111.619 | CT |
| 688 | 788311.831 | 4722146.8 | 1110.492 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-----|
| 689 | 788390.559 | 4722206.99 | 1111.411 | PT |
| 689 | 788312.151 | 4722153.2 | 1110.331 | PT |
| 690 | 788392.349 | 4722213.76 | 1111.783 | |
| 690 | 788311.036 | 4722158.25 | 1110.433 | PT |
| 691 | 788311.872 | 4722163.2 | 1110.368 | PT |
| 691 | 788398.07 | 4722210.92 | 1111.456 | PT |
| 692 | 788309.457 | 4722166.1 | 1110.381 | PT |
| 692 | 788400.32 | 4722207.67 | 1112.579 | CT |
| 693 | 788306.248 | 4722174.03 | 1110.432 | PT |
| 693 | 788406.472 | 4722209.47 | 1112.672 | CT |
| 694 | 788303.184 | 4722180.58 | 1110.482 | PT |
| 694 | 788403.725 | 4722211.31 | 1111.848 | PT |
| 695 | 788304.447 | 4722180.55 | 1110.628 | CT |
| 695 | 788404.389 | 4722217.71 | 1111.823 | |
| 696 | 788306.925 | 4722176.9 | 1110.744 | CT |
| 696 | 788413.107 | 4722218.31 | 1112.048 | |
| 697 | 788310.509 | 4722169.38 | 1110.665 | CT |
| 697 | 788413.932 | 4722211.38 | 1112.013 | PT |
| 698 | 788413.115 | 4722208.34 | 1112.687 | CT |
| 698 | 788311.239 | 4722166.27 | 1110.817 | CT |
| 699 | 788313.575 | 4722163.35 | 1110.904 | CT |
| 699 | 788417.491 | 4722214.65 | 1111.828 | |
| 700 | 788421.99 | 4722218.07 | 1112.533 | |
| 700 | 788313.478 | 4722155.7 | 1110.646 | CT |
| 701 | 788425.823 | 4722215.05 | 1112.746 | |
| 701 | 788315.321 | 4722150.61 | 1110.524 | |
| 702 | 788424.344 | 4722213.27 | 1111.889 | |
| 702 | 788319.166 | 4722142.48 | 1110.533 | ARB |
| 703 | 788320.561 | 4722140.67 | 1110.434 | |
| 703 | 788421.701 | 4722211.37 | 1111.848 | PT |
| 704 | 788426.919 | 4722208.9 | 1112.394 | PT |
| 704 | 788327.816 | 4722143.22 | 1110.534 | |
| 705 | 788432.747 | 4722220.48 | 1113.316 | |
| 705 | 788326.178 | 4722145.59 | 1110.622 | ARB |
| 706 | 788332.614 | 4722149.09 | 1110.764 | ARB |
| 706 | 788434.247 | 4722225.97 | 1113.347 | |
| 707 | 788334.303 | 4722146.58 | 1110.943 | |
| 707 | 788433.682 | 4722233.48 | 1113.319 | |
| 708 | 788338.859 | 4722151.92 | 1110.852 | ARB |
| 708 | 788419.577 | 4722234.96 | 1113.246 | |
| 709 | 788342.695 | 4722149.1 | 1110.927 | |
| 709 | 788432.988 | 4722211.56 | 1113.067 | |
| 710 | 788346.16 | 4722155.71 | 1110.955 | ARB |
| 710 | 788441.06 | 4722212.97 | 1113.301 | |
| 711 | 788349.312 | 4722152.17 | 1111.238 | |
| 711 | 788445.972 | 4722220.17 | 1113.636 | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 712 | 788452.172 | 4722230.34 | 1113.725 | |
| 712 | 788354.937 | 4722156.11 | 1111.277 | |
| 713 | 788454.042 | 4722235.53 | 1113.741 | PISTA |
| 713 | 788352.627 | 4722159.79 | 1110.98 | ARB |
| 714 | 788359.538 | 4722164 | 1111.114 | |
| 714 | 788458.453 | 4722240.78 | 1113.81 | PISTA |
| 715 | 788363.598 | 4722161.42 | 1111.284 | |
| 715 | 788463.32 | 4722240.38 | 1113.415 | |
| 716 | 788373.798 | 4722163.24 | 1111.558 | |
| 716 | 788468.033 | 4722227.01 | 1113.885 | PISTA |
| 717 | 788374.045 | 4722169.66 | 1111.355 | |
| 717 | 788471.572 | 4722230.53 | 1113.767 | PISTA |
| 718 | 788472.837 | 4722233 | 1113.457 | |
| 718 | 788377.717 | 4722174.73 | 1111.642 | ARB |
| 719 | 788383.863 | 4722167.02 | 1111.644 | |
| 719 | 788478.972 | 4722238.86 | 1113.706 | |
| 720 | 788396.477 | 4722174.57 | 1112.211 | |
| 720 | 788474.68 | 4722219.37 | 1113.877 | PISTA |
| 721 | 788393.875 | 4722178.79 | 1112.175 | |
| 721 | 788479.732 | 4722222.71 | 1113.904 | PISTA |
| 722 | 788391.464 | 4722182.39 | 1112.132 | ARB |
| 722 | 788483.962 | 4722228.75 | 1113.624 | |
| 723 | 788448.445 | 4722241.31 | 1113.645 | PISTA |
| 723 | 788396.956 | 4722185.98 | 1112.27 | ARB |
| 724 | 788449.886 | 4722246.35 | 1113.68 | PISTA |
| 724 | 788401.125 | 4722180.76 | 1112.405 | |
| 725 | 788454.855 | 4722250.27 | 1113.641 | |
| 725 | 788413.713 | 4722182.61 | 1112.752 | |
| 726 | 788413.342 | 4722187.65 | 1112.948 | |
| 726 | 788458.073 | 4722251.3 | 1113.262 | |
| 727 | 788414.212 | 4722194.29 | 1113.006 | ARB |
| 727 | 788470.997 | 4722257 | 1113.743 | |
| 728 | 788481.563 | 4722261.71 | 1113.67 | |
| 728 | 788403.119 | 4722198.54 | 1112.549 | |
| 729 | 788486.391 | 4722262.56 | 1113.335 | |
| 729 | 788400.376 | 4722204.31 | 1112.24 | |
| 730 | 788399.587 | 4722207.71 | 1112.53 | |
| 730 | 788484.85 | 4722247.02 | 1113.835 | |
| 731 | 788399.64 | 4722207.67 | 1112.546 | CT |
| 731 | 788479.114 | 4722238.76 | 1113.733 | |
| 732 | 788399.759 | 4722210.19 | 1111.686 | PT |
| 732 | 788488.117 | 4722239.03 | 1113.851 | |
| 733 | 788387.072 | 4722204.62 | 1111.398 | PT |
| 733 | 788498.836 | 4722267.13 | 1113.782 | |
| 734 | 788384.376 | 4722208.37 | 1111.203 | |
| 734 | 788504.047 | 4722272.26 | 1113.857 | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|---------|
| 735 | 788382.611 | 4722200.8 | 1111.84 | CT |
| 735 | 788505.738 | 4722273.32 | 1114.583 | MURPIED |
| 736 | 788506.694 | 4722274.06 | 1114.32 | |
| 736 | 788385.13 | 4722197.09 | 1111.769 | |
| 737 | 788376.478 | 4722190.76 | 1111.796 | |
| 737 | 788517.877 | 4722262.51 | 1114.665 | |
| 738 | 788517.326 | 4722262.02 | 1115.036 | MURPIED |
| 738 | 788379.151 | 4722187.26 | 1111.718 | |
| 739 | 788516.596 | 4722261.18 | 1114.26 | |
| 739 | 788367.006 | 4722185.59 | 1111.687 | |
| 740 | 788367.751 | 4722183.31 | 1111.264 | |
| 740 | 788524.102 | 4722255.75 | 1115.208 | MURPIED |
| 741 | 788362.52 | 4722180.95 | 1111.546 | |
| 741 | 788524.47 | 4722256.28 | 1114.934 | |
| 742 | 788359.646 | 4722185.52 | 1111.311 | CT |
| 742 | 788539.349 | 4722269.18 | 1114.778 | |
| 743 | 788529.005 | 4722281.24 | 1114.551 | |
| 743 | 788354.992 | 4722187.86 | 1110.963 | PT |
| 744 | 788532.337 | 4722284.59 | 1115.084 | |
| 744 | 788353.328 | 4722192.65 | 1111.034 | |
| 745 | 788539.56 | 4722274.35 | 1115.251 | |
| 745 | 788340.613 | 4722190.23 | 1110.945 | |
| 746 | 788545.334 | 4722269.69 | 1115.361 | |
| 746 | 788337.581 | 4722184.72 | 1110.842 | PT |
| 747 | 788544.499 | 4722265.98 | 1114.932 | |
| 747 | 788339.358 | 4722181.77 | 1111.19 | CT |
| 748 | 788552.016 | 4722260.95 | 1115.201 | |
| 748 | 788343.624 | 4722176.81 | 1111.294 | |
| 749 | 788553.178 | 4722267.72 | 1115.758 | |
| 749 | 788344.886 | 4722167.59 | 1111.491 | |
| 750 | 788554.826 | 4722273.16 | 1115.615 | |
| 750 | 788361.073 | 4722178.88 | 1111.597 | |
| 751 | 788549.657 | 4722282.74 | 1115.19 | |
| 751 | 788342.797 | 4722182.56 | 1111.083 | |
| 752 | 788544.649 | 4722292.24 | 1115.133 | |
| 752 | 788330.924 | 4722188.38 | 1110.715 | |
| 753 | 788557.284 | 4722301.39 | 1115.377 | |
| 753 | 788329.72 | 4722184.39 | 1110.737 | |
| 754 | 788564.964 | 4722292.38 | 1115.552 | |
| 754 | 788332.402 | 4722176.5 | 1110.777 | |
| 755 | 788568.837 | 4722286.88 | 1115.897 | |
| 755 | 788331.967 | 4722169.94 | 1110.611 | |
| 756 | 788576.352 | 4722298.72 | 1115.865 | |
| 756 | 788325.246 | 4722161.2 | 1110.852 | |
| 757 | 788573.789 | 4722307.2 | 1115.833 | |
| 757 | 788314.627 | 4722172.81 | 1110.648 | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-----|
| 758 | 788580.628 | 4722314.92 | 1115.996 | |
| 758 | 788316.357 | 4722164.7 | 1110.671 | |
| 759 | 788631.323 | 4722310.85 | 1119.057 | CT |
| 759 | 788316.447 | 4722156.29 | 1110.6 | |
| 760 | 788629.078 | 4722307.52 | 1118.94 | CT |
| 760 | 788306.835 | 4722150.47 | 1110.337 | |
| 761 | 788619.955 | 4722303.65 | 1118.385 | CT |
| 761 | 788304.302 | 4722159.07 | 1110.283 | |
| 762 | 788608.459 | 4722298.17 | 1118.205 | CT |
| 762 | 788301.694 | 4722171.18 | 1110.375 | |
| 763 | 788602.071 | 4722294.5 | 1118.221 | CT |
| 763 | 788299.262 | 4722179.86 | 1110.5 | |
| 764 | 788297.419 | 4722185.91 | 1110.36 | |
| 764 | 788600.854 | 4722293.82 | 1118.578 | CT |
| 765 | 788284.87 | 4722185.29 | 1110.135 | |
| 765 | 788599.086 | 4722292.21 | 1117.23 | CT |
| 766 | 788286.865 | 4722177.56 | 1110.14 | |
| 766 | 788590.78 | 4722287.5 | 1116.769 | CT |
| 767 | 788289.927 | 4722166.84 | 1110.2 | |
| 767 | 788580.954 | 4722280.39 | 1116.75 | CT |
| 768 | 788577.314 | 4722277.02 | 1117.178 | CT |
| 768 | 788291.468 | 4722156.64 | 1110.078 | |
| 769 | 788571.847 | 4722273.25 | 1117.128 | CT |
| 769 | 788292.787 | 4722150.71 | 1110.088 | |
| 770 | 788284.883 | 4722157.93 | 1110.118 | |
| 770 | 788567.932 | 4722270.44 | 1117.181 | CT |
| 771 | 788281.57 | 4722144.06 | 1110 | VAL |
| 771 | 788565.07 | 4722265.54 | 1116.613 | CT |
| 772 | 788559.786 | 4722262.39 | 1115.871 | CT |
| 772 | 788281.625 | 4722156.25 | 1110.098 | VAL |
| 773 | 788556.495 | 4722260.8 | 1115.527 | CT |
| 773 | 788281.697 | 4722166.79 | 1110.051 | VAL |
| 774 | 788556.749 | 4722260.34 | 1115.456 | PT |
| 774 | 788273.476 | 4722166.92 | 1110.012 | VAL |
| 775 | 788273.408 | 4722174.63 | 1109.964 | VAL |
| 775 | 788561.586 | 4722262.22 | 1115.589 | PT |
| 776 | 788273.311 | 4722178.4 | 1109.998 | |
| 776 | 788567.027 | 4722264.85 | 1115.471 | PT |
| 777 | 788272.296 | 4722187.09 | 1110.034 | |
| 777 | 788568.506 | 4722267.36 | 1115.728 | PT |
| 778 | 788272.137 | 4722188.54 | 1110.017 | |
| 778 | 788574.113 | 4722271.41 | 1115.398 | PT |
| 779 | 788259.044 | 4722188.16 | 1109.887 | |
| 779 | 788582.813 | 4722277.12 | 1115.165 | PT |
| 780 | 788583.55 | 4722274.7 | 1115.848 | CT |
| 780 | 788258.185 | 4722181.26 | 1109.856 | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 781 | 788257.782 | 4722174.72 | 1110.018 | VAL |
| 781 | 788588.598 | 4722278.79 | 1116.04 | CT |
| 782 | 788587.56 | 4722281.32 | 1115.283 | PT |
| 782 | 788244.158 | 4722174.68 | 1110.021 | VAL |
| 783 | 788243.986 | 4722166.84 | 1110.068 | VAL |
| 783 | 788595.413 | 4722284.26 | 1116.036 | CT |
| 784 | 788594.651 | 4722287.5 | 1115.806 | PT |
| 784 | 788236.506 | 4722166.74 | 1110.101 | VAL |
| 785 | 788599.885 | 4722290.19 | 1116.273 | PT |
| 785 | 788236.746 | 4722170.76 | 1109.967 | |
| 786 | 788606.185 | 4722292.91 | 1116.249 | PT |
| 786 | 788241.19 | 4722177.78 | 1109.944 | |
| 787 | 788609.388 | 4722293.52 | 1116.76 | |
| 787 | 788246.616 | 4722178.85 | 1109.977 | |
| 788 | 788247.325 | 4722186.99 | 1109.922 | |
| 788 | 788614.156 | 4722297.84 | 1116.507 | PT |
| 789 | 788248.369 | 4722192.05 | 1110.143 | |
| 789 | 788618.168 | 4722297.11 | 1116.701 | |
| 790 | 788246.718 | 4722196.46 | 1110.34 | |
| 790 | 788619.845 | 4722300.46 | 1117.024 | PT |
| 791 | 788627.572 | 4722302.4 | 1117.246 | PT |
| 791 | 788238.941 | 4722188.75 | 1109.965 | |
| 792 | 788232.116 | 4722180.28 | 1109.955 | |
| 792 | 788630.317 | 4722303.02 | 1117.235 | PT |
| 793 | 788226.047 | 4722173.22 | 1109.972 | |
| 793 | 788247.695 | 4722223.59 | 1111.393 | CUN |
| 794 | 788218.074 | 4722165.77 | 1109.937 | |
| 794 | 788248.441 | 4722222.75 | 1111.644 | HORM |
| 795 | 788248.634 | 4722222.43 | 1111.655 | ASFAL |
| 795 | 788208.712 | 4722159.17 | 1109.937 | |
| 796 | 788250.778 | 4722218.94 | 1111.759 | EJE |
| 796 | 788202.408 | 4722166.17 | 1109.866 | |
| 797 | 788253.072 | 4722215.51 | 1111.694 | ASFAL |
| 797 | 788199.142 | 4722170.22 | 1109.99 | PT |
| 798 | 788206.503 | 4722175.9 | 1109.991 | PT |
| 798 | 788237.102 | 4722203.58 | 1111.282 | ASFAL |
| 799 | 788212.074 | 4722169.9 | 1109.912 | |
| 799 | 788234.55 | 4722206.75 | 1111.356 | EJE |
| 800 | 788232.137 | 4722209.98 | 1111.299 | ASFAL |
| 800 | 788223.165 | 4722178.22 | 1109.936 | |
| 801 | 788231.858 | 4722210.3 | 1111.298 | HORM |
| 801 | 788224.358 | 4722188.95 | 1110.164 | PT |
| 802 | 788238.558 | 4722190.32 | 1109.985 | |
| 802 | 788231.323 | 4722211.33 | 1111.031 | CUN |
| 803 | 788217.117 | 4722200.62 | 1110.595 | CUN |
| 803 | 788237.261 | 4722198.66 | 1110.119 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 804 | 788217.717 | 4722199.57 | 1110.847 | HORM |
| 805 | 788243.402 | 4722204.58 | 1111.117 | PT |
| 805 | 788217.925 | 4722199.28 | 1110.847 | ASFAL |
| 806 | 788220.177 | 4722195.91 | 1110.931 | EJE |
| 806 | 788243.198 | 4722204.94 | 1111.312 | OF |
| 807 | 788222.372 | 4722192.44 | 1110.813 | ASFAL |
| 807 | 788242.496 | 4722205.75 | 1111.346 | OF |
| 808 | 788241.034 | 4722205.75 | 1111.247 | OF |
| 808 | 788207.495 | 4722181.29 | 1110.401 | ASFAL |
| 809 | 788205.414 | 4722184.83 | 1110.498 | EJE |
| 809 | 788242.683 | 4722205.51 | 1110.641 | TUB |
| 810 | 788246.723 | 4722208.56 | 1110.848 | TUB |
| 810 | 788203.072 | 4722188.08 | 1110.428 | ASFAL |
| 811 | 788202.8 | 4722188.43 | 1110.429 | HORM |
| 811 | 788247.202 | 4722207.63 | 1111.435 | OF |
| 812 | 788202.256 | 4722189.43 | 1110.214 | CUN |
| 812 | 788246.398 | 4722208.52 | 1111.459 | OF |
| 813 | 788246.525 | 4722210.02 | 1111.456 | OF |
| 813 | 788188.052 | 4722178.72 | 1109.8 | CUN |
| 814 | 788251.481 | 4722212.26 | 1111.171 | CUN |
| 814 | 788188.69 | 4722177.82 | 1110.03 | HORM |
| 815 | 788250.349 | 4722213.43 | 1111.605 | ASF |
| 815 | 788188.93 | 4722177.5 | 1110.049 | ASFAL |
| 816 | 788191.132 | 4722174.05 | 1110.125 | EJE |
| 816 | 788246.807 | 4722208.54 | 1110.88 | CUN |
| 817 | 788193.334 | 4722170.68 | 1110.041 | ASFAL |
| 817 | 788246.234 | 4722210.37 | 1111.509 | ASF |
| 818 | 788240.688 | 4722206.22 | 1111.413 | ASF |
| 818 | 788189.143 | 4722179.8 | 1110.08 | BION |
| 819 | 788189.278 | 4722179.93 | 1110.077 | HORM |
| 819 | 788242.605 | 4722205.51 | 1110.594 | CUN |
| 820 | 788234.233 | 4722198.9 | 1110.652 | CUN |
| 820 | 788189.071 | 4722180.21 | 1110.092 | HORM |
| 821 | 788232.238 | 4722199.77 | 1111.138 | ASF |
| 821 | 788202.724 | 4722190.06 | 1110.482 | HORM |
| 822 | 788220.483 | 4722191.02 | 1110.78 | ASF |
| 822 | 788202.55 | 4722190.32 | 1110.488 | HORM |
| 823 | 788218.233 | 4722201.72 | 1110.9 | HORM |
| 823 | 788221.963 | 4722189.77 | 1110.265 | CUN |
| 824 | 788206.584 | 4722180.53 | 1110.414 | ASF |
| 824 | 788218.071 | 4722202.01 | 1110.916 | HORM |
| 825 | 788233.33 | 4722213.12 | 1111.345 | HORM |
| 825 | 788207.639 | 4722178.92 | 1110.016 | CUN |
| 826 | 788233.124 | 4722213.39 | 1111.337 | HORM |
| 826 | 788194.649 | 4722168.95 | 1109.791 | CUN |
| 827 | 788247.559 | 4722223.78 | 1111.664 | HORM |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|-------|
| 827 | 788193.044 | 4722170.42 | 1110.068 | ASF |
| 828 | 788247.348 | 4722224.06 | 1111.667 | HORM |
| 828 | 788195.014 | 4722168.47 | 1110.391 | MUR |
| 829 | 788205.174 | 4722176.18 | 1110.763 | MUR |
| 829 | 788248.177 | 4722224.24 | 1111.676 | BION |
| 830 | 788217.888 | 4722185.64 | 1111.026 | MUR |
| 830 | 788183.571 | 4722185.28 | 1110.221 | PT |
| 831 | 788231.358 | 4722195.61 | 1111.29 | MUR |
| 831 | 788178.871 | 4722193.05 | 1110.18 | |
| 832 | 788242.537 | 4722204.09 | 1111.344 | MUR |
| 832 | 788192.464 | 4722193.74 | 1110.189 | PT |
| 833 | 788202.966 | 4722202.11 | 1110.542 | PT |
| 833 | 788247.88 | 4722207.71 | 1111.265 | PT |
| 834 | 788249.363 | 4722200.53 | 1108.691 | PT |
| 834 | 788199.103 | 4722206.95 | 1110.607 | |
| 835 | 788195.302 | 4722211.94 | 1110.428 | |
| 835 | 788247.943 | 4722193.71 | 1110.127 | PT |
| 836 | 788427.104 | 4722196.66 | 1113.173 | ARB |
| 836 | 788219.041 | 4722213.85 | 1111.009 | PT |
| 837 | 788213.76 | 4722219.18 | 1110.677 | |
| 837 | 788434.447 | 4722198.27 | 1113.322 | ARB |
| 838 | 788209.069 | 4722224.99 | 1110.616 | |
| 838 | 788450.474 | 4722202.25 | 1113.64 | ARB |
| 839 | 788212.763 | 4722231.59 | 1110.96 | VALLA |
| 839 | 788457.382 | 4722204.69 | 1113.736 | ARB |
| 840 | 788217.915 | 4722222.12 | 1110.817 | |
| 840 | 788464.337 | 4722207.83 | 1113.916 | ARB |
| 841 | 788478.371 | 4722214.18 | 1113.947 | ARB |
| 841 | 788221.346 | 4722215.41 | 1111.115 | PT |
| 842 | 788485.07 | 4722216.86 | 1113.955 | ARB |
| 843 | 788491.328 | 4722220.09 | 1114.248 | ARB |
| 843 | 787811.852 | 4721890.29 | 1107.133 | CAMIN |
| 844 | 788499.144 | 4722223.53 | 1114.43 | ARB |
| 844 | 787812.436 | 4721889.17 | 1106.889 | CT |
| 845 | 788505.679 | 4722226.64 | 1114.5 | ARB |
| 845 | 787809.212 | 4721892.6 | 1107.182 | CAMIN |
| 846 | 788512.426 | 4722230.46 | 1114.794 | ARB |
| 846 | 787812.93 | 4721895.73 | 1106.678 | CAMIN |
| 847 | 787815.411 | 4721894.71 | 1106.511 | CAMIN |
| 847 | 788519.022 | 4722233.61 | 1115.029 | ARB |
| 848 | 787816.462 | 4721894.31 | 1106.671 | CT |
| 848 | 788537.644 | 4722242.63 | 1115.725 | ARB |
| 849 | 788561.952 | 4722256.35 | 1115.564 | ARB |
| 849 | 787816.057 | 4721902.89 | 1105.402 | CAMIN |
| 850 | 787818.626 | 4721902.22 | 1105.22 | CAMIN |
| 850 | 788494.554 | 4722233.84 | 1114.026 | |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|---------|
| 851 | 788501.47 | 4722239.75 | 1114.348 | |
| 851 | 787819.343 | 4721902.05 | 1105.314 | CT |
| 852 | 788499.036 | 4722247.58 | 1113.844 | |
| 852 | 787822.685 | 4721913.38 | 1103.899 | CAMIN |
| 853 | 788507.41 | 4722259.23 | 1113.939 | |
| 853 | 787822.959 | 4721913.28 | 1103.951 | CT |
| 854 | 788516.497 | 4722252.71 | 1114.501 | |
| 854 | 787820.312 | 4721914.47 | 1104.296 | CAMIN |
| 855 | 788523.885 | 4722247.19 | 1114.99 | |
| 855 | 787801.708 | 4721888.47 | 1107.587 | PT |
| 856 | 787800.321 | 4721887.63 | 1108.233 | MURPIED |
| 856 | 788532.037 | 4722246.12 | 1115.311 | PT |
| 857 | 787800.047 | 4721889.71 | 1107.739 | PT |
| 857 | 788523.439 | 4722254.02 | 1114.597 | PT |
| 858 | 787797.676 | 4721890.22 | 1107.892 | PT |
| 858 | 788510.5 | 4722265.99 | 1113.82 | PT |
| 859 | 787795.769 | 4721887.72 | 1107.771 | PT |
| 859 | 788524.518 | 4722266.49 | 1114.658 | |
| 860 | 787796.72 | 4721885.82 | 1108.475 | MURPIED |
| 860 | 788531.602 | 4722260.68 | 1114.882 | |
| 861 | 787789.156 | 4721884.99 | 1108.001 | PT |
| 861 | 788538.479 | 4722255.46 | 1115.049 | |
| 862 | 787787.211 | 4721881.84 | 1108.549 | MURPIED |
| 862 | 788546.24 | 4722259.18 | 1115.05 | |
| 863 | 787778.708 | 4721881.46 | 1108.046 | PT |
| 863 | 788557.138 | 4722265.71 | 1116.014 | |
| 864 | 788561.505 | 4722264.06 | 1116.192 | CT |
| 864 | 787779.047 | 4721878.8 | 1108.543 | MURPIED |
| 865 | 788556.919 | 4722269.7 | 1116.284 | CT |
| 865 | 787762.466 | 4721875.48 | 1108.301 | PT |
| 866 | 787763.797 | 4721874.16 | 1108.736 | MURPIED |
| 866 | 788565.183 | 4722278.72 | 1116.411 | CT |
| 867 | 787758.232 | 4721872.28 | 1109 | MURPIED |
| 867 | 788574.446 | 4722277.77 | 1117.002 | CT |
| 868 | 788578.863 | 4722286.33 | 1116.514 | |
| 868 | 787757.564 | 4721874.12 | 1108.441 | PT |
| 869 | 788586.928 | 4722291.46 | 1116.722 | |
| 869 | 787747.767 | 4721871.74 | 1109.019 | PT |
| 870 | 788592.782 | 4722295.34 | 1116.729 | |
| 870 | 787748.419 | 4721869.89 | 1109.538 | MURPIED |
| 871 | 788597.125 | 4722293.23 | 1117.072 | PT |
| 872 | 787736.266 | 4721869.14 | 1109.431 | PT |
| 872 | 788593.285 | 4722297.26 | 1116.609 | PT |
| 873 | 787736.545 | 4721867.15 | 1110.015 | MURPIED |
| 873 | 788586.454 | 4722304.52 | 1116.364 | PT |
| 874 | 787730.237 | 4721868.19 | 1109.405 | PT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|---------|
| 874 | 788582.984 | 4722313.93 | 1116.141 | PT |
| 875 | 788600.102 | 4722294.64 | 1118.355 | CT |
| 875 | 787729.184 | 4721866.28 | 1109.386 | PT |
| 876 | 788591.478 | 4722304.55 | 1118.209 | CT |
| 876 | 787730.442 | 4721866.18 | 1109.826 | MURPIED |
| 877 | 787722.512 | 4721882.24 | 1110.829 | |
| 877 | 788588.911 | 4722311.34 | 1117.892 | CT |
| 878 | 787735.746 | 4721887.66 | 1111.383 | |
| 878 | 788592.13 | 4722310.95 | 1117.937 | |
| 879 | 788599.162 | 4722304.54 | 1118.007 | |
| 879 | 787757.221 | 4721894.6 | 1111.097 | |
| 880 | 788603.641 | 4722300.2 | 1118.064 | |
| 880 | 787777.468 | 4721899.83 | 1110.566 | |
| 881 | 787795.378 | 4721908.2 | 1110.014 | |
| 881 | 788612.301 | 4722304.31 | 1118.166 | |
| 882 | 788607.481 | 4722311.02 | 1117.958 | |
| 882 | 787800.495 | 4721908.51 | 1109.453 | |
| 883 | 788602.397 | 4722317.25 | 1117.938 | |
| 883 | 787805.275 | 4721926.54 | 1110.987 | |
| 884 | 787808.994 | 4721944.56 | 1113.039 | |
| 884 | 788612.682 | 4722325.09 | 1118.142 | |
| 885 | 787810.734 | 4721958.48 | 1114.032 | |
| 885 | 788618.2 | 4722318.37 | 1118.358 | |
| 886 | 788624.68 | 4722310.6 | 1118.767 | |
| 886 | 787812.045 | 4721967.58 | 1114.738 | |
| 887 | 787823.54 | 4721984.25 | 1114.275 | |
| 887 | 788633.338 | 4722318.7 | 1119.086 | |
| 888 | 788628.041 | 4722323.44 | 1118.81 | |
| 888 | 787833.651 | 4721994.42 | 1113.296 | |
| 889 | 788622.698 | 4722329.73 | 1118.421 | |
| 889 | 787852.072 | 4722006.15 | 1109.021 | CT |
| 890 | 788637.491 | 4722340.81 | 1119.116 | |
| 890 | 787845.409 | 4722000.57 | 1110.516 | CT |
| 891 | 788645.49 | 4722334.9 | 1119.683 | |
| 891 | 787835.725 | 4721994.65 | 1112.946 | CT |
| 892 | 788236.433 | 4722224.5 | 1111.955 | HORM |
| 892 | 787827.91 | 4721987.25 | 1113.614 | CT |
| 893 | 788236.328 | 4722224.67 | 1112.013 | BOR |
| 893 | 787820.11 | 4721975.44 | 1114.042 | CT |
| 894 | 788238.727 | 4722221.25 | 1111.97 | BAR |
| 894 | 787814.928 | 4721964.99 | 1114.22 | CT |
| 895 | 787814.305 | 4721962.09 | 1114.413 | CT |
| 895 | 788230.634 | 4722215.09 | 1111.709 | BAR |
| 896 | 788230.47 | 4722215.19 | 1111.698 | ARQ |
| 896 | 787814.922 | 4721956.96 | 1113.706 | CT |
| 897 | 787815.212 | 4721949.3 | 1112.809 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|---------|
| 897 | 788230.037 | 4722214.86 | 1111.684 | ARQ |
| 898 | 787816.499 | 4721939.35 | 1111.344 | CT |
| 898 | 788229.69 | 4722215.25 | 1111.675 | ARQ |
| 899 | 787816.186 | 4721931.86 | 1110.832 | CT |
| 899 | 788230.136 | 4722215.56 | 1111.708 | ARQ |
| 900 | 788229.36 | 4722214.53 | 1111.695 | FARP |
| 900 | 787814.205 | 4721923.27 | 1110.178 | CT |
| 901 | 788226.623 | 4722217 | 1111.731 | HORM |
| 901 | 787811.957 | 4721912.28 | 1109.179 | CT |
| 902 | 787810.674 | 4721903.49 | 1108.357 | CT |
| 902 | 788226.442 | 4722217.22 | 1111.744 | BOR |
| 903 | 788215.804 | 4722209.2 | 1111.441 | BOR |
| 903 | 787809.144 | 4721898.25 | 1108.102 | CT |
| 904 | 787807.254 | 4721892.55 | 1108.283 | CT |
| 904 | 788215.978 | 4722209.04 | 1111.393 | HORM |
| 905 | 787805.407 | 4721892.2 | 1107.948 | CT |
| 905 | 788217.996 | 4722205.63 | 1111.287 | BAR |
| 906 | 787804.489 | 4721892.12 | 1107.479 | |
| 906 | 788209.111 | 4722198.93 | 1111.019 | BAR |
| 907 | 787795.883 | 4721895.7 | 1108.468 | |
| 907 | 788206.44 | 4722201.85 | 1111.045 | HORM |
| 908 | 787779.363 | 4721885.69 | 1108.542 | |
| 908 | 788206.236 | 4722201.97 | 1111.091 | BOR |
| 909 | 788194.186 | 4722192.88 | 1110.716 | BOR |
| 909 | 787759.085 | 4721879.35 | 1108.784 | |
| 910 | 788194.328 | 4722192.65 | 1110.674 | HORM |
| 910 | 787742.641 | 4721873.04 | 1109.493 | |
| 911 | 788196.012 | 4722189.13 | 1110.603 | BAR |
| 911 | 787730.208 | 4721871.11 | 1109.601 | |
| 912 | 787726.807 | 4721864.95 | 1109.347 | ERMITA |
| 912 | 788183.898 | 4722179.95 | 1110.282 | BAR |
| 913 | 788181.501 | 4722183.07 | 1110.334 | HORM |
| 913 | 787723.059 | 4721864.19 | 1109.472 | ERMITA |
| 914 | 787721.25 | 4721869.77 | 1109.956 | ERMITA |
| 914 | 788181.438 | 4722183.33 | 1110.399 | BOR |
| 915 | 788181.888 | 4722182.72 | 1110.353 | ALC |
| 915 | 787725.476 | 4721870.9 | 1109.84 | ERMITA |
| 916 | 787720.802 | 4721872.08 | 1110.09 | CT |
| 916 | 788182.555 | 4722181.89 | 1110.336 | ALC |
| 917 | 788181.648 | 4722181.17 | 1110.311 | ALC |
| 917 | 787721.266 | 4721873.01 | 1110.344 | MURPIED |
| 918 | 787718.932 | 4721880.09 | 1111.375 | CT |
| 918 | 788180.996 | 4722182 | 1110.304 | ALC |
| 919 | 788185.017 | 4722185.02 | 1110.473 | ALC |
| 920 | 788185.883 | 4722185.73 | 1110.461 | ALC |
| 920 | 787718.18 | 4721890.89 | 1112.927 | CT |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|---------|
| 921 | 787718.801 | 4721890.76 | 1113.609 | MURPIED |
| 921 | 788186.579 | 4722184.86 | 1110.436 | ALC |
| 922 | 788185.754 | 4722184.24 | 1110.413 | ALC |
| 922 | 787719.125 | 4721856.12 | 1107.307 | POSTE |
| 923 | 787699.931 | 4721880.46 | 1112.186 | POSTE |
| 923 | 788190.496 | 4722185.36 | 1110.504 | BANM |
| 924 | 787682.754 | 4721901.56 | 1116.856 | POSTE |
| 924 | 788190.208 | 4722185.87 | 1110.502 | BANM |
| 925 | 788191.616 | 4722187 | 1110.554 | BANM |
| 925 | 787720.275 | 4721886 | 1111.598 | PT |
| 926 | 788192.058 | 4722186.48 | 1110.529 | BANM |
| 927 | 788189.921 | 4722187.67 | 1110.535 | RIEG |
| 927 | 787723.132 | 4721873.58 | 1109.996 | PT |
| 928 | 788198.246 | 4722192.58 | 1110.741 | ALC |
| 928 | 787733.352 | 4721862.96 | 1108.926 | CAMIN |
| 929 | 787733.494 | 4721861.79 | 1109.181 | MURPIED |
| 929 | 788198.862 | 4722191.72 | 1110.725 | ALC |
| 930 | 787742.266 | 4721865.44 | 1108.835 | CAMIN |
| 930 | 788199.721 | 4722192.32 | 1110.744 | ALC |
| 931 | 788199.017 | 4722193.14 | 1110.761 | ALC |
| 931 | 787742.137 | 4721864.83 | 1108.797 | MURPIED |
| 932 | 788199.841 | 4722192.85 | 1110.759 | TLF |
| 932 | 787752.276 | 4721867.92 | 1108.262 | CAMIN |
| 933 | 788200.411 | 4722192.17 | 1110.754 | TLF |
| 933 | 787752.393 | 4721867.14 | 1108.625 | MURPIED |
| 934 | 787762.049 | 4721870.43 | 1107.999 | CAMIN |
| 934 | 788201.09 | 4722192.71 | 1110.778 | TLF |
| 935 | 787762.096 | 4721869.74 | 1108.256 | MURPIED |
| 935 | 788200.518 | 4722193.32 | 1110.783 | TLF |
| 936 | 787780.249 | 4721876.3 | 1107.601 | CAMIN |
| 936 | 788201.486 | 4722195.46 | 1110.898 | ARQ |
| 937 | 787780.131 | 4721875.86 | 1107.73 | MURPIED |
| 937 | 788201.214 | 4722195.75 | 1110.869 | ARQ |
| 938 | 787795.91 | 4721882.39 | 1107.956 | CAMIN |
| 938 | 788201.541 | 4722196 | 1110.884 | ARQ |
| 939 | 788201.77 | 4722195.7 | 1110.879 | ARQ |
| 939 | 787796.302 | 4721881.97 | 1107.848 | MURPIED |
| 940 | 788202.205 | 4722195.54 | 1110.868 | ARQ |
| 940 | 787804.819 | 4721886.49 | 1107.367 | CAMIN |
| 941 | 787805.023 | 4721885.96 | 1107.54 | MURPIED |
| 941 | 788202.847 | 4722194.76 | 1110.836 | ARQ |
| 942 | 787808.416 | 4721887.92 | 1107.184 | CAMIN |
| 942 | 788203.625 | 4722195.29 | 1110.911 | ARQ |
| 943 | 787809.983 | 4721887.86 | 1107.193 | MURPIED |
| 943 | 788203 | 4722196.09 | 1110.864 | ARQ |
| 944 | 788205.29 | 4722196.52 | 1110.89 | FARP |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|------|
| 944 | 787805.655 | 4721884.01 | 1106.911 | CT |
| 945 | 788205.663 | 4722197.29 | 1110.965 | ARQ |
| 946 | 788206.006 | 4722196.84 | 1110.932 | ARQ |
| 946 | 787804.864 | 4721884.95 | 1106.944 | PT |
| 947 | 788206.431 | 4722197.2 | 1110.915 | ARQ |
| 947 | 787790.363 | 4721878.73 | 1107.062 | PT |
| 948 | 788206.155 | 4722197.61 | 1111.003 | ARQ |
| 948 | 787790.654 | 4721877.13 | 1106.909 | CT |
| 949 | 788206.827 | 4722197.67 | 1110.927 | ALC |
| 949 | 787783.205 | 4721876.09 | 1106.996 | PT |
| 950 | 787783.521 | 4721873.58 | 1106.478 | CT |
| 950 | 788206.169 | 4722198.45 | 1110.952 | ALC |
| 951 | 787774.491 | 4721872.8 | 1106.849 | PT |
| 951 | 788207.002 | 4722199.22 | 1110.95 | ALC |
| 952 | 787776.448 | 4721869.84 | 1106.204 | CT |
| 952 | 788207.707 | 4722198.34 | 1111.008 | ALC |
| 953 | 787762.371 | 4721868.68 | 1106.964 | PT |
| 953 | 788209.433 | 4722202.48 | 1111.109 | PSAN |
| 954 | 787764.311 | 4721863.48 | 1106.361 | CT |
| 954 | 788211.455 | 4722203.17 | 1111.153 | RIEG |
| 955 | 787752.998 | 4721857.76 | 1106.334 | CT |
| 955 | 788213.647 | 4722205.31 | 1111.236 | ALC |
| 956 | 788212.929 | 4722206.14 | 1111.235 | ALC |
| 956 | 787747.835 | 4721864.42 | 1107 | PT |
| 957 | 787738.689 | 4721850.48 | 1105.873 | CT |
| 957 | 788213.751 | 4722206.78 | 1111.249 | ALC |
| 958 | 787734.425 | 4721854.71 | 1106.498 | |
| 958 | 788214.518 | 4722205.98 | 1111.258 | ALC |
| 959 | 788214.825 | 4722207.18 | 1111.287 | BANM |
| 959 | 787730.57 | 4721859.37 | 1107.039 | PT |
| 960 | 788214.399 | 4722207.64 | 1111.318 | BANM |
| 960 | 787728.174 | 4721844.86 | 1105.835 | CT |
| 961 | 788216.273 | 4722208.26 | 1111.33 | BANM |
| 961 | 787721.085 | 4721848.66 | 1106.645 | |
| 962 | 788215.846 | 4722208.8 | 1111.335 | BANM |
| 962 | 787716.941 | 4721855.94 | 1106.877 | PT |
| 963 | 788216.938 | 4722209.17 | 1111.382 | ALC |
| 963 | 787716.953 | 4721838.95 | 1105.753 | CT |
| 964 | 788217.585 | 4722208.28 | 1111.346 | ALC |
| 964 | 787712.134 | 4721836.78 | 1105.566 | CT |
| 965 | 788218.44 | 4722208.93 | 1111.338 | ALC |
| 965 | 787711.587 | 4721833.57 | 1105.237 | CT |
| 966 | 788217.78 | 4722209.76 | 1111.394 | ALC |
| 966 | 787712.917 | 4721829.79 | 1104.712 | CT |
| 967 | 787707.812 | 4721826.34 | 1104.326 | CT |
| 967 | 788226.163 | 4722213 | 1111.586 | BANM |

| | | | | |
|-----|------------|------------|----------|------|
| 968 | 788226.514 | 4722212.41 | 1111.582 | BANM |
| 968 | 787704.909 | 4721824.26 | 1104.071 | CT |
| 969 | 788228.013 | 4722213.53 | 1111.632 | BANM |
| 969 | 787684.762 | 4721813.81 | 1103.088 | CT |
| 970 | 788227.616 | 4722214.08 | 1111.661 | BANM |
| 970 | 787671.764 | 4721807.42 | 1102.844 | CT |
| 971 | 787657.968 | 4721799.97 | 1102.455 | CT |
| 971 | 788230.806 | 4722215.73 | 1111.701 | ALC |
| 972 | 787654.475 | 4721798.44 | 1102.264 | CT |
| 972 | 788230.104 | 4722216.53 | 1111.686 | ALC |
| 973 | 787653.328 | 4721797.74 | 1102.241 | PT |
| 973 | 788230.968 | 4722217.18 | 1111.782 | ALC |
| 974 | 787645.065 | 4721793.76 | 1101.3 | PT |
| 974 | 788231.645 | 4722216.41 | 1111.731 | ALC |
| 975 | 788234.125 | 4722219.64 | 1111.834 | ALC |
| 975 | 787629.352 | 4721786.78 | 1100.952 | PT |
| 976 | 787616.906 | 4721781.96 | 1100.406 | PT |
| 976 | 788234.992 | 4722220.26 | 1111.884 | ALC |
| 977 | 788235.69 | 4722219.41 | 1111.871 | ALC |
| 977 | 787611.147 | 4721777.86 | 1100.314 | TUB |
| 978 | 788234.815 | 4722218.69 | 1111.776 | ALC |
| 978 | 787610.227 | 4721778.79 | 1100.307 | PT |
| 979 | 788237.875 | 4722226.96 | 1111.586 | PT |
| 979 | 787597.57 | 4721772.53 | 1100.548 | PT |
| 980 | 788235.677 | 4722230.08 | 1111.553 | VAL |
| 980 | 787582.78 | 4721764.7 | 1100.684 | PT |
| 981 | 788224.908 | 4722221.93 | 1111.171 | VAL |
| 981 | 787570.235 | 4721757.66 | 1101.033 | PT |
| 982 | 788227.044 | 4722219.15 | 1111.217 | PT |
| 982 | 787558.907 | 4721751.26 | 1101.764 | PT |
| 983 | 787797.468 | 4721901.6 | 1109.057 | |
| 983 | 787545.64 | 4721743.44 | 1102.577 | PT |
| 984 | 787533.675 | 4721736.43 | 1102.826 | PT |
| 984 | 787785.835 | 4721897.65 | 1109.677 | |
| 985 | 787770.492 | 4721893.46 | 1110.135 | |
| 985 | 787522.335 | 4721730.56 | 1102.964 | PT |
| 986 | 787753.618 | 4721886.8 | 1110.207 | |
| 986 | 787505.24 | 4721722.12 | 1103.013 | PT |
| 987 | 787737.754 | 4721884.01 | 1110.83 | |
| 987 | 787486.998 | 4721713 | 1103.166 | PT |
| 988 | 787529.042 | 4721741.58 | 1104.975 | |
| 988 | 787724.008 | 4721881.15 | 1110.698 | |
| 989 | 787720.403 | 4721880.72 | 1111.128 | PT |
| 989 | 787536.035 | 4721747.06 | 1104.852 | |
| 990 | 787720.18 | 4721880.42 | 1111.829 | MUR |
| 990 | 787540.711 | 4721745.75 | 1104.225 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|---------|
| 991 | 787723.194 | 4721873.62 | 1110.001 | PT |
| 991 | 787540.202 | 4721751.83 | 1104.758 | |
| 992 | 787722.27 | 4721873.26 | 1110.512 | MUR |
| 992 | 787545.278 | 4721751.67 | 1104.261 | |
| 993 | 787726.58 | 4721866.71 | 1109.624 | ED |
| 993 | 787543.868 | 4721755.97 | 1104.507 | |
| 994 | 787722.307 | 4721865.5 | 1109.896 | ED |
| 994 | 787550.274 | 4721758.09 | 1104.191 | |
| 995 | 787721.246 | 4721869.71 | 1109.992 | ED |
| 995 | 787550.38 | 4721763.44 | 1104.337 | |
| 996 | 787556.309 | 4721765.03 | 1103.788 | |
| 996 | 787720.528 | 4721872.6 | 1110.138 | PT |
| 997 | 787555.394 | 4721769.11 | 1104.318 | |
| 997 | 787719.058 | 4721879.18 | 1111.252 | PT |
| 998 | 787561.736 | 4721772.29 | 1103.437 | |
| 998 | 787717.716 | 4721878.47 | 1111.167 | |
| 999 | 787558.621 | 4721754.74 | 1101.899 | |
| 999 | 787704.5 | 4721874.73 | 1111.002 | |
| 1000 | 787563.856 | 4721762.21 | 1101.699 | |
| 1000 | 787699.893 | 4721880.45 | 1112.203 | PMT |
| 1001 | 787577.547 | 4721770.38 | 1101.286 | |
| 1001 | 787693.474 | 4721870.47 | 1110.759 | |
| 1002 | 787595.209 | 4721779.88 | 1101.219 | |
| 1002 | 787673.918 | 4721863.98 | 1110.871 | |
| 1003 | 787611.612 | 4721789.09 | 1100.907 | |
| 1003 | 787657.272 | 4721857.27 | 1110.99 | |
| 1004 | 787643.85 | 4721850.34 | 1109.76 | |
| 1004 | 787620.312 | 4721793.59 | 1101.967 | |
| 1005 | 787635.307 | 4721799.73 | 1101.935 | |
| 1005 | 787630.163 | 4721841.31 | 1108.603 | |
| 1006 | 787647.322 | 4721805.19 | 1103.016 | |
| 1006 | 787612.61 | 4721833.95 | 1107.699 | |
| 1007 | 787661.278 | 4721813.94 | 1104.166 | |
| 1007 | 787597.392 | 4721826.95 | 1106.83 | |
| 1008 | 787585.54 | 4721822.19 | 1106.662 | |
| 1008 | 787682.613 | 4721821.7 | 1104.189 | |
| 1009 | 787697.329 | 4721831.28 | 1105.073 | |
| 1009 | 787572.588 | 4721816.35 | 1106.554 | |
| 1010 | 787557.507 | 4721824.67 | 1108.522 | |
| 1010 | 787713.086 | 4721843.83 | 1106.429 | |
| 1011 | 787544.693 | 4721835.02 | 1110.947 | |
| 1011 | 787723.246 | 4721849.56 | 1106.509 | |
| 1012 | 787533.713 | 4721847.97 | 1113.549 | |
| 1012 | 787718.258 | 4721858.55 | 1108.759 | CAMIN |
| 1013 | 787718.534 | 4721857.95 | 1108.788 | MURPIED |
| 1013 | 787530.657 | 4721849.9 | 1114.324 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|---------|
| 1014 | 787706.16 | 4721854.16 | 1108.426 | CAMIN |
| 1014 | 787524.194 | 4721839.36 | 1114.088 | PT |
| 1015 | 787706.556 | 4721853.45 | 1108.776 | MURPIED |
| 1015 | 787517.685 | 4721827.89 | 1113.944 | PT |
| 1016 | 787513.212 | 4721825.58 | 1114.638 | PT |
| 1016 | 787693.226 | 4721849.62 | 1108.172 | CAMIN |
| 1017 | 787693.509 | 4721848.84 | 1108.323 | MURPIED |
| 1017 | 787512.13 | 4721826.61 | 1114.973 | CT |
| 1018 | 787679.74 | 4721843.78 | 1107.984 | CAMIN |
| 1018 | 787516.308 | 4721828.97 | 1114.634 | CT |
| 1019 | 787521.808 | 4721838.26 | 1114.768 | CT |
| 1019 | 787679.955 | 4721843.3 | 1108.173 | MURPIED |
| 1020 | 787660.181 | 4721834.91 | 1107.479 | CAMIN |
| 1020 | 787527.421 | 4721848.91 | 1115.058 | CT |
| 1021 | 787660.153 | 4721833.64 | 1107.949 | MURPIED |
| 1021 | 787530.82 | 4721853.81 | 1115.054 | CT |
| 1022 | 787640.248 | 4721825.24 | 1106.658 | CAMIN |
| 1022 | 787526.034 | 4721858.69 | 1115.927 | |
| 1023 | 787640.805 | 4721824.09 | 1107.189 | MURPIED |
| 1023 | 787530.603 | 4721869.43 | 1116.268 | |
| 1024 | 787640.963 | 4721823.06 | 1107.01 | MURPIED |
| 1024 | 787535.006 | 4721883.38 | 1117.351 | |
| 1025 | 787639.284 | 4721823.89 | 1106.792 | CAMIN |
| 1025 | 787531.027 | 4721885.3 | 1117.864 | |
| 1026 | 787525.897 | 4721884.72 | 1118.315 | PT |
| 1026 | 787639.498 | 4721823.44 | 1106.465 | CUN |
| 1027 | 787526.196 | 4721870.94 | 1116.74 | |
| 1027 | 787630.094 | 4721819.83 | 1106.511 | CAMIN |
| 1028 | 787517.051 | 4721867.67 | 1118.026 | PT |
| 1028 | 787630.562 | 4721819.31 | 1106.39 | CUN |
| 1029 | 787631.063 | 4721818.35 | 1106.379 | MURPIED |
| 1029 | 787519.446 | 4721857.53 | 1116.529 | |
| 1030 | 787614.655 | 4721812.67 | 1106.329 | CAMIN |
| 1030 | 787512.172 | 4721857.95 | 1117.53 | PT |
| 1031 | 787509.917 | 4721846.69 | 1117.008 | |
| 1031 | 787615.106 | 4721812 | 1106.059 | CUN |
| 1032 | 787615.614 | 4721811.42 | 1106.312 | MURPIED |
| 1032 | 787517.437 | 4721844.72 | 1115.927 | |
| 1033 | 787595.144 | 4721803.26 | 1105.964 | CAMIN |
| 1033 | 787511.378 | 4721835.1 | 1116.03 | |
| 1034 | 787507.173 | 4721829.8 | 1116.401 | PT |
| 1034 | 787595.301 | 4721802.61 | 1105.984 | CUN |
| 1035 | 787595.63 | 4721801.84 | 1106.166 | MURPIED |
| 1035 | 787512.046 | 4721831.2 | 1115.53 | |
| 1036 | 787520.759 | 4721818.88 | 1112.862 | PT |
| 1036 | 787580.081 | 4721794.73 | 1106.053 | CAMIN |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|---------|
| 1037 | 787580.501 | 4721794.17 | 1105.922 | CUN |
| 1037 | 787525.424 | 4721825.78 | 1112.528 | |
| 1038 | 787534.902 | 4721836.93 | 1112.166 | |
| 1038 | 787581.157 | 4721793.62 | 1105.817 | MURPIED |
| 1039 | 787538.683 | 4721828.56 | 1111.246 | |
| 1039 | 787569.938 | 4721787.8 | 1106.01 | CAMIN |
| 1040 | 787533.131 | 4721816.2 | 1110.953 | |
| 1040 | 787570.109 | 4721787.19 | 1105.927 | CUN |
| 1041 | 787570.495 | 4721786.56 | 1105.731 | CUN |
| 1041 | 787527.503 | 4721813.59 | 1111.555 | PT |
| 1042 | 787570.812 | 4721787.05 | 1106.195 | MURPIED |
| 1042 | 787533.362 | 4721812.66 | 1110.424 | |
| 1043 | 787536.101 | 4721806.13 | 1109.128 | PT |
| 1043 | 787569.522 | 4721786.29 | 1105.999 | CT |
| 1044 | 787535.625 | 4721807.06 | 1109.264 | PMT |
| 1045 | 787544.743 | 4721816.64 | 1109.033 | |
| 1045 | 787562.562 | 4721781.74 | 1106.02 | CAMIN |
| 1046 | 787552.672 | 4721820.31 | 1108.524 | |
| 1046 | 787562.777 | 4721780.92 | 1105.946 | CT |
| 1047 | 787557.95 | 4721777.63 | 1106.083 | CAMIN |
| 1047 | 787562.778 | 4721817.21 | 1107.157 | |
| 1048 | 787572.541 | 4721830.85 | 1108.29 | PMT |
| 1048 | 787558.116 | 4721777.34 | 1105.959 | CT |
| 1049 | 787563.318 | 4721810.09 | 1106.438 | |
| 1049 | 787553.049 | 4721772.7 | 1106.021 | CAMIN |
| 1050 | 787553.159 | 4721800.25 | 1106.38 | |
| 1050 | 787553.176 | 4721772.39 | 1105.982 | CT |
| 1051 | 787546.801 | 4721767.33 | 1106.221 | CAMIN |
| 1051 | 787549.453 | 4721795.13 | 1106.58 | PT |
| 1052 | 787547.405 | 4721766.74 | 1106.19 | CT |
| 1052 | 787558.608 | 4721794.77 | 1105.522 | |
| 1053 | 787539.558 | 4721761.43 | 1106.559 | CAMIN |
| 1053 | 787557.878 | 4721787.63 | 1105.444 | PT |
| 1054 | 787540.079 | 4721761.01 | 1106.571 | CT |
| 1054 | 787562.683 | 4721788.62 | 1105.255 | PT |
| 1055 | 787563.871 | 4721798.41 | 1105.353 | |
| 1055 | 787539.405 | 4721760.55 | 1106.643 | MURPIED |
| 1056 | 787537.119 | 4721758.98 | 1106.676 | CAMIN |
| 1056 | 787578.219 | 4721807.86 | 1105.44 | |
| 1057 | 787537.604 | 4721758.74 | 1106.918 | MURPIED |
| 1057 | 787584.615 | 4721802.38 | 1105.239 | PT |
| 1058 | 787597.215 | 4721818.26 | 1105.729 | |
| 1058 | 787533.229 | 4721755.33 | 1106.757 | CAMIN |
| 1059 | 787533.58 | 4721755.08 | 1106.815 | MURPIED |
| 1060 | 787603.089 | 4721812.6 | 1105.332 | PT |
| 1060 | 787528.616 | 4721751.83 | 1106.928 | CAMIN |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|---------|
| 1061 | 787617.62 | 4721826.33 | 1106.388 | |
| 1061 | 787528.723 | 4721751.2 | 1107.118 | MURPIED |
| 1062 | 787621.502 | 4721821.01 | 1105.989 | PT |
| 1062 | 787521.494 | 4721745.87 | 1107.329 | CAMIN |
| 1063 | 787521.864 | 4721745.46 | 1107.712 | MURPIED |
| 1063 | 787636.732 | 4721833.6 | 1107.265 | |
| 1064 | 787639.729 | 4721829.47 | 1107.006 | PT |
| 1064 | 787515.606 | 4721741.51 | 1107.736 | CAMIN |
| 1065 | 787659.296 | 4721845.78 | 1109.052 | |
| 1065 | 787515.815 | 4721741.24 | 1108.063 | MURPIED |
| 1066 | 787661.897 | 4721839.97 | 1108.579 | PT |
| 1066 | 787505.665 | 4721734.86 | 1108.279 | CAMIN |
| 1067 | 787684.706 | 4721850.36 | 1108.556 | PT |
| 1067 | 787505.806 | 4721734.52 | 1108.741 | MURPIED |
| 1068 | 787684.715 | 4721858.66 | 1109.295 | |
| 1068 | 787492.556 | 4721726.46 | 1108.96 | CAMIN |
| 1069 | 787492.76 | 4721726.17 | 1109.413 | MURPIED |
| 1069 | 787702.781 | 4721866.95 | 1109.846 | |
| 1070 | 787481.983 | 4721720.2 | 1109.211 | CAMIN |
| 1070 | 787709.152 | 4721859.88 | 1109.112 | PT |
| 1071 | 787709.791 | 4721870.34 | 1110.209 | |
| 1071 | 787482.292 | 4721719.96 | 1109.803 | MURPIED |
| 1072 | 787475.781 | 4721716.94 | 1109.206 | CAMIN |
| 1072 | 787717.756 | 4721863.37 | 1109.223 | PT |
| 1073 | 787476.129 | 4721716.48 | 1109.542 | MURPIED |
| 1073 | 787718.622 | 4721861.58 | 1108.965 | PT |
| 1074 | 787482.078 | 4721723.77 | 1109.368 | CAMIN |
| 1074 | 787730.933 | 4721865.6 | 1109.187 | PT |
| 1075 | 787481.816 | 4721723.98 | 1110.451 | MURPIED |
| 1075 | 787736.732 | 4721866.89 | 1109.048 | PT |
| 1076 | 787489.167 | 4721728.18 | 1109.164 | CAMIN |
| 1076 | 787755.913 | 4721871.54 | 1108.25 | PT |
| 1077 | 787771.742 | 4721876.24 | 1107.819 | PT |
| 1077 | 787489.229 | 4721728.41 | 1110.283 | MURPIED |
| 1078 | 787782.982 | 4721879.91 | 1107.635 | PT |
| 1078 | 787497.071 | 4721733.42 | 1108.873 | CAMIN |
| 1079 | 787801.277 | 4721887.34 | 1107.481 | PT |
| 1079 | 787496.977 | 4721733.59 | 1110.055 | MURPIED |
| 1080 | 787715.618 | 4721855.74 | 1106.801 | PT |
| 1080 | 787481.246 | 4721731.26 | 1110.545 | |
| 1081 | 787493.047 | 4721739.06 | 1109.975 | |
| 1081 | 787716.045 | 4721854.55 | 1107.05 | CT |
| 1082 | 787505.828 | 4721747.78 | 1109.064 | |
| 1082 | 787705.081 | 4721850.39 | 1107.035 | CT |
| 1083 | 787518.313 | 4721756.88 | 1107.968 | |
| 1083 | 787704.853 | 4721851.93 | 1107.071 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|---------|
| 1084 | 787534.879 | 4721787.84 | 1107.368 | |
| 1084 | 787689.275 | 4721844.37 | 1106.993 | CT |
| 1085 | 787524.363 | 4721797.98 | 1109.6 | |
| 1085 | 787689.088 | 4721846.01 | 1106.88 | PT |
| 1086 | 787513.053 | 4721808.79 | 1112.406 | |
| 1086 | 787658.577 | 4721831.57 | 1106.858 | PT |
| 1087 | 787640.631 | 4721821.74 | 1105.72 | PT |
| 1087 | 787502.09 | 4721817.63 | 1115.313 | |
| 1088 | 787634.697 | 4721816.12 | 1104.795 | PT |
| 1088 | 787492.604 | 4721824.92 | 1117.959 | |
| 1089 | 787486.327 | 4721828.63 | 1119.684 | |
| 1089 | 787616.928 | 4721808.25 | 1104.078 | PT |
| 1090 | 787482.649 | 4721826.25 | 1119.98 | |
| 1090 | 787598.984 | 4721795.83 | 1102.28 | PT |
| 1091 | 787587.818 | 4721792.12 | 1102.835 | PT |
| 1091 | 787470.208 | 4721820.95 | 1121.818 | |
| 1092 | 787571.95 | 4721780.39 | 1102.58 | PT |
| 1092 | 787458.148 | 4721808.58 | 1122.635 | |
| 1093 | 787551.273 | 4721767.55 | 1104.563 | PT |
| 1093 | 787448.368 | 4721793.97 | 1123.056 | |
| 1094 | 787436.575 | 4721780.76 | 1123.284 | |
| 1094 | 787532.118 | 4721750.21 | 1105.722 | PT |
| 1095 | 787430.098 | 4721775 | 1123.518 | |
| 1095 | 787517.23 | 4721739.62 | 1106.191 | PT |
| 1096 | 787504.123 | 4721731.71 | 1107.316 | PT |
| 1097 | 787492.846 | 4721725.14 | 1107.624 | PT |
| 1097 | 787422.052 | 4721774.95 | 1124.838 | PT |
| 1098 | 787426.005 | 4721772.81 | 1124.227 | PT |
| 1098 | 787494.033 | 4721722.51 | 1107.476 | CT |
| 1099 | 787421.984 | 4721774.07 | 1124.99 | CT |
| 1099 | 787508.223 | 4721728.89 | 1106.761 | CT |
| 1100 | 787510.826 | 4721729.55 | 1105.948 | PT |
| 1100 | 787425.54 | 4721772.15 | 1124.256 | CT |
| 1101 | 787433.296 | 4721765.59 | 1122.297 | CT |
| 1101 | 787515.451 | 4721735.71 | 1105.928 | PT |
| 1102 | 787434.405 | 4721766.67 | 1122.189 | PT |
| 1102 | 787514.305 | 4721736.74 | 1106.527 | CT |
| 1103 | 787437.952 | 4721764.15 | 1121.251 | PT |
| 1103 | 787516.635 | 4721740.48 | 1106.753 | CT |
| 1104 | 787436.805 | 4721763.9 | 1121.645 | CT |
| 1104 | 787519.565 | 4721740.76 | 1105.985 | PT |
| 1105 | 787521.021 | 4721741.41 | 1106.085 | CT |
| 1105 | 787437.416 | 4721763.33 | 1121.488 | MURPIED |
| 1106 | 787443.024 | 4721760.04 | 1119.591 | PT |
| 1106 | 787517.177 | 4721736.26 | 1106.161 | CT |
| 1107 | 787442.179 | 4721758.81 | 1119.27 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|---------|
| 1107 | 787512.886 | 4721730.8 | 1106.071 | CT |
| 1108 | 787440.816 | 4721757.71 | 1119.059 | PT |
| 1108 | 787527.944 | 4721736.56 | 1104.56 | CT |
| 1109 | 787536.617 | 4721740.61 | 1104.131 | CT |
| 1109 | 787441.116 | 4721759.78 | 1120.474 | MURPIED |
| 1110 | 787442.656 | 4721755.94 | 1118.628 | PT |
| 1110 | 787542.754 | 4721745.18 | 1103.714 | CT |
| 1111 | 787547.702 | 4721752.38 | 1104.013 | CT |
| 1111 | 787444.55 | 4721758.21 | 1119.074 | PT |
| 1112 | 787554.744 | 4721762.59 | 1103.789 | CT |
| 1112 | 787445.366 | 4721756.97 | 1119.355 | MURPIED |
| 1113 | 787445.734 | 4721757.27 | 1118.902 | PT |
| 1113 | 787558.532 | 4721768.32 | 1103.622 | CT |
| 1114 | 787566.795 | 4721768.1 | 1101.74 | |
| 1114 | 787453.098 | 4721752.16 | 1117.159 | PT |
| 1115 | 787452.226 | 4721751.47 | 1117.524 | MURPIED |
| 1115 | 787575.343 | 4721775.98 | 1101.826 | |
| 1116 | 787453.531 | 4721754.72 | 1117.381 | POSTE |
| 1116 | 787591.588 | 4721785.29 | 1101.806 | |
| 1117 | 787604.124 | 4721792.47 | 1101.502 | |
| 1117 | 787459.725 | 4721746.18 | 1115.55 | PT |
| 1118 | 787615.015 | 4721798.74 | 1102.781 | |
| 1118 | 787459.234 | 4721745.76 | 1116.067 | MURPIED |
| 1119 | 787471.595 | 4721735.95 | 1112.423 | PT |
| 1119 | 787630.83 | 4721806.45 | 1103.361 | |
| 1120 | 787644.846 | 4721812.47 | 1104.087 | |
| 1120 | 787471.529 | 4721735.66 | 1113.1 | MURPIED |
| 1121 | 787480.866 | 4721727.06 | 1110.295 | PT |
| 1121 | 787658.219 | 4721818.5 | 1104.856 | |
| 1122 | 787480.447 | 4721726.16 | 1110.978 | MURPIED |
| 1122 | 787679.681 | 4721828.6 | 1105.268 | |
| 1123 | 787695.337 | 4721836.93 | 1105.889 | |
| 1123 | 787481.331 | 4721724.96 | 1110.782 | MURPIED |
| 1124 | 787481.827 | 4721724.59 | 1110.536 | MURPIED |
| 1124 | 787705.107 | 4721841.78 | 1106.3 | |
| 1125 | 787712.571 | 4721847.66 | 1106.798 | |
| 1125 | 787483.309 | 4721725.92 | 1110.457 | MURPIED |
| 1126 | 787724.29 | 4721852.49 | 1106.652 | |
| 1126 | 787478.996 | 4721735.73 | 1111.363 | |
| 1127 | 787718.815 | 4721861.46 | 1108.933 | PT |
| 1127 | 787469.601 | 4721746.09 | 1114.028 | |
| 1128 | 787718.295 | 4721861.74 | 1109.855 | MUR |
| 1128 | 787484.477 | 4721755.75 | 1113.057 | |
| 1129 | 787498.795 | 4721766.97 | 1112.066 | |
| 1129 | 787704.524 | 4721856.47 | 1109.68 | MUR |
| 1130 | 787493.772 | 4721780.1 | 1113.738 | POSTE |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1130 | 787704.775 | 4721856.27 | 1108.397 | PT |
| 1131 | 787504.213 | 4721767.46 | 1111.223 | |
| 1131 | 787691.163 | 4721851.45 | 1109.332 | MUR |
| 1132 | 787518.874 | 4721780.33 | 1109.33 | |
| 1132 | 787691.418 | 4721851.3 | 1108.248 | PT |
| 1133 | 787675.875 | 4721845.01 | 1109.284 | MUR |
| 1133 | 787505.797 | 4721791.52 | 1112.434 | |
| 1134 | 787676.122 | 4721844.86 | 1108.013 | PT |
| 1134 | 787494.504 | 4721803.06 | 1115.357 | |
| 1135 | 787660.386 | 4721837.78 | 1109.088 | MUR |
| 1135 | 787481.115 | 4721814.72 | 1119.176 | |
| 1136 | 787660.751 | 4721837.56 | 1107.548 | PT |
| 1136 | 787469.738 | 4721798.69 | 1119.643 | |
| 1137 | 787458.664 | 4721783.51 | 1120.452 | |
| 1137 | 787640.354 | 4721828.15 | 1107.945 | MUR |
| 1138 | 787640.225 | 4721827.55 | 1106.691 | PT |
| 1138 | 787450.456 | 4721771.06 | 1120.478 | |
| 1139 | 787443.745 | 4721768.61 | 1121.264 | |
| 1139 | 787627.839 | 4721822.13 | 1106.504 | PT |
| 1140 | 787627.731 | 4721822.33 | 1107.348 | MUR |
| 1140 | 787451.082 | 4721763.06 | 1119.038 | |
| 1141 | 787612.855 | 4721815.54 | 1106.948 | MUR |
| 1141 | 787458.475 | 4721756.5 | 1117.041 | |
| 1142 | 787612.894 | 4721815.28 | 1106.34 | PT |
| 1142 | 787471.273 | 4721768.14 | 1116.603 | |
| 1143 | 787602.961 | 4721810.65 | 1106.089 | PT |
| 1143 | 787484.618 | 4721779.81 | 1115.3 | |
| 1144 | 787602.866 | 4721810.92 | 1106.78 | MUR |
| 1144 | 787497.565 | 4721791.17 | 1113.776 | |
| 1145 | 787593.62 | 4721805.77 | 1106.137 | PT |
| 1145 | 787510.138 | 4721803.86 | 1112.567 | |
| 1146 | 787593.401 | 4721805.95 | 1106.683 | MUR |
| 1146 | 787492.808 | 4721834.47 | 1119.408 | PT |
| 1147 | 787488.331 | 4721835.48 | 1120.359 | PT |
| 1147 | 787577.446 | 4721796.25 | 1106.096 | PT |
| 1148 | 787480.055 | 4721834.58 | 1121.2 | PT |
| 1148 | 787577.502 | 4721796.53 | 1106.648 | MUR |
| 1149 | 787568.019 | 4721790.61 | 1106.609 | MUR |
| 1149 | 787471.673 | 4721833.42 | 1122.58 | PT |
| 1150 | 787567.933 | 4721790.43 | 1106.157 | PT |
| 1150 | 787466.02 | 4721832.31 | 1123.63 | PT |
| 1151 | 787461.58 | 4721829.81 | 1124.499 | PT |
| 1151 | 787560.262 | 4721784.47 | 1106.142 | PT |
| 1152 | 787463.61 | 4721827.71 | 1123.484 | |
| 1152 | 787560.198 | 4721784.66 | 1106.584 | MUR |
| 1153 | 787558.509 | 4721782.02 | 1106.268 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1153 | 787457.448 | 4721825.44 | 1124.83 | PT |
| 1154 | 787558.182 | 4721781.78 | 1106.386 | MUR |
| 1154 | 787458.764 | 4721824.03 | 1124.003 | |
| 1155 | 787551.959 | 4721775.38 | 1106.382 | PT |
| 1155 | 787455.337 | 4721820.31 | 1124.079 | |
| 1156 | 787551.612 | 4721775.64 | 1106.717 | MUR |
| 1156 | 787454.155 | 4721822.35 | 1125.118 | PT |
| 1157 | 787455.064 | 4721816.02 | 1123.78 | PT |
| 1157 | 787542.567 | 4721767.57 | 1106.966 | MUR |
| 1158 | 787454.072 | 4721811.27 | 1123.475 | PT |
| 1158 | 787542.63 | 4721767.13 | 1106.584 | PT |
| 1159 | 787536.048 | 4721761.58 | 1106.748 | PT |
| 1159 | 787451.499 | 4721809.44 | 1123.753 | PT |
| 1160 | 787535.219 | 4721761.14 | 1107.289 | MUR |
| 1161 | 787529.77 | 4721756.44 | 1107.434 | MUR |
| 1162 | 787529.639 | 4721755.82 | 1106.905 | PT |
| 1163 | 787528.436 | 4721756.68 | 1107.14 | PT |
| 1164 | 787533.169 | 4721760.64 | 1106.878 | PT |
| 1165 | 787538.874 | 4721765.65 | 1106.513 | PT |
| 1166 | 787546.101 | 4721772.75 | 1105.952 | PT |
| 1166 | 787436.789 | 4721814.14 | 1127.958 | |
| 1167 | 787428.303 | 4721804.02 | 1128.234 | |
| 1167 | 787552.732 | 4721779.05 | 1105.818 | PT |
| 1168 | 787415.936 | 4721789.92 | 1128.364 | |
| 1168 | 787548.868 | 4721786.34 | 1105.642 | |
| 1169 | 787538.995 | 4721776.37 | 1106.27 | |
| 1169 | 787418.285 | 4721784.54 | 1127.744 | |
| 1170 | 787424.121 | 4721788.86 | 1127.868 | |
| 1170 | 787529.973 | 4721768.01 | 1107.024 | |
| 1171 | 787430.774 | 4721797.14 | 1127.78 | |
| 1171 | 787522.938 | 4721760.66 | 1107.608 | |
| 1172 | 787524.656 | 4721753.91 | 1107.409 | PT |
| 1172 | 787491.276 | 4721700.2 | 1102.758 | PT |
| 1173 | 787525.881 | 4721752.75 | 1107.065 | PT |
| 1173 | 787493.552 | 4721695.77 | 1102.531 | |
| 1174 | 787525.382 | 4721752.68 | 1107.57 | MUR |
| 1174 | 787505.059 | 4721707.07 | 1102.696 | PT |
| 1175 | 787518.423 | 4721747.36 | 1107.41 | PT |
| 1175 | 787510.164 | 4721699.01 | 1101.931 | |
| 1176 | 787518.294 | 4721747.59 | 1108.062 | MUR |
| 1176 | 787522.926 | 4721705.1 | 1101.324 | |
| 1177 | 787517.662 | 4721714.11 | 1102.78 | PT |
| 1177 | 787509.038 | 4721741.11 | 1108.025 | PT |
| 1178 | 787534.754 | 4721720.36 | 1101.924 | PT |
| 1178 | 787509.088 | 4721741.32 | 1109.043 | MUR |
| 1179 | 787501.816 | 4721736.52 | 1109.635 | MUR |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1179 | 787540.212 | 4721713.96 | 1100.683 | |
| 1180 | 787501.646 | 4721736.4 | 1108.589 | PT |
| 1180 | 787549.691 | 4721720.74 | 1100.35 | |
| 1181 | 787481.629 | 4721726.11 | 1110.261 | PT |
| 1181 | 787548.459 | 4721725.51 | 1101.027 | PT |
| 1182 | 787490.128 | 4721730.35 | 1110.017 | PT |
| 1182 | 787554.05 | 4721728.54 | 1100.702 | PT |
| 1183 | 787557.792 | 4721725.41 | 1099.911 | |
| 1183 | 787500.148 | 4721736.82 | 1109.509 | PT |
| 1184 | 787565.702 | 4721733.01 | 1100.14 | PT |
| 1184 | 787514.4 | 4721746.06 | 1108.43 | PT |
| 1185 | 787523.902 | 4721753.57 | 1107.503 | PT |
| 1185 | 787571.084 | 4721728.92 | 1099.07 | |
| 1186 | 787580.03 | 4721739.74 | 1099.331 | PT |
| 1186 | 787551.563 | 4721790.53 | 1105.871 | PT |
| 1187 | 787553.006 | 4721789.93 | 1106.671 | MUR |
| 1187 | 787584.034 | 4721733.24 | 1098.295 | |
| 1188 | 787598.376 | 4721748.66 | 1098.965 | PT |
| 1188 | 787539.277 | 4721801.42 | 1108.2 | PT |
| 1189 | 787539.566 | 4721801.55 | 1108.853 | MUR |
| 1189 | 787604.087 | 4721740.93 | 1097.785 | |
| 1190 | 787529.032 | 4721809.89 | 1110.314 | PT |
| 1190 | 787615.968 | 4721747.76 | 1097.639 | |
| 1191 | 787613.343 | 4721754.74 | 1098.341 | PT |
| 1191 | 787530.244 | 4721809 | 1111.032 | MUR |
| 1192 | 787502.82 | 4721830.81 | 1117.17 | PT |
| 1192 | 787619.94 | 4721758.28 | 1098.37 | PT |
| 1193 | 787503.009 | 4721830.94 | 1118.175 | MUR |
| 1193 | 787618.604 | 4721759.71 | 1098.737 | PT |
| 1194 | 787618.731 | 4721761.5 | 1098.71 | PT |
| 1194 | 787493.584 | 4721837.96 | 1120.827 | MUR |
| 1195 | 787494.066 | 4721838.59 | 1120.594 | MUR |
| 1195 | 787619.902 | 4721762.01 | 1098.745 | PT |
| 1196 | 787500.355 | 4721847.16 | 1120.632 | MUR |
| 1196 | 787622.011 | 4721760.57 | 1098.885 | PT |
| 1197 | 787510.854 | 4721857.18 | 1119.536 | MUR |
| 1197 | 787619.256 | 4721761.8 | 1098.741 | TUB |
| 1198 | 787513.079 | 4721860.25 | 1119.521 | MUR |
| 1198 | 787621.268 | 4721757.52 | 1098.104 | |
| 1199 | 787517.268 | 4721868.94 | 1119.988 | MUR |
| 1199 | 787624.081 | 4721759.23 | 1098.365 | PT |
| 1200 | 787522.019 | 4721879.57 | 1120.045 | MUR |
| 1200 | 787635.497 | 4721764.94 | 1098.361 | PT |
| 1201 | 787527.178 | 4721888.05 | 1119.928 | MUR |
| 1201 | 787639.675 | 4721757.97 | 1097.915 | |
| 1202 | 787530.533 | 4721893.13 | 1120.129 | MUR |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1202 | 787649.4 | 4721759.62 | 1097.774 | |
| 1203 | 787530.909 | 4721893.12 | 1119.136 | PT |
| 1203 | 787644.046 | 4721769.58 | 1098.575 | PT |
| 1204 | 787659.949 | 4721766.27 | 1098.473 | |
| 1204 | 787535.299 | 4721901.02 | 1119.686 | PT |
| 1205 | 787659.803 | 4721779.28 | 1099.528 | PT |
| 1205 | 787535.259 | 4721901.07 | 1120.515 | MUR |
| 1206 | 787667.083 | 4721774.04 | 1099.338 | |
| 1206 | 787543.768 | 4721907.34 | 1120.549 | |
| 1207 | 787548.092 | 4721914.07 | 1121.717 | |
| 1207 | 787670.932 | 4721786.27 | 1100.356 | PT |
| 1208 | 787676.475 | 4721783.65 | 1099.905 | |
| 1208 | 787547.247 | 4721919.76 | 1122.847 | PT |
| 1209 | 787547.237 | 4721921.05 | 1123.685 | MUR |
| 1209 | 787680.587 | 4721792.95 | 1100.826 | PT |
| 1210 | 787688.179 | 4721796.85 | 1101.174 | PT |
| 1210 | 787550.996 | 4721927.74 | 1124.965 | MUR |
| 1211 | 787693.423 | 4721801.71 | 1101.954 | PT |
| 1211 | 787552.046 | 4721927.8 | 1124.487 | PT |
| 1212 | 787697.378 | 4721804.85 | 1102.247 | PT |
| 1212 | 787548.226 | 4721930.27 | 1125.264 | |
| 1213 | 787541.309 | 4721923.78 | 1123.504 | |
| 1213 | 787700.007 | 4721804.69 | 1102.174 | CT |
| 1214 | 787693.131 | 4721798.16 | 1101.431 | CT |
| 1214 | 787529.082 | 4721934.32 | 1125.474 | |
| 1215 | 787517.996 | 4721937.48 | 1126.207 | |
| 1215 | 787687.35 | 4721791.96 | 1100.567 | CT |
| 1216 | 787506.015 | 4721938.56 | 1127.951 | |
| 1216 | 787682.557 | 4721785.68 | 1100.105 | CT |
| 1217 | 787676.111 | 4721777.05 | 1099.419 | CT |
| 1217 | 787500.877 | 4721938.12 | 1128.395 | |
| 1218 | 787674.171 | 4721773.77 | 1098.62 | CT |
| 1218 | 787494.454 | 4721936.75 | 1128.637 | PT |
| 1219 | 787671.797 | 4721767.79 | 1097.57 | CT |
| 1219 | 787498.841 | 4721930.54 | 1127.506 | |
| 1220 | 787670.747 | 4721769.36 | 1097.802 | |
| 1220 | 787510.271 | 4721925.26 | 1124.416 | |
| 1221 | 787664.723 | 4721763.1 | 1097.145 | |
| 1221 | 787526.224 | 4721917.3 | 1122.317 | |
| 1222 | 787656.783 | 4721756.18 | 1096.668 | |
| 1222 | 787531.432 | 4721909.77 | 1120.859 | |
| 1223 | 787523.361 | 4721896.44 | 1120.402 | |
| 1223 | 787645.862 | 4721751.95 | 1096.926 | |
| 1224 | 787511.618 | 4721905.23 | 1122.876 | |
| 1224 | 787662.017 | 4721758.3 | 1096.645 | CAMIN |
| 1225 | 787502.494 | 4721912.48 | 1124.468 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1225 | 787664.328 | 4721756.91 | 1096.688 | CAMIN |
| 1226 | 787673.113 | 4721764.75 | 1097.059 | CAMIN |
| 1226 | 787495.092 | 4721918.71 | 1125.706 | |
| 1227 | 787488.62 | 4721922.9 | 1127.84 | |
| 1227 | 787671.276 | 4721766.72 | 1097.407 | CAMIN |
| 1228 | 787483.883 | 4721928.63 | 1128.647 | PT |
| 1228 | 787676.104 | 4721768.37 | 1097.483 | CAMIN |
| 1229 | 787673.982 | 4721769.85 | 1097.666 | CAMIN |
| 1229 | 787483.165 | 4721919.97 | 1128.32 | |
| 1230 | 787474.637 | 4721921.87 | 1128.685 | PT |
| 1230 | 787678.599 | 4721777.57 | 1098.449 | CAMIN |
| 1231 | 787479.29 | 4721910.6 | 1128.337 | |
| 1231 | 787680.684 | 4721775.68 | 1098.373 | CAMIN |
| 1232 | 787685.786 | 4721787.41 | 1099.562 | CAMIN |
| 1232 | 787474.534 | 4721908.76 | 1128.792 | PT |
| 1233 | 787483.243 | 4721906.03 | 1127.918 | |
| 1233 | 787688.181 | 4721785.74 | 1099.595 | CAMIN |
| 1234 | 787494.389 | 4721901.92 | 1125.331 | |
| 1234 | 787693.85 | 4721796.42 | 1100.512 | CAMIN |
| 1235 | 787509.002 | 4721892.18 | 1122.4 | |
| 1235 | 787695.85 | 4721794.23 | 1100.39 | CAMIN |
| 1236 | 787515.671 | 4721884.9 | 1121.046 | |
| 1236 | 787700.893 | 4721802.34 | 1101.351 | CAMIN |
| 1237 | 787507.118 | 4721868.04 | 1120.808 | |
| 1237 | 787702.714 | 4721799.99 | 1101.339 | CAMIN |
| 1238 | 787495.107 | 4721873.2 | 1123.01 | |
| 1238 | 787705.832 | 4721807.35 | 1102.073 | CAMIN |
| 1239 | 787484.675 | 4721878.12 | 1125.952 | |
| 1239 | 787705.68 | 4721809.71 | 1102.28 | CAMIN |
| 1240 | 787476.66 | 4721880.31 | 1127.877 | |
| 1240 | 787709.579 | 4721806.21 | 1101.973 | CAMIN |
| 1241 | 787469.652 | 4721883.86 | 1128.42 | PT |
| 1241 | 787714.897 | 4721808.46 | 1102.077 | CAMIN |
| 1242 | 787723.595 | 4721809.85 | 1101.982 | CAMIN |
| 1242 | 787467.323 | 4721878.24 | 1128.534 | PT |
| 1243 | 787461.828 | 4721868.3 | 1128.492 | PT |
| 1243 | 787730.638 | 4721812.3 | 1101.848 | CAMIN |
| 1244 | 787721.837 | 4721814.03 | 1102.088 | ARBOL |
| 1244 | 787464.978 | 4721865.81 | 1128.186 | |
| 1245 | 787742.202 | 4721815.2 | 1101.169 | CAMIN |
| 1245 | 787468.949 | 4721854.31 | 1126.503 | |
| 1246 | 787754.486 | 4721819.34 | 1099.88 | CAMIN |
| 1246 | 787474.819 | 4721844.34 | 1123.891 | |
| 1247 | 787759.318 | 4721819.18 | 1099.695 | CAMIN |
| 1247 | 787466.061 | 4721838.64 | 1125.604 | |
| 1248 | 787761.825 | 4721816 | 1099.469 | CAMIN |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1248 | 787455.879 | 4721839.61 | 1127.715 | |
| 1249 | 787761.782 | 4721809.46 | 1099.139 | CAMIN |
| 1249 | 787444.125 | 4721840.31 | 1128.135 | PT |
| 1250 | 787758.214 | 4721801.52 | 1098.676 | CAMIN |
| 1250 | 787441.75 | 4721837.09 | 1128.318 | PT |
| 1251 | 787437.008 | 4721826.83 | 1128.024 | PT |
| 1251 | 787747.417 | 4721798.24 | 1098.588 | CAMIN |
| 1252 | 787437.012 | 4721826.83 | 1128.022 | PT |
| 1252 | 787741.078 | 4721799.54 | 1098.616 | EDAR |
| 1253 | 787737.751 | 4721797.88 | 1098.882 | EDAR |
| 1253 | 787440.753 | 4721820.06 | 1128.106 | PT |
| 1254 | 787444.236 | 4721816.11 | 1127.477 | PT |
| 1254 | 787735.846 | 4721801.21 | 1098.758 | EDAR |
| 1255 | 787446.869 | 4721815.24 | 1126.948 | MUR |
| 1255 | 787739.274 | 4721803.07 | 1098.671 | EDAR |
| 1256 | 787454.426 | 4721823.62 | 1126.504 | MUR |
| 1256 | 787737.129 | 4721786.9 | 1097.926 | |
| 1257 | 787457.625 | 4721826.16 | 1126.26 | MUR |
| 1257 | 787746.03 | 4721792.53 | 1098.232 | |
| 1258 | 787743.525 | 4721797.89 | 1098.673 | POZO |
| 1258 | 787463.034 | 4721831.89 | 1125.829 | MUR |
| 1259 | 787760.008 | 4721806.33 | 1098.752 | PT |
| 1259 | 787469.408 | 4721833.18 | 1124.273 | MUR |
| 1260 | 787760.358 | 4721812 | 1098.754 | PT |
| 1260 | 787479.844 | 4721835.21 | 1122.593 | MUR |
| 1261 | 787488.195 | 4721836.85 | 1121.131 | MUR |
| 1261 | 787757.799 | 4721815.84 | 1098.802 | PT |
| 1262 | 787754.953 | 4721814.95 | 1098.739 | PT |
| 1262 | 787493.387 | 4721848.39 | 1121.132 | |
| 1263 | 787743.629 | 4721808.95 | 1098.871 | PT |
| 1263 | 787483.332 | 4721857.93 | 1123.654 | |
| 1264 | 787735.834 | 4721805.28 | 1098.942 | PT |
| 1264 | 787469.852 | 4721895.2 | 1131.889 | MUR |
| 1265 | 787728.577 | 4721801.75 | 1098.97 | PT |
| 1265 | 787465.54 | 4721900.06 | 1132.18 | |
| 1266 | 787457.761 | 4721889.81 | 1132.981 | |
| 1266 | 787729.316 | 4721796.62 | 1098.78 | PT |
| 1267 | 787729.128 | 4721792.47 | 1098.764 | PT |
| 1267 | 787464.682 | 4721881.83 | 1131.831 | MUR |
| 1268 | 787726.365 | 4721791.03 | 1098.672 | PT |
| 1268 | 787459.719 | 4721872.13 | 1131.644 | MUR |
| 1269 | 787450.13 | 4721875.79 | 1133.027 | |
| 1269 | 787722.423 | 4721790.06 | 1098.325 | PT |
| 1270 | 787440.689 | 4721863.1 | 1133.297 | |
| 1270 | 787720.116 | 4721792.85 | 1098.339 | PT |
| 1271 | 787718.682 | 4721795.74 | 1098.527 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1271 | 787445.283 | 4721848.4 | 1131.913 | MUR |
| 1272 | 787719.733 | 4721798.06 | 1098.712 | PT |
| 1272 | 787440.378 | 4721841.27 | 1132.12 | MUR |
| 1273 | 787430.436 | 4721842.89 | 1133.112 | |
| 1273 | 787720.265 | 4721800.32 | 1099.008 | PT |
| 1274 | 787426.843 | 4721835.13 | 1133.092 | |
| 1274 | 787722.499 | 4721802.12 | 1099.481 | PT |
| 1275 | 787725.786 | 4721802.57 | 1099.677 | PT |
| 1275 | 787432.711 | 4721826.56 | 1131.324 | MUR |
| 1276 | 787720.541 | 4721800.87 | 1099.184 | PT |
| 1276 | 787426.853 | 4721824.69 | 1130.926 | |
| 1277 | 787420.86 | 4721820.69 | 1131.288 | |
| 1277 | 787715.44 | 4721798.53 | 1099.651 | PT |
| 1278 | 787426.785 | 4721814.48 | 1129.779 | |
| 1278 | 787717.585 | 4721796.22 | 1099.096 | PT |
| 1279 | 787718.602 | 4721793.66 | 1098.559 | PT |
| 1280 | 787720.918 | 4721789.79 | 1098.523 | PT |
| 1280 | 787434.503 | 4721811.66 | 1128.005 | |
| 1281 | 787720.809 | 4721786.99 | 1098.344 | PT |
| 1281 | 787442.677 | 4721817.07 | 1128.674 | MUR |
| 1282 | 787723.493 | 4721793.36 | 1099.549 | CT |
| 1282 | 787439.79 | 4721812.1 | 1127.608 | |
| 1283 | 787444.338 | 4721810.84 | 1127.358 | CT |
| 1283 | 787723.74 | 4721797.1 | 1100.125 | CT |
| 1284 | 787725.676 | 4721799.05 | 1100.34 | CT |
| 1284 | 787438.763 | 4721803.38 | 1127.318 | CT |
| 1285 | 787429.58 | 4721789.64 | 1127.86 | CT |
| 1285 | 787714.918 | 4721784.7 | 1098.248 | PT |
| 1286 | 787703.879 | 4721779.07 | 1097.483 | PT |
| 1286 | 787424.931 | 4721784.34 | 1127.747 | CT |
| 1287 | 787694.674 | 4721775.33 | 1097.653 | PT |
| 1287 | 787418.152 | 4721779.89 | 1127.452 | CT |
| 1288 | 787683.969 | 4721770.41 | 1097.895 | PT |
| 1288 | 787490.486 | 4721704.19 | 1103.444 | ASF |
| 1289 | 787491.122 | 4721703.09 | 1103.242 | CT |
| 1289 | 787677.685 | 4721765.83 | 1097.244 | PT |
| 1290 | 787675.001 | 4721761.9 | 1096.67 | PT |
| 1290 | 787504.883 | 4721709.58 | 1103.229 | CT |
| 1291 | 787504.038 | 4721710.74 | 1103.416 | ASF |
| 1291 | 787674.336 | 4721761.61 | 1096.755 | CT |
| 1292 | 787521.912 | 4721719.78 | 1103.356 | ASF |
| 1292 | 787676.448 | 4721766.08 | 1097.545 | CT |
| 1293 | 787675.691 | 4721766.38 | 1097.564 | CT |
| 1293 | 787522.806 | 4721718.45 | 1103.145 | CT |
| 1294 | 787683.657 | 4721771.8 | 1098.315 | CT |
| 1294 | 787544.586 | 4721729.92 | 1103.079 | CT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1295 | 787543.968 | 4721730.71 | 1103.258 | ASF |
| 1295 | 787680.091 | 4721773.89 | 1098.281 | CT |
| 1296 | 787699.03 | 4721782.29 | 1099.98 | CT |
| 1296 | 787555.445 | 4721736.56 | 1103.212 | ASF |
| 1297 | 787691.633 | 4721788.17 | 1099.959 | CT |
| 1297 | 787556.444 | 4721735.16 | 1102.991 | CT |
| 1298 | 787555.948 | 4721735.87 | 1103.023 | BAR |
| 1298 | 787697.153 | 4721795.04 | 1100.548 | CT |
| 1299 | 787574.993 | 4721746.18 | 1103.105 | ASF |
| 1299 | 787699.559 | 4721790.9 | 1100.429 | |
| 1300 | 787575.465 | 4721746.02 | 1103 | BAR |
| 1300 | 787703.339 | 4721784.8 | 1100.18 | CT |
| 1301 | 787576.476 | 4721745.32 | 1102.786 | CT |
| 1301 | 787707.397 | 4721787.55 | 1100.773 | CT |
| 1302 | 787625.104 | 4721768.99 | 1102.556 | CT |
| 1302 | 787702.801 | 4721791.88 | 1101.007 | |
| 1303 | 787624.401 | 4721770.1 | 1102.813 | BAR |
| 1303 | 787708.923 | 4721793.22 | 1101.017 | |
| 1304 | 787624.13 | 4721770.6 | 1102.906 | ASF |
| 1304 | 787710.719 | 4721785.67 | 1099.996 | CT |
| 1305 | 787715.11 | 4721786.94 | 1099.695 | CT |
| 1305 | 787640.344 | 4721778.67 | 1102.834 | ASF |
| 1306 | 787641.484 | 4721778.7 | 1102.672 | BAR |
| 1306 | 787718.246 | 4721788.4 | 1099.518 | CT |
| 1307 | 787642.098 | 4721777.65 | 1102.574 | CT |
| 1307 | 787718.38 | 4721790.42 | 1099.603 | CT |
| 1308 | 787663.454 | 4721788.14 | 1102.385 | CT |
| 1308 | 787714.986 | 4721795.28 | 1100.612 | CT |
| 1309 | 787663.132 | 4721789.38 | 1102.566 | BAR |
| 1309 | 787711.569 | 4721796.08 | 1100.926 | CT |
| 1310 | 787710.068 | 4721798.4 | 1101.263 | CT |
| 1310 | 787662.945 | 4721789.91 | 1102.714 | ASF |
| 1311 | 787681.683 | 4721796.73 | 1102.288 | CT |
| 1311 | 787709.734 | 4721802.64 | 1101.748 | CT |
| 1312 | 787681.203 | 4721798.38 | 1102.504 | BAR |
| 1312 | 787713.64 | 4721805.97 | 1102.08 | CT |
| 1313 | 787681.041 | 4721798.88 | 1102.63 | ASF |
| 1313 | 787718.79 | 4721807.74 | 1101.87 | CT |
| 1314 | 787695.702 | 4721805.45 | 1102.447 | BAR |
| 1314 | 787725.02 | 4721808.72 | 1102.003 | CT |
| 1315 | 787729.531 | 4721811.22 | 1101.843 | CT |
| 1315 | 787695.448 | 4721805.78 | 1102.541 | ASF |
| 1316 | 787696.489 | 4721805.09 | 1102.329 | CT |
| 1316 | 787736.699 | 4721813 | 1101.284 | CT |
| 1317 | 787696.785 | 4721806.33 | 1102.496 | ASF |
| 1317 | 787734.063 | 4721807.91 | 1100.104 | CT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1318 | 787736.24 | 4721807.63 | 1100.098 | CT |
| 1318 | 787722.726 | 4721819.14 | 1102.376 | ASF |
| 1319 | 787739.746 | 4721811.19 | 1100.66 | CT |
| 1319 | 787728.26 | 4721822.13 | 1102.375 | ASF |
| 1320 | 787747.012 | 4721816.07 | 1100.539 | CT |
| 1320 | 787735.555 | 4721825.71 | 1102.364 | ASF |
| 1321 | 787736.149 | 4721824.9 | 1102.265 | CT |
| 1321 | 787753.541 | 4721817.16 | 1100.342 | CT |
| 1322 | 787750.134 | 4721832.03 | 1102.21 | CT |
| 1322 | 787757.896 | 4721818.2 | 1099.909 | CT |
| 1323 | 787760.882 | 4721815.61 | 1099.513 | CT |
| 1323 | 787749.866 | 4721832.91 | 1102.271 | ASF |
| 1324 | 787761.369 | 4721810.85 | 1099.183 | CT |
| 1324 | 787766.556 | 4721841.1 | 1102.204 | ASF |
| 1325 | 787767.025 | 4721840.62 | 1102.145 | CT |
| 1326 | 787793.544 | 4721854.52 | 1102.072 | ASF |
| 1326 | 787761.049 | 4721808.73 | 1099.021 | CT |
| 1327 | 787794.063 | 4721854.03 | 1101.988 | CT |
| 1327 | 787762.766 | 4721799.49 | 1098.738 | |
| 1328 | 787814.307 | 4721864.84 | 1102.086 | ASF |
| 1328 | 787736.944 | 4721820.13 | 1101.663 | PT |
| 1329 | 787746.769 | 4721821.68 | 1100.473 | PT |
| 1329 | 787814.869 | 4721864.28 | 1101.917 | CT |
| 1330 | 787757.342 | 4721826.73 | 1099.85 | PT |
| 1330 | 787839.089 | 4721876.76 | 1101.847 | CT |
| 1331 | 787838.72 | 4721877.29 | 1101.993 | ASF |
| 1331 | 787773.443 | 4721834.33 | 1099.686 | PT |
| 1332 | 787781.69 | 4721838.86 | 1099.885 | PT |
| 1332 | 787840.887 | 4721874.25 | 1101.082 | PT |
| 1333 | 787832.986 | 4721869.89 | 1100.489 | PT |
| 1333 | 787788.389 | 4721841.82 | 1099.853 | PT |
| 1334 | 787805.982 | 4721851.02 | 1100.026 | PT |
| 1334 | 787832.071 | 4721868.82 | 1099.624 | PT |
| 1335 | 787832.191 | 4721868.93 | 1100.212 | OF |
| 1335 | 787812.304 | 4721852.9 | 1100.072 | PT |
| 1336 | 787817.324 | 4721855.94 | 1100.052 | PT |
| 1336 | 787831.251 | 4721869.68 | 1100.893 | OF |
| 1337 | 787819.62 | 4721856.43 | 1100.012 | PT |
| 1337 | 787830.197 | 4721869.48 | 1101.01 | OF |
| 1338 | 787826.567 | 4721864.02 | 1099.858 | PT |
| 1338 | 787830.042 | 4721867.79 | 1100.095 | OF |
| 1339 | 787829.953 | 4721866.99 | 1099.588 | PT |
| 1339 | 787828.412 | 4721868.4 | 1100.954 | CT |
| 1340 | 787830.12 | 4721869.2 | 1099.641 | PT |
| 1340 | 787817.606 | 4721858.58 | 1101.32 | CT |
| 1341 | 787831.052 | 4721869.68 | 1099.451 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------------|
| 1341 | 787808.1 | 4721854.99 | 1101.291 | CT |
| 1342 | 787832.502 | 4721868.76 | 1099.65 | PT |
| 1342 | 787788.345 | 4721845.54 | 1101.516 | CT |
| 1343 | 787830.618 | 4721869.5 | 1099.451 | ODT |
| 1343 | 787770.335 | 4721836.81 | 1101.581 | CT |
| 1344 | 787836.007 | 4721859.35 | 1099.852 | |
| 1344 | 787754.521 | 4721828.58 | 1101.383 | CT |
| 1345 | 787808.053 | 4721842.72 | 1099.749 | |
| 1345 | 787746.067 | 4721824.15 | 1101.421 | CT |
| 1346 | 787787.55 | 4721832.13 | 1099.535 | |
| 1346 | 787740.253 | 4721820.93 | 1101.568 | CT |
| 1347 | 787769.287 | 4721825.95 | 1099.607 | |
| 1347 | 787735.407 | 4721820.38 | 1101.729 | CT |
| 1348 | 787717.274 | 4721827.33 | 1101.896 | CUN |
| 1348 | 787729.507 | 4721816 | 1101.979 | |
| 1349 | 787728.503 | 4721781.66 | 1097.88 | |
| 1349 | 787700.295 | 4721819.05 | 1101.766 | CUN |
| 1350 | 787715.05 | 4721774.64 | 1097.557 | |
| 1351 | 787705.884 | 4721771.29 | 1097.332 | |
| 1351 | 787683.279 | 4721810.72 | 1101.864 | CUN |
| 1352 | 787668.851 | 4721803.89 | 1102.035 | CUN |
| 1352 | 787692.164 | 4721767.05 | 1097.771 | |
| 1353 | 787684.817 | 4721763.86 | 1097.719 | |
| 1353 | 787656.061 | 4721797.52 | 1102.185 | CUN |
| 1354 | 787659.054 | 4721792.44 | 1102.794 | EJE |
| 1354 | 787681.017 | 4721759.06 | 1096.797 | |
| 1355 | 787640.654 | 4721783.34 | 1102.863 | EJE |
| 1355 | 787676.467 | 4721752.35 | 1096.338 | |
| 1356 | 787672.199 | 4721761.37 | 1096.621 | PT |
| 1356 | 787617.796 | 4721771.97 | 1102.926 | EJE |
| 1357 | 787596.003 | 4721761.15 | 1103.039 | EJE |
| 1357 | 787669.762 | 4721759.79 | 1096.321 | PT |
| 1358 | 787562.64 | 4721744.66 | 1103.227 | EJE |
| 1358 | 787668.135 | 4721760.23 | 1096.723 | CTESCOMBRO |
| 1359 | 787533.965 | 4721730.38 | 1103.379 | EJE |
| 1359 | 787668.78 | 4721755.62 | 1096.917 | CTESCOMBRO |
| 1360 | 787669.876 | 4721755.68 | 1096.248 | PT |
| 1360 | 787516.804 | 4721721.74 | 1103.456 | EJE |
| 1361 | 787495.889 | 4721711.57 | 1103.533 | EJE |
| 1361 | 787665.557 | 4721748.97 | 1096.976 | CTESCOMBRO |
| 1362 | 787493.506 | 4721714.92 | 1103.502 | ASF |
| 1362 | 787666.512 | 4721748.17 | 1096.141 | PT |
| 1363 | 787522.19 | 4721729.18 | 1103.37 | ASF |
| 1363 | 787659.973 | 4721746.58 | 1096.82 | CTESCOMBRO |
| 1364 | 787547.667 | 4721741.72 | 1103.215 | ASF |
| 1364 | 787660.436 | 4721745.38 | 1096.034 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------------|
| 1365 | 787571.489 | 4721753.48 | 1103.084 | ASF |
| 1365 | 787656.059 | 4721742.7 | 1097.012 | CTESCOMBRO |
| 1366 | 787657.535 | 4721741.63 | 1096.24 | PT |
| 1366 | 787603.467 | 4721769.53 | 1102.894 | ASF |
| 1367 | 787630.88 | 4721783.02 | 1102.846 | ASF |
| 1367 | 787656.664 | 4721737.42 | 1097.3 | CTESCOMBRO |
| 1368 | 787655.198 | 4721795.14 | 1102.707 | ASF |
| 1368 | 787655.732 | 4721736.13 | 1097.194 | CTESCOMBRO |
| 1369 | 787657.401 | 4721739.12 | 1096.403 | PT |
| 1369 | 787688.349 | 4721811.49 | 1102.538 | ASF |
| 1370 | 787658.084 | 4721736.83 | 1096.44 | PT |
| 1370 | 787718.223 | 4721826.11 | 1102.394 | ASF |
| 1371 | 787656.948 | 4721735.06 | 1096.469 | PT |
| 1371 | 787737.828 | 4721835.93 | 1102.292 | ASF |
| 1372 | 787737.137 | 4721836.59 | 1101.812 | CUN |
| 1372 | 787639.196 | 4721727.54 | 1096.516 | PT |
| 1373 | 787637.698 | 4721728.39 | 1097.181 | CTESCOMBRO |
| 1373 | 787731.94 | 4721834.55 | 1101.652 | CUN |
| 1374 | 787624.951 | 4721721.76 | 1097.367 | CTESCOMBRO |
| 1374 | 787724.005 | 4721830.55 | 1101.757 | CUN |
| 1375 | 787723.004 | 4721828.78 | 1102.129 | CT |
| 1375 | 787625.345 | 4721720.35 | 1096.646 | PT |
| 1376 | 787610.753 | 4721712.75 | 1097.084 | CTESCOMBRO |
| 1376 | 787722.732 | 4721830.95 | 1102.082 | CT |
| 1377 | 787729.603 | 4721835.86 | 1102.34 | CT |
| 1377 | 787611.634 | 4721711.61 | 1096.297 | PT |
| 1378 | 787599.209 | 4721705.43 | 1096.954 | CTESCOMBRO |
| 1378 | 787736.948 | 4721837.87 | 1102.228 | CT |
| 1379 | 787733.965 | 4721836.05 | 1101.821 | BAR |
| 1379 | 787601.307 | 4721704.15 | 1095.915 | PT |
| 1380 | 787595.67 | 4721700.68 | 1095.446 | PT |
| 1380 | 787737.415 | 4721837.47 | 1102.057 | CUN |
| 1381 | 787595.209 | 4721703.39 | 1096.823 | CTESCOMBRO |
| 1381 | 787737.853 | 4721836.35 | 1102.26 | HORM |
| 1382 | 787590.547 | 4721704.58 | 1096.663 | CTESCOMBRO |
| 1382 | 787738.062 | 4721835.93 | 1102.282 | ASF |
| 1383 | 787755.598 | 4721844.73 | 1102.222 | ASF |
| 1383 | 787590.788 | 4721703.14 | 1095.939 | PT |
| 1384 | 787755.527 | 4721845.12 | 1102.211 | HORM |
| 1384 | 787585.847 | 4721704.64 | 1096.763 | CTESCOMBRO |
| 1385 | 787585.844 | 4721702.41 | 1095.966 | PT |
| 1385 | 787754.998 | 4721846.1 | 1102.007 | CUN |
| 1386 | 787580.374 | 4721701.17 | 1096.766 | CTESCOMBRO |
| 1386 | 787779.574 | 4721858.34 | 1101.872 | CUN |
| 1387 | 787580.864 | 4721699.67 | 1095.986 | PT |
| 1387 | 787780.564 | 4721857.54 | 1102.089 | HORM |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------------|
| 1388 | 787576.948 | 4721701.72 | 1096.57 | CTESCOMBRO |
| 1388 | 787780.813 | 4721857.21 | 1102.105 | ASF |
| 1389 | 787801.394 | 4721867.57 | 1102.032 | ASF |
| 1389 | 787576.403 | 4721700.54 | 1096.152 | PT |
| 1390 | 787801.296 | 4721867.87 | 1102.042 | HORM |
| 1390 | 787575.022 | 4721700.89 | 1096.56 | CT |
| 1391 | 787800.762 | 4721868.87 | 1101.819 | CUN |
| 1391 | 787575.023 | 4721699.26 | 1095.981 | PT |
| 1392 | 787800.513 | 4721869.01 | 1102.075 | BAR |
| 1392 | 787570.895 | 4721692.35 | 1096.327 | CT |
| 1393 | 787571.609 | 4721692.37 | 1096.012 | PT |
| 1393 | 787837.615 | 4721888.06 | 1101.701 | BAR |
| 1394 | 787569.36 | 4721687.02 | 1095.889 | CT |
| 1394 | 787837.756 | 4721887.67 | 1101.453 | CUN |
| 1395 | 787570.122 | 4721686.4 | 1095.424 | PT |
| 1395 | 787838.406 | 4721886.75 | 1101.676 | HORM |
| 1396 | 787569.103 | 4721683.98 | 1095.308 | PT |
| 1396 | 787838.593 | 4721886.42 | 1101.667 | ASF |
| 1397 | 787838.236 | 4721891.74 | 1101.92 | BOR |
| 1398 | 787838.136 | 4721892.04 | 1101.907 | BAR |
| 1398 | 787561.228 | 4721676.4 | 1095.313 | PT |
| 1399 | 787836.607 | 4721894.69 | 1101.951 | BOR |
| 1400 | 787832.75 | 4721892.77 | 1101.99 | BOR |
| 1400 | 787559.201 | 4721680.82 | 1096.218 | CT |
| 1401 | 787832.281 | 4721893.39 | 1101.962 | BOR |
| 1401 | 787544.123 | 4721670.79 | 1096.768 | CT |
| 1402 | 787545.376 | 4721668.33 | 1095.944 | PT |
| 1402 | 787824.524 | 4721884.38 | 1102.026 | BOR |
| 1403 | 787824.47 | 4721884.44 | 1102.039 | BAR |
| 1403 | 787533.029 | 4721660.25 | 1096.19 | PT |
| 1404 | 787530.503 | 4721662.47 | 1097.057 | CT |
| 1404 | 787822.188 | 4721888.15 | 1102.059 | BOR |
| 1405 | 787520.593 | 4721655.02 | 1097.248 | CT |
| 1405 | 787811.759 | 4721883.07 | 1102.237 | BOR |
| 1406 | 787809.02 | 4721876.57 | 1102.164 | BOR |
| 1406 | 787521.913 | 4721650.83 | 1096.078 | PT |
| 1407 | 787503.154 | 4721646.12 | 1096.352 | PT |
| 1407 | 787808.957 | 4721876.72 | 1102.181 | BAR |
| 1408 | 787783.229 | 4721868.52 | 1102.476 | BOR |
| 1408 | 787499.704 | 4721649.97 | 1097.153 | CT |
| 1409 | 787783.941 | 4721864.14 | 1102.46 | BOR |
| 1409 | 787488.837 | 4721643.53 | 1096.631 | CT |
| 1410 | 787486.132 | 4721639.9 | 1096.29 | PT |
| 1410 | 787783.942 | 4721864.26 | 1102.413 | BAR |
| 1411 | 787750.572 | 4721847.85 | 1102.574 | BAR |
| 1411 | 787527.858 | 4721650.48 | 1095.503 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------|
| 1412 | 787531.859 | 4721648.8 | 1094.704 | |
| 1412 | 787750.562 | 4721847.5 | 1102.557 | BOR |
| 1413 | 787547.123 | 4721661.71 | 1094.998 | |
| 1413 | 787747.313 | 4721850.7 | 1102.606 | BOR |
| 1414 | 787740.907 | 4721847.49 | 1102.666 | BOR |
| 1414 | 787546.541 | 4721665.59 | 1095.592 | |
| 1415 | 787741.608 | 4721842.99 | 1102.58 | BOR |
| 1415 | 787555.473 | 4721670.25 | 1095.418 | |
| 1416 | 787739.974 | 4721847.54 | 1102.647 | PT |
| 1416 | 787557.896 | 4721668.57 | 1095.009 | |
| 1417 | 787730.1 | 4721842.21 | 1102.599 | PT |
| 1417 | 787565.757 | 4721675.31 | 1095.008 | |
| 1418 | 787718.532 | 4721835.64 | 1102.529 | PT |
| 1418 | 787570.068 | 4721677.41 | 1094.905 | |
| 1419 | 787715.954 | 4721831.81 | 1102.376 | PT |
| 1419 | 787580.413 | 4721680.96 | 1094.941 | |
| 1420 | 787717.012 | 4721828.61 | 1102.274 | PT |
| 1420 | 787593.123 | 4721688.24 | 1095.189 | |
| 1421 | 787591.78 | 4721696.03 | 1095.418 | |
| 1421 | 787876.204 | 4722012.77 | 1104.476 | HORM |
| 1422 | 787598.012 | 4721696.58 | 1095.16 | |
| 1422 | 787879.647 | 4722020.73 | 1105.109 | HORM |
| 1423 | 787877.211 | 4722021.42 | 1105.218 | BOR |
| 1423 | 787578.6 | 4721695.69 | 1095.693 | |
| 1424 | 787576.412 | 4721687.56 | 1095.456 | |
| 1424 | 787875.283 | 4722016.31 | 1104.733 | BOR |
| 1425 | 787574.187 | 4721679.55 | 1094.911 | |
| 1425 | 787873.222 | 4722011.65 | 1104.242 | BOR |
| 1426 | 787592.128 | 4721680.63 | 1094.967 | |
| 1426 | 787873.192 | 4722011.64 | 1104.242 | HORM |
| 1427 | 787602.415 | 4721665.88 | 1095.002 | |
| 1427 | 787874.147 | 4722008.41 | 1104.172 | HORM |
| 1428 | 787590.715 | 4721665.59 | 1094.681 | |
| 1428 | 787875.098 | 4722004.73 | 1104.138 | HORM |
| 1429 | 787583.484 | 4721663.3 | 1094.42 | |
| 1429 | 787885.019 | 4722007.97 | 1104.527 | HORM |
| 1430 | 787899.12 | 4722012.02 | 1104.817 | HORM |
| 1430 | 787575.886 | 4721658.43 | 1094.336 | |
| 1431 | 787897.436 | 4722015.97 | 1104.66 | HORM |
| 1431 | 787573.816 | 4721667.7 | 1094.763 | |
| 1432 | 787887.622 | 4722014.42 | 1104.576 | HORM |
| 1432 | 787578.125 | 4721666.78 | 1094.338 | |
| 1433 | 787887.11 | 4722014.63 | 1104.63 | BOR |
| 1433 | 787581.907 | 4721671.95 | 1094.331 | |
| 1434 | 787889.718 | 4722021.56 | 1104.976 | BOR |
| 1434 | 787577.509 | 4721675.7 | 1094.738 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------|
| 1435 | 787586.359 | 4721673.18 | 1094.461 | |
| 1435 | 787887.694 | 4722022.96 | 1105.004 | HORM |
| 1436 | 787887.433 | 4722023.1 | 1104.995 | ASF |
| 1436 | 787595.681 | 4721672.8 | 1094.948 | |
| 1437 | 787884.117 | 4722014.08 | 1104.467 | ASF |
| 1437 | 787609.145 | 4721658.28 | 1095.055 | |
| 1438 | 787884.436 | 4722013.88 | 1104.536 | HORM |
| 1438 | 787614.184 | 4721649.97 | 1094.775 | |
| 1439 | 787880.81 | 4722013.2 | 1104.491 | ASF |
| 1439 | 787616.515 | 4721645.14 | 1094.758 | |
| 1440 | 787622.505 | 4721639.72 | 1095.023 | CT |
| 1440 | 787876.706 | 4722012.54 | 1104.383 | ASF |
| 1441 | 787879.817 | 4722020.49 | 1105.005 | ASF |
| 1441 | 787610.166 | 4721631.95 | 1094.624 | CT |
| 1442 | 787883.032 | 4722014.93 | 1104.576 | TLF |
| 1442 | 787606.03 | 4721636.84 | 1094.407 | |
| 1443 | 787882.74 | 4722014.05 | 1104.528 | TLF |
| 1443 | 787604.606 | 4721623.84 | 1093.534 | CT |
| 1444 | 787883.346 | 4722013.86 | 1104.507 | TLF |
| 1444 | 787598.21 | 4721627.65 | 1094.086 | |
| 1445 | 787883.77 | 4722014.66 | 1104.536 | TLF |
| 1445 | 787604.932 | 4721612.55 | 1091.099 | PT |
| 1446 | 787613.089 | 4721620.48 | 1091.307 | PT |
| 1446 | 787885.372 | 4722013.3 | 1104.53 | RIEG |
| 1447 | 787620.519 | 4721627 | 1091.584 | PT |
| 1447 | 787885.068 | 4722011.35 | 1104.494 | PSAN |
| 1448 | 787626.555 | 4721630.99 | 1091.457 | PT |
| 1448 | 787884.373 | 4722010.32 | 1104.453 | PSAN |
| 1449 | 787634.032 | 4721637.49 | 1091.996 | PT |
| 1449 | 787847.594 | 4721996.76 | 1108.835 | MUR |
| 1450 | 787635.187 | 4721633.8 | 1091.468 | RIO |
| 1450 | 787844.247 | 4721992.22 | 1109.049 | MUR |
| 1451 | 787627.665 | 4721630.66 | 1091.265 | RIO |
| 1451 | 787841.467 | 4721987.87 | 1108.364 | MUR |
| 1452 | 787823.164 | 4721950.41 | 1108.812 | MUR |
| 1452 | 787623.328 | 4721627.71 | 1091.267 | RIO |
| 1453 | 787241.419 | 4721317.17 | 1090.105 | PTA |
| 1453 | 787617.892 | 4721620.19 | 1091.16 | RIO |
| 1454 | 787239.416 | 4721314.85 | 1090.087 | PTA |
| 1454 | 787613.171 | 4721609.63 | 1090.929 | RIO |
| 1455 | 787232.843 | 4721312.23 | 1089.076 | ED |
| 1455 | 787591.074 | 4721639.17 | 1094.189 | |
| 1456 | 787226.261 | 4721316.28 | 1088.47 | ED |
| 1456 | 787601.37 | 4721655.11 | 1094.92 | |
| 1457 | 787594.868 | 4721660.78 | 1094.765 | |
| 1457 | 787226.676 | 4721316.68 | 1088.63 | VAL |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1458 | 787587.169 | 4721655.76 | 1094.5 | |
| 1458 | 787224.794 | 4721320.7 | 1089.087 | VAL |
| 1459 | 787576.156 | 4721649.25 | 1094.279 | |
| 1459 | 787223.358 | 4721324.12 | 1089.915 | VAL |
| 1460 | 787218.357 | 4721332.74 | 1089.178 | VAL |
| 1460 | 787567.251 | 4721647.58 | 1094.102 | PT |
| 1461 | 787566.625 | 4721647.69 | 1094.644 | CT |
| 1461 | 787223.807 | 4721337.3 | 1088.837 | VAL |
| 1462 | 787567.466 | 4721654.01 | 1094.66 | CT |
| 1462 | 787227.341 | 4721340.66 | 1089.084 | VAL |
| 1463 | 787568.176 | 4721654.25 | 1094.097 | PT |
| 1463 | 787233.283 | 4721337.48 | 1090.278 | VAL |
| 1464 | 787239.409 | 4721334.18 | 1090.325 | VAL |
| 1464 | 787570.784 | 4721658.22 | 1094.591 | CT |
| 1465 | 787241.203 | 4721331.04 | 1090.278 | VAL |
| 1465 | 787571.426 | 4721657.89 | 1094.135 | PT |
| 1466 | 787570.653 | 4721662.54 | 1094.438 | CT |
| 1466 | 787241.846 | 4721327.64 | 1090.162 | VAL |
| 1467 | 787571.953 | 4721662.71 | 1094.122 | PT |
| 1467 | 787241.683 | 4721319.26 | 1090.093 | VAL |
| 1468 | 787241.586 | 4721317.43 | 1090.115 | VAL |
| 1468 | 787570.188 | 4721671.84 | 1094.78 | CT |
| 1469 | 787571.139 | 4721671.92 | 1094.588 | PT |
| 1469 | 787228.745 | 4721310.46 | 1088.699 | ED |
| 1470 | 787228.344 | 4721305.96 | 1089.442 | PT |
| 1470 | 787569.458 | 4721677.62 | 1094.973 | CT |
| 1471 | 787569.955 | 4721677.3 | 1094.964 | PT |
| 1471 | 787211.129 | 4721318.38 | 1086.739 | PT |
| 1472 | 787200.441 | 4721323.64 | 1086.114 | PT |
| 1472 | 787567.599 | 4721666.16 | 1094.582 | |
| 1473 | 787568.332 | 4721659.21 | 1094.554 | |
| 1473 | 787190.228 | 4721326.88 | 1087.033 | PT |
| 1474 | 787185.687 | 4721327.06 | 1088.127 | PT |
| 1474 | 787560.588 | 4721652.13 | 1094.545 | |
| 1475 | 787555.86 | 4721655.31 | 1094.462 | |
| 1475 | 787178.34 | 4721329.95 | 1087.553 | PT |
| 1476 | 787177.733 | 4721330.17 | 1087.641 | MUR |
| 1476 | 787559.047 | 4721665.97 | 1094.824 | |
| 1477 | 787174.198 | 4721328.68 | 1089.06 | MUR |
| 1477 | 787519.173 | 4721664.79 | 1098.144 | |
| 1478 | 787513.444 | 4721665.06 | 1098.962 | |
| 1478 | 787170.932 | 4721327.08 | 1090.254 | MUR |
| 1479 | 787180.857 | 4721330.73 | 1087.768 | CT |
| 1479 | 787513.41 | 4721665.08 | 1098.977 | |
| 1480 | 787512.73 | 4721665.94 | 1098.973 | CT |
| 1480 | 787184.459 | 4721332.44 | 1087.831 | CT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1481 | 787192.294 | 4721336.02 | 1087.947 | CT |
| 1481 | 787512.414 | 4721666.56 | 1098.78 | CUN |
| 1482 | 787198.896 | 4721339.54 | 1086.954 | CT |
| 1482 | 787511.246 | 4721667.67 | 1099.289 | CT |
| 1483 | 787201.353 | 4721341.28 | 1087.206 | CT |
| 1483 | 787524.138 | 4721671.61 | 1098.186 | |
| 1484 | 787203.569 | 4721338.52 | 1087.268 | CT |
| 1484 | 787520.304 | 4721674.91 | 1098.995 | CT |
| 1485 | 787519.774 | 4721675.33 | 1098.817 | CUN |
| 1485 | 787202.012 | 4721335.17 | 1087.529 | CT |
| 1486 | 787518.691 | 4721675.87 | 1099.268 | CT |
| 1486 | 787198.656 | 4721334.6 | 1088.16 | CT |
| 1487 | 787528.39 | 4721685.93 | 1099.387 | CT |
| 1487 | 787191.177 | 4721331.18 | 1087.969 | CT |
| 1488 | 787529.334 | 4721685.22 | 1098.905 | CUN |
| 1488 | 787186.588 | 4721328.1 | 1087.961 | CT |
| 1489 | 787530.25 | 4721684.73 | 1099.016 | CT |
| 1489 | 787189.024 | 4721328.03 | 1086.778 | PT |
| 1490 | 787541.062 | 4721696.68 | 1099.019 | CT |
| 1490 | 787195.54 | 4721330.42 | 1085.937 | PT |
| 1491 | 787540.474 | 4721696.95 | 1098.898 | CUN |
| 1491 | 787199.929 | 4721331.85 | 1086.094 | PT |
| 1492 | 787200.975 | 4721333.1 | 1086.488 | ED |
| 1492 | 787539.326 | 4721697.69 | 1099.435 | CT |
| 1493 | 787541.373 | 4721701.47 | 1099.836 | ARBOL |
| 1493 | 787200.58 | 4721328.52 | 1085.924 | ED |
| 1494 | 787544.287 | 4721703.09 | 1099.442 | CT |
| 1494 | 787206.359 | 4721327.44 | 1086.678 | ED |
| 1495 | 787545.282 | 4721702.39 | 1098.915 | CUN |
| 1495 | 787207.157 | 4721332.1 | 1086.345 | ED |
| 1496 | 787204.255 | 4721333.56 | 1086.02 | PT |
| 1496 | 787546.173 | 4721701.99 | 1099.081 | CT |
| 1497 | 787205.1 | 4721335.33 | 1085.964 | PT |
| 1497 | 787556.677 | 4721716.38 | 1099.367 | CT |
| 1498 | 787224.849 | 4721292.41 | 1090.245 | |
| 1498 | 787558.005 | 4721716.14 | 1098.922 | CUN |
| 1499 | 787222.38 | 4721288.9 | 1090.284 | ASF |
| 1499 | 787559.097 | 4721715.64 | 1099.06 | CT |
| 1500 | 787222.334 | 4721288.77 | 1090.356 | BOR |
| 1500 | 787564.718 | 4721721.72 | 1099.075 | CT |
| 1501 | 787220 | 4721291.57 | 1090.29 | BOR |
| 1501 | 787564.068 | 4721722.14 | 1099.133 | CUN |
| 1502 | 787220.044 | 4721291.73 | 1090.208 | ASF |
| 1502 | 787565.032 | 4721722.87 | 1099.133 | CT |
| 1503 | 787564.061 | 4721723.51 | 1099.28 | CT |
| 1503 | 787220.119 | 4721294.75 | 1090.213 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1504 | 787207.135 | 4721300.89 | 1090.327 | |
| 1504 | 787575.49 | 4721727.71 | 1098.531 | |
| 1505 | 787205.903 | 4721298.56 | 1090.186 | ASF |
| 1505 | 787567.361 | 4721720.39 | 1098.581 | |
| 1506 | 787557.718 | 4721706.23 | 1098.206 | |
| 1506 | 787205.835 | 4721298.42 | 1090.293 | BOR |
| 1507 | 787186.418 | 4721307.47 | 1090.319 | BOR |
| 1507 | 787544.472 | 4721693.17 | 1098.296 | |
| 1508 | 787186.463 | 4721307.67 | 1090.219 | ASF |
| 1508 | 787532.121 | 4721681.62 | 1098.479 | |
| 1509 | 787187.273 | 4721310.31 | 1090.267 | |
| 1509 | 787528.269 | 4721670.54 | 1097.812 | |
| 1510 | 787542.589 | 4721679.48 | 1097.276 | |
| 1510 | 787175.108 | 4721316.45 | 1090.287 | |
| 1511 | 787173.561 | 4721313.89 | 1090.254 | ASF |
| 1511 | 787554.829 | 4721690.19 | 1096.947 | |
| 1512 | 787173.497 | 4721313.82 | 1090.352 | BOR |
| 1512 | 787566.702 | 4721702.32 | 1097.063 | |
| 1513 | 787168.026 | 4721317.93 | 1090.282 | ASF |
| 1513 | 787577.06 | 4721707.13 | 1096.863 | |
| 1514 | 787167.937 | 4721317.78 | 1090.385 | BOR |
| 1514 | 787589.012 | 4721720.22 | 1097.114 | |
| 1515 | 787169.701 | 4721320.15 | 1090.28 | |
| 1515 | 787597.076 | 4721727.73 | 1097.27 | |
| 1516 | 787165.421 | 4721325.44 | 1090.278 | |
| 1516 | 787612.701 | 4721737.05 | 1097.166 | |
| 1517 | 787163.816 | 4721322.73 | 1090.255 | ASF |
| 1517 | 787628.967 | 4721744.55 | 1097.028 | |
| 1518 | 787163.671 | 4721322.71 | 1090.345 | BOR |
| 1518 | 787641.099 | 4721750.21 | 1097.108 | |
| 1519 | 787160.413 | 4721328.38 | 1090.369 | BOR |
| 1519 | 787650.025 | 4721757.95 | 1097.422 | |
| 1520 | 787160.547 | 4721328.4 | 1090.299 | ASF |
| 1520 | 787657.787 | 4721759.44 | 1097.083 | |
| 1521 | 787162.705 | 4721330.2 | 1090.293 | |
| 1521 | 787664.374 | 4721763.17 | 1097.213 | |
| 1522 | 787668.91 | 4721768.36 | 1097.764 | |
| 1522 | 787152.523 | 4721348.64 | 1090.286 | |
| 1523 | 787671.953 | 4721772.76 | 1098.292 | |
| 1523 | 787150 | 4721347.52 | 1090.287 | ASF |
| 1524 | 787149.854 | 4721347.44 | 1090.376 | BOR |
| 1524 | 787673.447 | 4721775.89 | 1099.327 | |
| 1525 | 787148.418 | 4721349.99 | 1090.358 | BOR |
| 1525 | 787550.925 | 4721714.82 | 1099.622 | |
| 1526 | 787148.55 | 4721350.04 | 1090.25 | ASF |
| 1526 | 787544.984 | 4721713.33 | 1100.299 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1527 | 787537.516 | 4721702.07 | 1100.008 | |
| 1527 | 787150.961 | 4721351.61 | 1090.246 | |
| 1528 | 787141.209 | 4721362.73 | 1089.857 | |
| 1528 | 787532.393 | 4721704.2 | 1100.789 | |
| 1529 | 787530.066 | 4721692.95 | 1099.992 | |
| 1529 | 787139.609 | 4721360.48 | 1089.88 | ASF |
| 1530 | 787139.518 | 4721360.36 | 1089.932 | BOR |
| 1530 | 787526.56 | 4721694.06 | 1100.616 | |
| 1531 | 787127.891 | 4721372.44 | 1089.417 | BOR |
| 1531 | 787522.402 | 4721697.1 | 1101.159 | |
| 1532 | 787512.114 | 4721692.37 | 1101.697 | |
| 1532 | 787127.956 | 4721372.57 | 1089.28 | ASF |
| 1533 | 787129.754 | 4721374.76 | 1089.285 | |
| 1533 | 787502.255 | 4721687.61 | 1101.935 | |
| 1534 | 787116.109 | 4721384.85 | 1088.74 | BOR |
| 1534 | 787491.514 | 4721683.33 | 1101.663 | |
| 1535 | 787116.168 | 4721384.98 | 1088.643 | ASF |
| 1535 | 787479.342 | 4721677.02 | 1101.736 | |
| 1536 | 787464.879 | 4721669.89 | 1102.075 | |
| 1536 | 787117.874 | 4721387.42 | 1088.727 | |
| 1537 | 787110.626 | 4721395.93 | 1088.37 | |
| 1537 | 787449.3 | 4721663.44 | 1101.995 | |
| 1538 | 787433.77 | 4721657.15 | 1101.843 | |
| 1538 | 787107.977 | 4721393.6 | 1088.233 | ASF |
| 1539 | 787107.83 | 4721393.5 | 1088.326 | BOR |
| 1539 | 787420.037 | 4721647.95 | 1101.427 | |
| 1540 | 787106.762 | 4721399.92 | 1088.181 | |
| 1540 | 787411.475 | 4721641.39 | 1101.372 | |
| 1541 | 787101.618 | 4721398.62 | 1087.98 | ASF |
| 1541 | 787402.611 | 4721638.57 | 1100.944 | |
| 1542 | 787393.431 | 4721632.83 | 1100.608 | |
| 1542 | 787101.5 | 4721398.51 | 1088.103 | BOR |
| 1543 | 787095.337 | 4721400.9 | 1087.779 | BOR |
| 1543 | 787384.136 | 4721627.22 | 1099.883 | |
| 1544 | 787095.322 | 4721401.05 | 1087.675 | ASF |
| 1544 | 787376.027 | 4721624.67 | 1099.236 | |
| 1545 | 787087.777 | 4721402.17 | 1087.303 | ASF |
| 1545 | 787396.495 | 4721627.83 | 1099.886 | |
| 1546 | 787403.583 | 4721631.43 | 1099.866 | |
| 1546 | 787087.765 | 4721402.07 | 1087.403 | BOR |
| 1547 | 787411.961 | 4721634.82 | 1100.152 | |
| 1547 | 787087.549 | 4721404.94 | 1087.383 | |
| 1548 | 787418.124 | 4721638.38 | 1100.051 | |
| 1548 | 787089.701 | 4721409.09 | 1087.408 | ASF |
| 1549 | 787433.168 | 4721646.67 | 1100.319 | |
| 1549 | 787089.588 | 4721409.31 | 1087.48 | BOR |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1550 | 787088.933 | 4721410.96 | 1087.494 | BOR |
| 1550 | 787437.099 | 4721649.21 | 1100.164 | |
| 1551 | 787439.815 | 4721647.38 | 1099.955 | |
| 1552 | 787443.85 | 4721646.63 | 1099.545 | |
| 1552 | 787089.068 | 4721411.02 | 1087.408 | ASF |
| 1553 | 787451.873 | 4721650.76 | 1099.856 | |
| 1553 | 787088.381 | 4721413.32 | 1087.373 | ASF |
| 1554 | 787088.233 | 4721413.02 | 1087.448 | BOR |
| 1554 | 787450.702 | 4721654.01 | 1100.624 | |
| 1555 | 787449.522 | 4721657.57 | 1101.074 | |
| 1555 | 787083.857 | 4721409.58 | 1087.24 | BOR |
| 1556 | 787083.501 | 4721409.44 | 1087.169 | ASF |
| 1556 | 787461.575 | 4721660.24 | 1101.07 | |
| 1557 | 787083.613 | 4721409.34 | 1087.189 | ASF |
| 1557 | 787475.366 | 4721668.2 | 1100.984 | |
| 1558 | 787085.963 | 4721409.6 | 1087.271 | ASF |
| 1558 | 787487.351 | 4721672.79 | 1100.446 | |
| 1559 | 787499.605 | 4721681.35 | 1100.96 | |
| 1559 | 787086.011 | 4721409.71 | 1087.344 | BOR |
| 1560 | 787506.297 | 4721682.8 | 1101.007 | |
| 1560 | 787090.956 | 4721411.71 | 1087.469 | |
| 1561 | 787092.894 | 4721414.67 | 1087.583 | ASF |
| 1561 | 787508.391 | 4721677.26 | 1100.233 | |
| 1562 | 787506.729 | 4721673.26 | 1099.753 | |
| 1562 | 787093.058 | 4721414.51 | 1087.664 | BOR |
| 1563 | 787094.189 | 4721411.2 | 1087.711 | BOR |
| 1563 | 787511.203 | 4721672.33 | 1099.527 | |
| 1564 | 787518.674 | 4721680.89 | 1099.703 | |
| 1564 | 787094.067 | 4721411.06 | 1087.597 | ASF |
| 1565 | 787096.059 | 4721407.71 | 1087.586 | ASF |
| 1565 | 787517.161 | 4721686.53 | 1100.596 | |
| 1566 | 787529.313 | 4721693.62 | 1100.186 | |
| 1566 | 787096.127 | 4721407.81 | 1087.826 | BOR |
| 1567 | 787510.789 | 4721667.28 | 1099.177 | CT |
| 1567 | 787100.906 | 4721404.83 | 1087.979 | BOR |
| 1568 | 787100.834 | 4721404.72 | 1087.861 | ASF |
| 1568 | 787501.494 | 4721667.1 | 1099.108 | CT |
| 1569 | 787492.671 | 4721666.11 | 1099.201 | CT |
| 1569 | 787104.49 | 4721402.36 | 1088.145 | BOR |
| 1570 | 787483.877 | 4721663.72 | 1099.414 | CT |
| 1570 | 787104.638 | 4721402.01 | 1088.06 | ASF |
| 1571 | 787478.165 | 4721660.44 | 1099.488 | CT |
| 1571 | 787104.834 | 4721402.2 | 1088.067 | ASF |
| 1572 | 787102.546 | 4721405.8 | 1087.94 | ASF |
| 1572 | 787473.407 | 4721655.44 | 1099.173 | CT |
| 1573 | 787102.382 | 4721405.85 | 1088.054 | BOR |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------|
| 1573 | 787463.258 | 4721649.91 | 1099.171 | CT |
| 1574 | 787100.427 | 4721409.65 | 1087.97 | BOR |
| 1574 | 787456.542 | 4721646.46 | 1099.072 | CT |
| 1575 | 787100.548 | 4721409.68 | 1087.918 | ASF |
| 1575 | 787447.171 | 4721644.88 | 1099.182 | CT |
| 1576 | 787098.803 | 4721411.84 | 1087.827 | ASF |
| 1576 | 787439.306 | 4721644.78 | 1099.364 | CT |
| 1577 | 787098.711 | 4721411.76 | 1087.916 | BOR |
| 1577 | 787434.22 | 4721643.3 | 1099.593 | CT |
| 1578 | 787425.007 | 4721638.43 | 1099.521 | CT |
| 1578 | 787095.092 | 4721413.7 | 1087.82 | BOR |
| 1579 | 787417.442 | 4721634.37 | 1099.223 | CT |
| 1580 | 787413.251 | 4721631.74 | 1099.483 | CT |
| 1580 | 787093.105 | 4721414.54 | 1087.582 | ASF |
| 1581 | 787095.773 | 4721416.57 | 1087.703 | |
| 1581 | 787402.19 | 4721627.08 | 1099.191 | CT |
| 1582 | 787393.089 | 4721624.28 | 1099.28 | CT |
| 1582 | 787095.329 | 4721419.06 | 1087.706 | ASF |
| 1583 | 787386.38 | 4721622.75 | 1099.187 | CT |
| 1583 | 787095.608 | 4721419.14 | 1087.789 | BOR |
| 1584 | 787379.902 | 4721622.68 | 1099.045 | CT |
| 1584 | 787097.455 | 4721418.3 | 1087.874 | BOR |
| 1585 | 787374.267 | 4721622.03 | 1098.814 | CT |
| 1585 | 787097.456 | 4721418.12 | 1087.792 | ASF |
| 1586 | 787375.788 | 4721619.49 | 1098.78 | CT |
| 1586 | 787099.392 | 4721417.06 | 1087.931 | BOR |
| 1587 | 787099.42 | 4721416.93 | 1087.847 | ASF |
| 1587 | 787384.128 | 4721619.07 | 1098.732 | CT |
| 1588 | 787099.535 | 4721417.01 | 1087.868 | ASF |
| 1588 | 787387.316 | 4721620.21 | 1098.769 | CT |
| 1589 | 787099.342 | 4721419.34 | 1087.857 | ASF |
| 1589 | 787394.693 | 4721622.05 | 1098.801 | CT |
| 1590 | 787099.182 | 4721419.35 | 1087.942 | BOR |
| 1590 | 787395.195 | 4721623.03 | 1098.548 | CUN |
| 1591 | 787387.425 | 4721621.04 | 1098.5 | CUN |
| 1591 | 787099.41 | 4721422.11 | 1087.956 | BOR |
| 1592 | 787380.302 | 4721620.98 | 1098.5 | CUN |
| 1592 | 787099.608 | 4721422.3 | 1087.917 | ASF |
| 1593 | 787098.061 | 4721420.96 | 1087.895 | BOR |
| 1593 | 787375.996 | 4721621.02 | 1098.639 | CUN |
| 1594 | 787376.904 | 4721616.3 | 1098.848 | CASA |
| 1595 | 787097.984 | 4721421.04 | 1087.844 | ASF |
| 1595 | 787362.76 | 4721612.33 | 1098.216 | CASA |
| 1596 | 787355.109 | 4721610.58 | 1096.96 | CASA |
| 1596 | 787103.364 | 4721425.43 | 1088.119 | |
| 1597 | 787356.078 | 4721605.63 | 1096.937 | CASA |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|------|
| 1597 | 787103.328 | 4721419.68 | 1088.014 | |
| 1598 | 787103.918 | 4721411.82 | 1087.968 | |
| 1598 | 787349.661 | 4721603.93 | 1095.83 | CASA |
| 1599 | 787107.154 | 4721403.5 | 1088.151 | |
| 1599 | 787353.658 | 4721588.85 | 1094.597 | CASA |
| 1600 | 787105.849 | 4721393.35 | 1088.317 | FARP |
| 1600 | 787350.129 | 4721589.87 | 1094.293 | PT |
| 1601 | 787345.724 | 4721596.44 | 1094.672 | PT |
| 1601 | 787101.802 | 4721387.66 | 1088.214 | CT |
| 1602 | 787345.998 | 4721603.47 | 1095.349 | PT |
| 1602 | 787113.105 | 4721385.97 | 1088.669 | FARP |
| 1603 | 787116.622 | 4721373.88 | 1089.104 | CT |
| 1603 | 787349.757 | 4721609.36 | 1096.398 | PT |
| 1604 | 787119.627 | 4721378.62 | 1089.149 | FARP |
| 1604 | 787354.519 | 4721612.38 | 1096.87 | PT |
| 1605 | 787126.781 | 4721371.52 | 1089.365 | FARP |
| 1605 | 787361.652 | 4721615.11 | 1097.774 | PT |
| 1606 | 787127.834 | 4721361.34 | 1089.639 | CT |
| 1606 | 787367.389 | 4721616.72 | 1098.126 | PT |
| 1607 | 787132.775 | 4721356.61 | 1089.762 | CT |
| 1607 | 787371.528 | 4721620.23 | 1098.459 | PT |
| 1608 | 787372.981 | 4721622.63 | 1098.826 | PT |
| 1608 | 787140.632 | 4721357 | 1090.181 | FARP |
| 1609 | 787140.885 | 4721351.62 | 1090.015 | CT |
| 1609 | 787356.555 | 4721623.45 | 1098.392 | CT |
| 1610 | 787146.976 | 4721349.93 | 1090.263 | CT |
| 1610 | 787362.277 | 4721626.84 | 1099.062 | CT |
| 1611 | 787147.052 | 4721349.5 | 1090.432 | HORM |
| 1611 | 787372.307 | 4721633.43 | 1099.884 | CT |
| 1612 | 787147.546 | 4721348.77 | 1090.414 | BAR |
| 1612 | 787376.36 | 4721631.59 | 1099.95 | |
| 1613 | 787385.001 | 4721641.46 | 1101.202 | CT |
| 1613 | 787154.87 | 4721335.55 | 1090.339 | FARP |
| 1614 | 787388.608 | 4721638.44 | 1100.868 | |
| 1614 | 787162.205 | 4721322.6 | 1090.369 | BAR |
| 1615 | 787162.646 | 4721321.77 | 1090.213 | HORM |
| 1615 | 787406.052 | 4721654.13 | 1102.088 | CT |
| 1616 | 787409.081 | 4721650.11 | 1101.752 | |
| 1616 | 787163.658 | 4721322.3 | 1090.318 | RIEG |
| 1617 | 787430.702 | 4721662.54 | 1102.214 | |
| 1617 | 787170.574 | 4721327.37 | 1090.241 | HORM |
| 1618 | 787428.303 | 4721666.18 | 1102.589 | CT |
| 1618 | 787162.943 | 4721340.14 | 1090.263 | FARP |
| 1619 | 787155.012 | 4721354.05 | 1090.188 | HORM |
| 1619 | 787445.886 | 4721676.19 | 1102.655 | CT |
| 1620 | 787449.666 | 4721671.01 | 1102.342 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1620 | 787155.724 | 4721353.34 | 1089.929 | MUR |
| 1621 | 787468.722 | 4721681.45 | 1102.468 | |
| 1621 | 787160.353 | 4721356.54 | 1088.183 | MUR |
| 1622 | 787467.165 | 4721686.84 | 1102.817 | CT |
| 1622 | 787163.779 | 4721358.88 | 1086.923 | MUR |
| 1623 | 787163.428 | 4721359.48 | 1086.919 | MUR |
| 1623 | 787485.705 | 4721696.16 | 1102.772 | CT |
| 1624 | 787159.487 | 4721356.66 | 1088.35 | MUR |
| 1624 | 787487.533 | 4721691.81 | 1102.443 | |
| 1625 | 787155.433 | 4721353.81 | 1089.936 | MUR |
| 1625 | 787488.978 | 4721697.74 | 1102.852 | CT |
| 1626 | 787163.057 | 4721359.62 | 1087.056 | MUR |
| 1626 | 787493.254 | 4721699.85 | 1102.774 | CT |
| 1627 | 787506.005 | 4721706.44 | 1102.807 | CT |
| 1627 | 787155.917 | 4721367.83 | 1087.31 | MUR |
| 1628 | 787516.861 | 4721712.24 | 1102.73 | CT |
| 1628 | 787151.463 | 4721372.85 | 1087.15 | MUR |
| 1629 | 787486.364 | 4721697.44 | 1102.74 | CUN |
| 1629 | 787149.805 | 4721371.27 | 1088.09 | CT |
| 1630 | 787484.893 | 4721700.07 | 1103.269 | CT |
| 1630 | 787146.264 | 4721374.34 | 1088.886 | CT |
| 1631 | 787469.342 | 4721689 | 1102.496 | CUN |
| 1631 | 787140.018 | 4721381.11 | 1089.131 | CT |
| 1632 | 787467.37 | 4721691.59 | 1103.074 | CT |
| 1632 | 787156.324 | 4721381.17 | 1086.284 | |
| 1633 | 787445.68 | 4721680.59 | 1102.597 | CT |
| 1633 | 787150.054 | 4721395.93 | 1086.353 | |
| 1634 | 787144.904 | 4721405.92 | 1086.415 | |
| 1634 | 787446.702 | 4721677.79 | 1101.995 | CUN |
| 1635 | 787139.801 | 4721414.69 | 1086.24 | |
| 1635 | 787429.407 | 4721669.19 | 1101.296 | CUN |
| 1636 | 787427.634 | 4721671.47 | 1102.03 | CT |
| 1636 | 787132.9 | 4721423.75 | 1086.721 | |
| 1637 | 787406.193 | 4721656.93 | 1100.494 | CUN |
| 1637 | 787117.13 | 4721438.63 | 1088.793 | ASF |
| 1638 | 787404.38 | 4721658.88 | 1101.353 | CT |
| 1638 | 787106.16 | 4721429.49 | 1088.242 | ASF |
| 1639 | 787384.841 | 4721646.91 | 1100.493 | CT |
| 1639 | 787093.616 | 4721419.41 | 1087.736 | ASF |
| 1640 | 787385.949 | 4721644.53 | 1099.671 | CUN |
| 1640 | 787076.336 | 4721405.94 | 1087.034 | ASF |
| 1641 | 787372.028 | 4721635.18 | 1098.939 | CUN |
| 1641 | 787072.992 | 4721408.75 | 1087.096 | |
| 1642 | 787070.293 | 4721411.92 | 1087.002 | ASF |
| 1642 | 787370.037 | 4721637.22 | 1099.865 | CT |
| 1643 | 787082.297 | 4721421.39 | 1087.526 | ASF |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1643 | 787362.833 | 4721628.97 | 1098.582 | CUN |
| 1644 | 787085.476 | 4721418.6 | 1087.638 | |
| 1644 | 787360.894 | 4721631.02 | 1099.474 | CT |
| 1645 | 787099.805 | 4721430.22 | 1088.283 | |
| 1645 | 787356.033 | 4721624.01 | 1098.233 | CUN |
| 1646 | 787097.971 | 4721433.83 | 1088.219 | ASF |
| 1646 | 787354.38 | 4721625.72 | 1099.053 | CT |
| 1647 | 787115.94 | 4721448.36 | 1089.003 | ASF |
| 1647 | 787351.536 | 4721622.68 | 1098.708 | CT |
| 1648 | 787352.936 | 4721622.18 | 1098.484 | CT |
| 1648 | 787118.716 | 4721445.46 | 1089.086 | |
| 1649 | 787237.765 | 4721295.35 | 1090.349 | PSAN |
| 1649 | 787355.133 | 4721622.67 | 1098.391 | CT |
| 1650 | 787351.598 | 4721624.78 | 1099.146 | ASFAL |
| 1651 | 787354.375 | 4721626.69 | 1099.284 | ASFAL |
| 1652 | 787352.308 | 4721630.36 | 1099.459 | EJE |
| 1653 | 787349.935 | 4721633.62 | 1099.563 | ASFAL |
| 1654 | 787361.3 | 4721631.72 | 1099.615 | ASFAL |
| 1655 | 787359.125 | 4721635.21 | 1099.759 | EJE |
| 1656 | 787356.697 | 4721638.38 | 1099.862 | ASFAL |
| 1657 | 787364.422 | 4721643.82 | 1100.219 | ASFAL |
| 1658 | 787366.775 | 4721640.49 | 1100.085 | EJE |
| 1659 | 787369.341 | 4721637.2 | 1099.943 | ASFAL |
| 1660 | 787385.15 | 4721647.56 | 1100.6 | ASFAL |
| 1661 | 787382.896 | 4721651.05 | 1100.763 | EJE |
| 1662 | 787380.886 | 4721654.62 | 1100.906 | ASFAL |
| 1663 | 787398.428 | 4721665.55 | 1101.61 | ASFAL |
| 1664 | 787400.555 | 4721661.97 | 1101.503 | EJE |
| 1665 | 787402.671 | 4721658.34 | 1101.353 | ASFAL |
| 1666 | 787404.734 | 4721659.57 | 1101.433 | ASFAL |
| 1667 | 787427.709 | 4721672.45 | 1102.288 | ASFAL |
| 1668 | 787425.786 | 4721676.38 | 1102.422 | EJE |
| 1669 | 787424.056 | 4721679.98 | 1102.516 | ASFAL |
| 1670 | 787442.405 | 4721689.41 | 1103.042 | ASFAL |
| 1671 | 787444.103 | 4721685.89 | 1102.983 | EJE |
| 1672 | 787445.971 | 4721682.09 | 1102.848 | ASFAL |
| 1673 | 787467.507 | 4721692.81 | 1103.293 | ASFAL |
| 1674 | 787465.923 | 4721696.7 | 1103.375 | EJE |
| 1675 | 787464.43 | 4721700.6 | 1103.407 | ASFAL |
| 1676 | 787482.216 | 4721709.34 | 1103.489 | ASFAL |
| 1677 | 787483.587 | 4721705.37 | 1103.499 | EJE |
| 1678 | 787485.43 | 4721701.72 | 1103.423 | ASFAL |
| 1679 | 787484.382 | 4721711.95 | 1103.244 | CUN |
| 1680 | 787466.168 | 4721703.16 | 1103.019 | CUN |
| 1681 | 787442.925 | 4721691.45 | 1102.6 | CUN |
| 1682 | 787424.266 | 4721681.76 | 1102.073 | CUN |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1683 | 787398.134 | 4721667.42 | 1101.062 | CUN |
| 1684 | 787380.386 | 4721656.79 | 1100.304 | CUN |
| 1685 | 787364.58 | 4721646.41 | 1099.608 | CUN |
| 1686 | 787354.496 | 4721639.14 | 1099.259 | CUN |
| 1687 | 787339.166 | 4721628.6 | 1098.449 | CUN |
| 1688 | 787341.741 | 4721627.62 | 1099.243 | ASFAL |
| 1689 | 787323.71 | 4721614.12 | 1098.35 | ASFAL |
| 1690 | 787326.677 | 4721611.13 | 1098.332 | EJE |
| 1691 | 787306.372 | 4721600.33 | 1097.513 | ASFAL |
| 1692 | 787308.683 | 4721596.99 | 1097.524 | EJE |
| 1693 | 787288.642 | 4721586.24 | 1096.648 | ASFAL |
| 1694 | 787291.176 | 4721583.11 | 1096.716 | EJE |
| 1695 | 787271.634 | 4721572.67 | 1095.931 | ASFAL |
| 1696 | 787274.043 | 4721569.41 | 1095.972 | EJE |
| 1697 | 787253.731 | 4721558.28 | 1095.137 | ASFAL |
| 1698 | 787256.356 | 4721555.15 | 1095.187 | EJE |
| 1699 | 787236.582 | 4721544.6 | 1094.356 | ASFAL |
| 1700 | 787238.937 | 4721541.19 | 1094.402 | EJE |
| 1701 | 787219.038 | 4721530.53 | 1093.563 | ASFAL |
| 1702 | 787221.481 | 4721527.22 | 1093.631 | EJE |
| 1703 | 787201.566 | 4721516.52 | 1092.843 | ASFAL |
| 1704 | 787204.355 | 4721513.47 | 1092.91 | EJE |
| 1705 | 787186.266 | 4721499.11 | 1092.125 | EJE |
| 1706 | 787183.741 | 4721502.36 | 1092.046 | ASFAL |
| 1707 | 787166.28 | 4721488.47 | 1091.284 | ASFAL |
| 1708 | 787168.617 | 4721484.96 | 1091.336 | EJE |
| 1709 | 787147.282 | 4721473.27 | 1090.435 | ASFAL |
| 1710 | 787149.739 | 4721469.95 | 1090.471 | EJE |
| 1711 | 787129.496 | 4721459.04 | 1089.673 | ASFAL |
| 1712 | 787131.942 | 4721455.69 | 1089.716 | EJE |
| 1713 | 787112.717 | 4721445.72 | 1088.878 | ASFAL |
| 1714 | 787115.475 | 4721442.47 | 1088.983 | EJE |
| 1715 | 787097.302 | 4721433.34 | 1088.216 | ASFAL |
| 1716 | 787099.995 | 4721430.16 | 1088.331 | EJE |
| 1717 | 787078.223 | 4721418.01 | 1087.424 | ASFAL |
| 1718 | 787080.787 | 4721414.71 | 1087.447 | EJE |
| 1720 | 787083.755 | 4721411.73 | 1087.381 | ASFAL |
| 1721 | 787103.101 | 4721427.18 | 1088.223 | ASFAL |
| 1722 | 787111.38 | 4721434.08 | 1088.601 | ASFAL |
| 1723 | 787118.172 | 4721439.53 | 1088.907 | ASFAL |
| 1724 | 787122.123 | 4721440.05 | 1088.677 | CT |
| 1725 | 787124.367 | 4721442.66 | 1088.969 | CT |
| 1726 | 787135.927 | 4721453.68 | 1089.732 | ASFAL |
| 1727 | 787136.901 | 4721452.65 | 1089.523 | CT |
| 1728 | 787153.421 | 4721467.51 | 1090.452 | ASFAL |
| 1729 | 787154.262 | 4721466.49 | 1090.249 | CT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1730 | 787171.227 | 4721481.77 | 1091.26 | ASFAL |
| 1731 | 787172.094 | 4721480.7 | 1091.038 | CT |
| 1732 | 787189.228 | 4721496.17 | 1092.073 | ASFAL |
| 1733 | 787190.096 | 4721495.01 | 1091.809 | CT |
| 1734 | 787206.989 | 4721510.42 | 1092.828 | ASFAL |
| 1735 | 787207.743 | 4721509.52 | 1092.639 | CT |
| 1736 | 787223.54 | 4721523.52 | 1093.516 | ASFAL |
| 1737 | 787223.982 | 4721522.41 | 1093.356 | CT |
| 1738 | 787224.679 | 4721522.02 | 1093.336 | KM58 |
| 1739 | 787241.154 | 4721537.62 | 1094.295 | ASFAL |
| 1740 | 787241.825 | 4721536.39 | 1094.053 | CT |
| 1741 | 787255.747 | 4721546.39 | 1094.435 | CT |
| 1742 | 787259.928 | 4721552.73 | 1095.161 | ASFAL |
| 1743 | 787261.764 | 4721551.57 | 1094.676 | CT |
| 1744 | 787277.297 | 4721566.67 | 1095.913 | ASFAL |
| 1745 | 787278.694 | 4721565.34 | 1095.396 | CT |
| 1746 | 787294.897 | 4721580.84 | 1096.695 | ASFAL |
| 1747 | 787295.922 | 4721579.5 | 1096.156 | CT |
| 1748 | 787312.302 | 4721594.75 | 1097.454 | ASFAL |
| 1749 | 787313.456 | 4721593.41 | 1097.026 | CT |
| 1750 | 787328.583 | 4721607.49 | 1098.175 | ASFAL |
| 1751 | 787329.744 | 4721606.1 | 1097.693 | CT |
| 1752 | 787338.769 | 4721615.42 | 1098.625 | ASFAL |
| 1753 | 787339.928 | 4721614.65 | 1098.203 | CT |
| 1754 | 787343.381 | 4721616.78 | 1098.395 | CT |
| 1755 | 787348.02 | 4721616.21 | 1098.115 | CT |
| 1756 | 787353.944 | 4721616.65 | 1098.009 | CT |
| 1757 | 787356.938 | 4721617.44 | 1097.956 | CT |
| 1758 | 787343.688 | 4721618.17 | 1098.696 | CAMIN |
| 1759 | 787350.078 | 4721618.32 | 1098.463 | CAMIN |
| 1760 | 787356.818 | 4721617.88 | 1097.987 | CAMIN |
| 1761 | 787358.037 | 4721617.09 | 1097.759 | CAMIN |
| 1762 | 787354.02 | 4721614.82 | 1097.206 | CAMIN |
| 1763 | 787346.717 | 4721611.03 | 1096.386 | CAMIN |
| 1764 | 787344.142 | 4721607.08 | 1096.042 | CAMIN |
| 1765 | 787342.096 | 4721600.6 | 1095.019 | CAMIN |
| 1766 | 787341.304 | 4721600.09 | 1094.93 | PT |
| 1767 | 787334.416 | 4721601.22 | 1095.081 | PT |
| 1768 | 787338.088 | 4721593.47 | 1094.341 | |
| 1769 | 787326.809 | 4721596.74 | 1094.681 | PT |
| 1770 | 787328.865 | 4721589.41 | 1094.105 | |
| 1771 | 787316.364 | 4721589.14 | 1094.115 | PT |
| 1772 | 787320.998 | 4721580.53 | 1093.237 | |
| 1773 | 787306.506 | 4721569.36 | 1092.399 | |
| 1774 | 787303.137 | 4721577.25 | 1092.997 | PT |
| 1775 | 787298.147 | 4721573.84 | 1092.711 | PT |

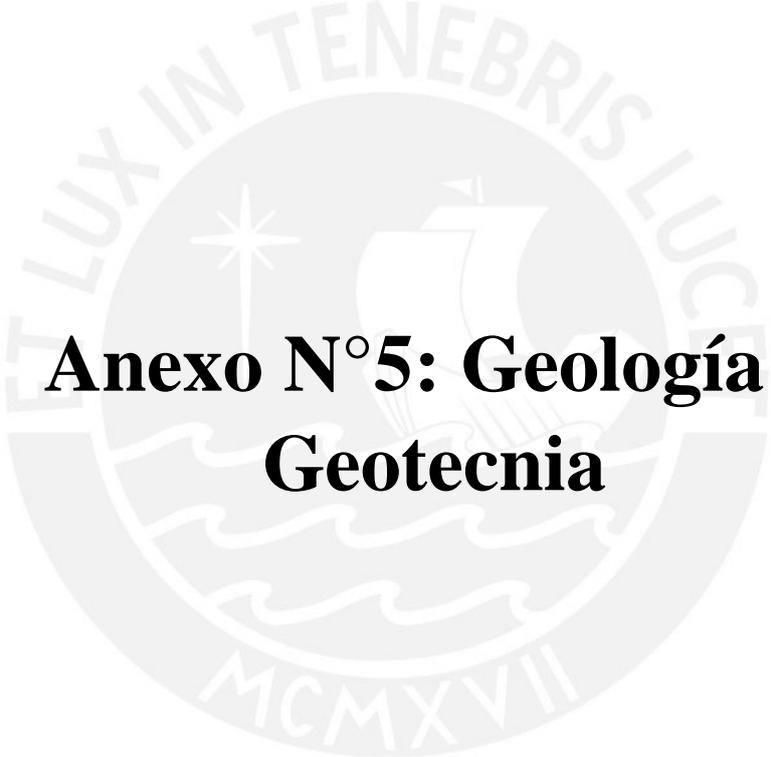
| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1776 | 787295.278 | 4721575.04 | 1092.803 | PT |
| 1777 | 787294.009 | 4721574.11 | 1092.775 | PT |
| 1778 | 787294.45 | 4721571.94 | 1092.871 | PT |
| 1779 | 787294.332 | 4721574.96 | 1092.778 | TUB |
| 1780 | 787296.169 | 4721571.92 | 1092.539 | |
| 1781 | 787294.67 | 4721569.83 | 1092.448 | PT |
| 1782 | 787280.892 | 4721559.87 | 1092.502 | PT |
| 1783 | 787285.681 | 4721551.79 | 1091.925 | |
| 1784 | 787276.401 | 4721544.32 | 1091.914 | |
| 1785 | 787273.268 | 4721549.74 | 1092.442 | |
| 1786 | 787271.507 | 4721552.82 | 1092.67 | PT |
| 1787 | 787258.597 | 4721543.24 | 1092.758 | PT |
| 1788 | 787264.307 | 4721533.9 | 1092.208 | |
| 1789 | 787248.141 | 4721522.31 | 1092.456 | |
| 1790 | 787242.003 | 4721531.14 | 1092.76 | PT |
| 1791 | 787226.301 | 4721520.98 | 1092.727 | PT |
| 1792 | 787229.555 | 4721516.21 | 1092.411 | |
| 1793 | 787233.928 | 4721509.12 | 1092.102 | |
| 1794 | 787224.137 | 4721510.45 | 1092.24 | |
| 1795 | 787221.028 | 4721512.47 | 1092.516 | |
| 1796 | 787217.843 | 4721514.82 | 1092.356 | PT |
| 1797 | 787216.628 | 4721501.16 | 1091.955 | |
| 1798 | 787208.761 | 4721503.4 | 1091.992 | |
| 1799 | 787204.753 | 4721504.52 | 1091.885 | PT |
| 1800 | 787189.27 | 4721492.3 | 1091.263 | PT |
| 1801 | 787193.155 | 4721487.25 | 1091.126 | |
| 1802 | 787197.163 | 4721480.16 | 1090.679 | |
| 1803 | 787183.179 | 4721468.17 | 1089.987 | |
| 1804 | 787177.745 | 4721474.23 | 1090.388 | |
| 1805 | 787172.912 | 4721477.99 | 1090.566 | PT |
| 1806 | 787159.419 | 4721468.07 | 1089.99 | PT |
| 1807 | 787165.417 | 4721457.77 | 1089.074 | |
| 1808 | 787151.112 | 4721449.36 | 1088.236 | |
| 1809 | 787144.858 | 4721456.25 | 1089.211 | PT |
| 1810 | 787134.947 | 4721447.51 | 1088.425 | PT |
| 1811 | 787139.281 | 4721441.54 | 1087.704 | |
| 1812 | 787127.265 | 4721441.57 | 1088.286 | PT |
| 1813 | 787122.571 | 4721439.37 | 1088.507 | PT |
| 1814 | 787125.014 | 4721435.62 | 1088.428 | |
| 1815 | 787132.943 | 4721427.41 | 1086.962 | |
| 1816 | 787137.695 | 4721421.32 | 1086.546 | |
| 1817 | 787153.676 | 4721436.89 | 1087.096 | |
| 1818 | 787160.299 | 4721445.7 | 1087.667 | |
| 1819 | 787172.308 | 4721453.31 | 1088.401 | |
| 1820 | 787186.705 | 4721463.11 | 1089.45 | |
| 1821 | 787200.539 | 4721474.3 | 1090.191 | |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|----------|
| 1822 | 787213.823 | 4721486.2 | 1090.888 | |
| 1823 | 787223.695 | 4721493.94 | 1091.484 | |
| 1824 | 787232.74 | 4721502.37 | 1091.648 | |
| 1825 | 787244.273 | 4721511.06 | 1091.832 | |
| 1826 | 787257.498 | 4721519.54 | 1091.848 | |
| 1827 | 787270.974 | 4721528.77 | 1091.251 | |
| 1828 | 787282.226 | 4721539.54 | 1091.172 | |
| 1829 | 787296.702 | 4721547.68 | 1091.193 | |
| 1830 | 787309.357 | 4721559.63 | 1091.873 | |
| 1831 | 787321.972 | 4721570.32 | 1092.468 | |
| 1832 | 787328.208 | 4721577.95 | 1092.997 | |
| 1833 | 787327.826 | 4721583.62 | 1093.448 | |
| 1834 | 787338.792 | 4721587.11 | 1093.799 | |
| 1835 | 787210.466 | 4721312.01 | 1090.345 | CT |
| 1836 | 787193.776 | 4721319.82 | 1090.398 | CT |
| 1837 | 787192.003 | 4721319.43 | 1090.429 | CT |
| 1838 | 787189.855 | 4721320.83 | 1090.4 | CT |
| 1839 | 787189.117 | 4721322.06 | 1090.365 | CT |
| 1840 | 787185.247 | 4721323.9 | 1090.31 | CT |
| 1841 | 787171.757 | 4721327.36 | 1090.184 | CT |
| 1842 | 787170.866 | 4721327.13 | 1090.279 | CT |
| 1843 | 787173.91 | 4721326.43 | 1090.352 | VALLA |
| 1844 | 787170.337 | 4721326.99 | 1090.471 | VALLA |
| 1845 | 787170.787 | 4721326.56 | 1090.482 | FAROL |
| 1846 | 787163.153 | 4721340.07 | 1090.304 | FAROL |
| 1847 | 787155.51 | 4721353.19 | 1090.34 | VALLA |
| 1848 | 787171.981 | 4721322.65 | 1090.306 | |
| 1849 | 787172.033 | 4721322.65 | 1090.38 | BOR |
| 1850 | 787169.741 | 4721325.04 | 1090.316 | |
| 1851 | 787169.76 | 4721325.1 | 1090.393 | BOR |
| 1852 | 787168.506 | 4721326.85 | 1090.341 | ASFAL |
| 1853 | 787168.538 | 4721326.87 | 1090.438 | BOR |
| 1854 | 787161.646 | 4721339.11 | 1090.38 | ASFAL |
| 1855 | 787161.669 | 4721339.11 | 1090.455 | BOR |
| 1856 | 787153.825 | 4721352.99 | 1090.338 | |
| 1857 | 787153.859 | 4721353 | 1090.442 | BOR |
| 1858 | 787153.811 | 4721353.61 | 1090.414 | REG20X20 |
| 1859 | 787154.662 | 4721354.41 | 1090.245 | CT |
| 1860 | 787152.463 | 4721358.32 | 1090.126 | CT |
| 1861 | 787150.77 | 4721357.13 | 1090.222 | |
| 1862 | 787150.829 | 4721357.14 | 1090.334 | BOR |
| 1864 | 787148.001 | 4721360.48 | 1090.249 | BOR |
| 1865 | 787147.955 | 4721360.49 | 1090.156 | |
| 1866 | 787149.201 | 4721362.02 | 1090.05 | CT |
| 1867 | 787146.259 | 4721367.57 | 1089.872 | CT |
| 1869 | 787141.049 | 4721373.65 | 1089.727 | CT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-------|
| 1870 | 787139.375 | 4721379.83 | 1089.478 | CT |
| 1871 | 787137.769 | 4721371.48 | 1089.61 | |
| 1872 | 787137.838 | 4721371.49 | 1089.696 | BOR |
| 1873 | 787135.372 | 4721376.44 | 1089.613 | FAROL |
| 1874 | 787132.672 | 4721379.73 | 1089.273 | ARBOL |
| 1875 | 787128.434 | 4721383.89 | 1089.183 | FAROL |
| 1876 | 787127.139 | 4721382.92 | 1089.098 | |
| 1877 | 787127.217 | 4721382.95 | 1089.178 | BOR |
| 1879 | 787120.325 | 4721390.37 | 1088.903 | BOR |
| 1880 | 787120.316 | 4721390.36 | 1088.743 | ASFAL |
| 1881 | 787121.666 | 4721391.25 | 1088.877 | FAROL |
| 1882 | 787124.969 | 4721388.05 | 1089.043 | ARBOL |
| 1883 | 787115.185 | 4721398.78 | 1088.588 | FAROL |
| 1884 | 787113.697 | 4721397.55 | 1088.537 | ASFAL |
| 1885 | 787113.75 | 4721397.56 | 1088.651 | BOR |
| 1886 | 787109.363 | 4721404.25 | 1088.339 | ASFAL |
| 1887 | 787109.411 | 4721404.26 | 1088.41 | BOR |
| 1888 | 787110.034 | 4721407.68 | 1088.313 | FAROL |
| 1889 | 787108.356 | 4721417.89 | 1088.273 | FAROL |
| 1890 | 787106.718 | 4721418.62 | 1088.209 | ASFAL |
| 1891 | 787106.755 | 4721418.62 | 1088.297 | BOR |
| 1892 | 787108.532 | 4721427.85 | 1088.207 | ASFAL |
| 1893 | 787108.551 | 4721427.78 | 1088.315 | BOR |
| 1894 | 787109.722 | 4721430.4 | 1088.307 | ASFAL |
| 1895 | 787109.729 | 4721430.35 | 1088.364 | BOR |
| 1896 | 787136.6 | 4721383.63 | 1089.402 | CT |
| 1897 | 787132.103 | 4721389.32 | 1089.124 | CT |
| 1898 | 787119.731 | 4721402.63 | 1088.807 | CT |
| 1899 | 787117.821 | 4721408.98 | 1088.402 | CT |
| 1900 | 787114.933 | 4721415.98 | 1088.196 | CT |
| 1901 | 787115.167 | 4721420.93 | 1088.311 | CT |
| 1902 | 787119.972 | 4721423.93 | 1088.006 | CT |
| 1903 | 787116.578 | 4721431.41 | 1088.348 | |
| 1904 | 787121.655 | 4721434.74 | 1088.454 | |
| 1905 | 787120.65 | 4721432.58 | 1088.504 | PT |
| 1906 | 787125.028 | 4721427.27 | 1088.041 | PT |
| 1907 | 787129.42 | 4721421.65 | 1087.012 | PT |
| 1908 | 787128.026 | 4721420.74 | 1087.498 | CT |
| 1909 | 787135.565 | 4721411.56 | 1086.077 | CT |
| 1910 | 787135.827 | 4721411.68 | 1086.107 | PT |
| 1911 | 787141.83 | 4721402 | 1086.251 | PT |
| 1912 | 787145.394 | 4721393.7 | 1086.134 | PT |
| 1913 | 787148.177 | 4721387.24 | 1085.991 | PT |
| 1914 | 787163.085 | 4721360.74 | 1085.706 | PT |
| 1915 | 787166.693 | 4721365.53 | 1085.714 | |
| 1916 | 787157.777 | 4721366.29 | 1085.807 | PT |

| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 1917 | 787157.258 | 4721378.93 | 1086.129 | |
| 1918 | 787150.928 | 4721375.38 | 1086.123 | PT |
| 1919 | 787145.855 | 4721380.84 | 1086.124 | PT |
| 1920 | 787145.925 | 4721384.92 | 1085.484 | |
| 1921 | 787142.732 | 4721385.58 | 1085.806 | PT |
| 1922 | 787142.107 | 4721391.57 | 1085.509 | |
| 1923 | 787138.899 | 4721395.92 | 1084.648 | |
| 1924 | 787137.272 | 4721394.63 | 1084.989 | PT |
| 1925 | 787136.07 | 4721400.92 | 1085.273 | |
| 1926 | 787134.534 | 4721397.25 | 1085.115 | PT |
| 1927 | 787134.172 | 4721401.38 | 1085.229 | |
| 1928 | 787121.756 | 4721416.31 | 1084.913 | PT |
| 1929 | 787447.134 | 4721808.73 | 1124.444 | PT |
| 1930 | 787443.821 | 4721802.56 | 1124.203 | PT |
| 1931 | 787437.904 | 4721793.04 | 1124.257 | PT |
| 1932 | 787430.722 | 4721785.31 | 1124.246 | PT |
| 1933 | 787427.103 | 4721781.19 | 1124.278 | PT |
| 1934 | 787422.962 | 4721776.2 | 1124.752 | PT |
| 2002 | 787829.155 | 4721926.79 | 1102.918 | MUR |
| 2003 | 787829.57 | 4721926.97 | 1102.384 | PT |
| 2004 | 787826.709 | 4721929.3 | 1102.917 | CAM |
| 2005 | 787829.246 | 4721939.09 | 1102.377 | CAM |
| 2006 | 787832.803 | 4721939.8 | 1102.204 | MUR |
| 2007 | 787833.87 | 4721940 | 1101.702 | PT |
| 2008 | 787833.013 | 4721959.49 | 1102.36 | CAM |
| 2009 | 787836.266 | 4721958.51 | 1102.269 | MUR |
| 2010 | 787836.947 | 4721958.32 | 1101.832 | PT |
| 2011 | 787839.041 | 4721972.13 | 1102.347 | CAM |
| 2012 | 787841.912 | 4721970.5 | 1102.295 | MUR |
| 2013 | 787842.579 | 4721969.93 | 1101.764 | PT |
| 2014 | 787850.687 | 4721982.29 | 1102.517 | MUR |
| 2015 | 787850.946 | 4721982.06 | 1101.775 | PT |
| 2016 | 787848.878 | 4721985.78 | 1102.591 | CAM |
| 2017 | 787854.416 | 4721993.89 | 1102.687 | CAM |
| 2018 | 787855.804 | 4721990.05 | 1102.586 | MUR |
| 2019 | 787856.237 | 4721989.02 | 1101.951 | PT |
| 2020 | 787863.31 | 4721999.39 | 1102.281 | MUR |
| 2021 | 787863.563 | 4721998.38 | 1101.865 | PT |
| 2022 | 787862.818 | 4722003.82 | 1102.614 | CAM |
| 2023 | 787869.86 | 4722010.39 | 1103.215 | CAM |
| 2024 | 787524.915 | 4721753.33 | 1107.57 | MUR |
| 2025 | 787517.836 | 4721748.24 | 1108.062 | MUR |
| 2026 | 787508.643 | 4721741.98 | 1109.043 | MUR |
| 2027 | 787501.375 | 4721737.19 | 1109.635 | MUR |
| 2028 | 787557.636 | 4721782.37 | 1106.386 | MUR |
| 2029 | 787551.072 | 4721776.23 | 1106.717 | MUR |

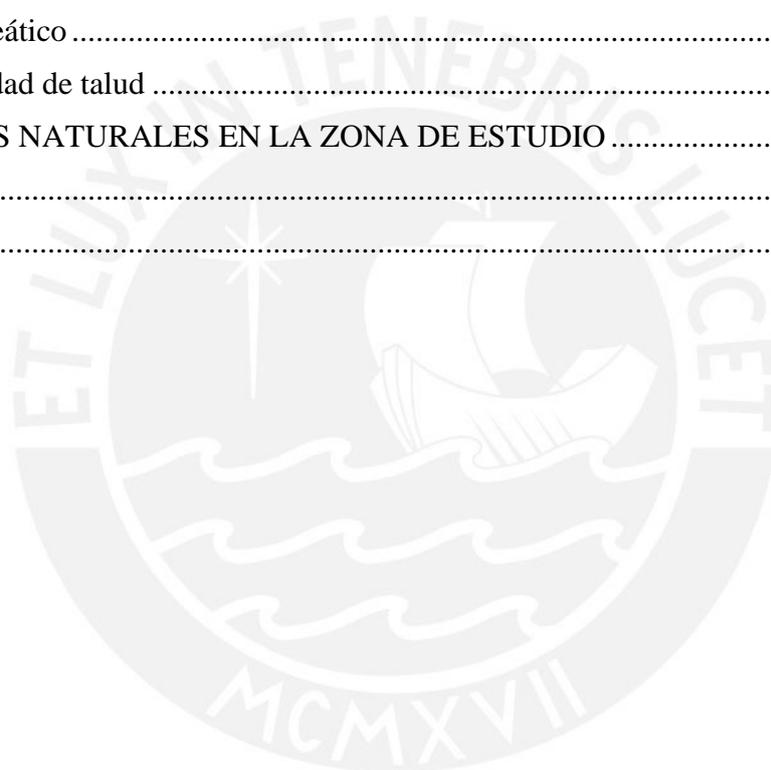
| | | | | |
|------|------------|------------|----------|-----|
| 2030 | 787542.037 | 4721768.17 | 1106.966 | MUR |
| 2031 | 787534.694 | 4721761.75 | 1107.289 | MUR |
| 2032 | 787529.247 | 4721757.04 | 1107.434 | MUR |
| 2033 | 787718.009 | 4721862.49 | 1109.855 | MUR |
| 2034 | 787704.24 | 4721857.22 | 1109.68 | MUR |
| 2035 | 787690.867 | 4721852.19 | 1109.332 | MUR |
| 2036 | 787675.55 | 4721845.74 | 1109.284 | MUR |
| 2037 | 787660.043 | 4721838.5 | 1109.088 | MUR |
| 2038 | 787640.013 | 4721828.87 | 1107.945 | MUR |
| 2039 | 787627.398 | 4721823.06 | 1107.348 | MUR |
| 2040 | 787612.521 | 4721816.27 | 1106.948 | MUR |
| 2041 | 787602.512 | 4721811.64 | 1106.78 | MUR |
| 2042 | 787593.011 | 4721806.65 | 1106.683 | MUR |
| 2043 | 787577.087 | 4721797.22 | 1106.648 | MUR |
| 2044 | 787567.564 | 4721791.27 | 1106.609 | MUR |
| 2045 | 787559.714 | 4721785.3 | 1106.584 | MUR |
| 2046 | 787799.917 | 4721888.44 | 1108.233 | MUR |
| 2047 | 787796.343 | 4721886.64 | 1108.475 | MUR |
| 2048 | 787786.88 | 4721882.68 | 1108.549 | MUR |
| 2049 | 787778.758 | 4721879.65 | 1108.543 | MUR |
| 2050 | 787763.522 | 4721875.02 | 1108.736 | MUR |
| 2051 | 787757.981 | 4721873.15 | 1109 | MUR |
| 2052 | 787748.211 | 4721870.77 | 1109.538 | MUR |
| 2053 | 787736.373 | 4721868.04 | 1110.015 | MUR |
| 2054 | 787730.3 | 4721867.07 | 1109.826 | MUR |
| 2055 | 787553.595 | 4721790.61 | 1106.671 | MUR |
| 2056 | 787540.142 | 4721802.24 | 1108.853 | MUR |
| 2057 | 787530.807 | 4721809.71 | 1111.032 | MUR |
| 2058 | 787503.561 | 4721831.65 | 1118.175 | MUR |



Anexo N°5: Geología y Geotecnia

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCION..... | 3 |
| GEOMORFOLOGIA | 4 |
| GEOLOGIA | 5 |
| GEOTECNIA | 6 |
| Metodología..... | 6 |
| Resultados obtenidos | 7 |
| Resistencia dinámica | 7 |
| Características geotécnicas | 9 |
| Determinación de la carga admisible..... | 11 |
| Nivel freático | 11 |
| Estabilidad de talud | 11 |
| PELIGROS NATURALES EN LA ZONA DE ESTUDIO | 13 |
| Conclusiones..... | 14 |
| ANEXO 1 | 15 |



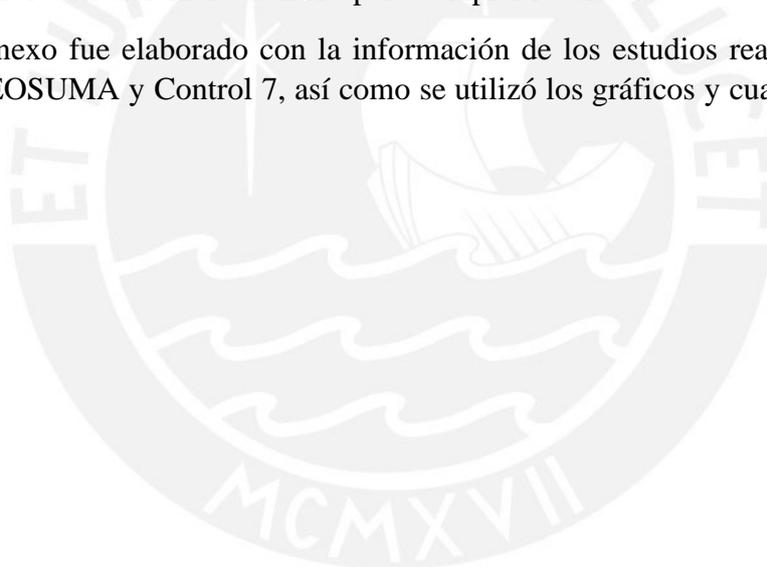
INTRODUCCION

El estudio geológico y geotécnico es un estudio fundamental de diseño en toda obra civil. El terreno, como espacio físico, es el que soportará y acogerá la estación depuradora, por lo tanto, se deberá realizar un estudio detallado según los parámetros geotécnicos y geológicos requeridos para el correcto diseño y funcionamiento de la EDAR.

La geología resulta útil para saber la historia geológica del lugar de estudio, y con ello se puede conocer si en la zona existe algún tipo de anomalía, como por ejemplo fallas de deslizamientos, o también la roca que aflora y las características resistentes y estado actual de la roca. En cuanto a la geotecnia, resulta indispensable para conocer el suelo de manera más particular y realizar un correcto dimensionamiento de la cimentación, previniendo posibles patologías del terreno que pudiesen presentarse.

Para el análisis de la geología del terreno, se utilizará estudios previos y mapas geológicos, principalmente los mapas del Instituto Geológico y Minero de España. En cuanto a la geotecnia, es obligatorio un trabajo de campo con muestreo y un trabajo en gabinete e interpretación de los resultados. Para este proyecto, la empresa IGESUMA S.L. realizó un estudio geotécnico de la zona en 2016, el cual fue complementado por la empresa Control 7 en diciembre de 2017 para comprar resultados.

El presente anexo fue elaborado con la información de los estudios realizados por las empresas IGESUMA y Control 7, así como se utilizó los gráficos y cuadros de dichos estudios.



GEOMORFOLOGIA

Para estudiar la morfología de un determinado territorio, es necesario estudiar toda la zona de manera más general, incluyendo un margen más amplio. En este caso, el valle de Benasque está en el corazón del Pirineo a una distancia relativamente equidistante del mar Cantábrico y el Mediterráneo. Los Pirineos se componen de una cadena montañosa kárstica con altitudes que van desde los 966 a los 3400 metros sobre el nivel del mar en su punto más alto. Toda la zona pertenece al Valle del Ebro. La morfología de Benasque se compone de un valle que es rodeado por una cadena de montañas, que da paso al río Ésera entre estas. Este río atraviesa la zona de Benasque, Ansiles y Linsoles; cerca de este existe un embalse que sirve para la regulación de dicha zona. En la siguiente figura se puede observar la morfología descrita líneas arriba, en donde la zona de estudio se encuentra en el valle diferenciada de color azul – celeste enmarcada con un círculo de color negro.

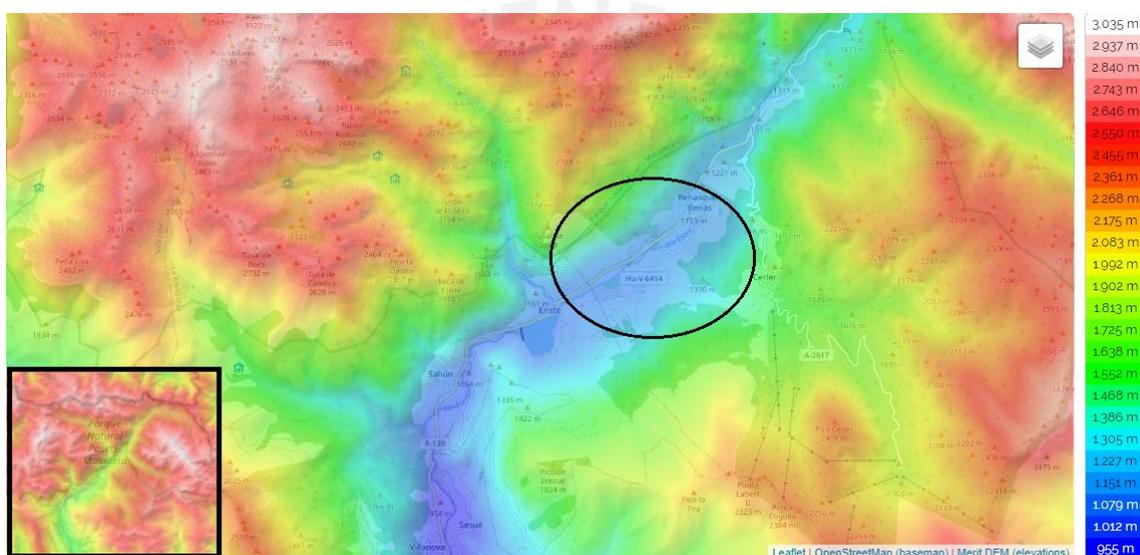


Ilustración 1: Geomorfología del Valle de Benasque

Fuente: <https://es-es.topographic-map.com/maps/j1my/Benasque/>

GEOLOGIA

La zona de los Pirineos es un plegamiento relativamente joven de la era Mesozoica que se formó por la colisión de la Placa Ibérica con la Placa Europea, dando lugar a la formación de dos cuencas sedimentarias: la cuenca de Aquitana, por el lado francés, y la cuenca del Ebro por el lado español. En esta última, se formó un lago que poco a poco fue descargándose hacia el mar mediterráneo, dejando en su lugar una acumulación de sedimentos en dicha zona. En la era más reciente se formó la superficie kárstica que hoy en día conocemos, debido a la existencia de glaciares que se formaron debido a la altura de la zona montañosa de los Pirineos.

En cuanto a la geología existente, se consultó la base de datos del Instituto Geológico y Minero de España, hoja 180 (Benasque), para describir la zona en estudio. Nuestra zona puntual de estudio se encuentra en las siguientes coordenadas UTM Datum ETRS 89:

| USO | Coordenada X | Coordenada Y |
|-----|--------------|--------------|
| 30T | 787.512 | 4.721.831 |

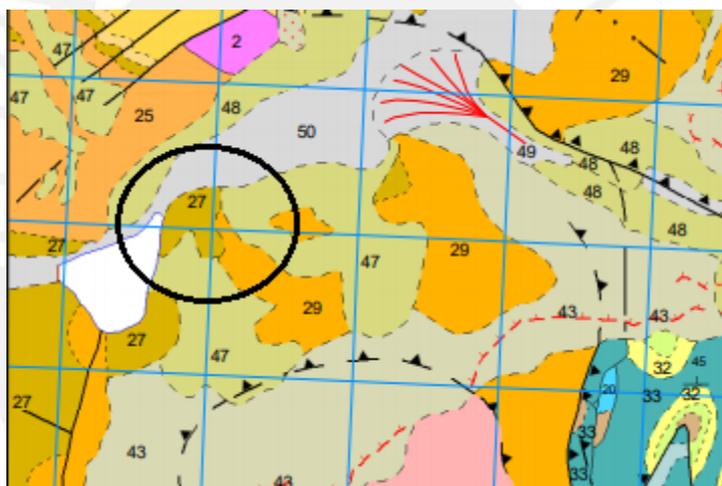


Ilustración 2: Mapa geológico del IGME

En la zona de estudio se ha encontrado calizas vesicolores (27), pizarras con microritmos arenosos (29) del Devonico medio. También se observa la existencia de una geología mucho más joven, del Cuaternario que son derrubios de ladera, material coluvial y aluvial (47, 48 y 50).

Según lo antes mencionado, la zona de Benasque, principalmente el valle donde se encuentra Benasque, está formado por materiales coluviales y aluviales que son causa de la erosión de las cadenas montañosas que se abrazan a este valle. El cabalgamiento de las Placas Ibérica y Europea hace ver un afloramiento de una roca de más antigüedad, según se ve en los planos geológicos del IGME. Cabe mencionar que la zona blanca sin numeración observada en el mapa es en donde se ubica el embalse de Linsoles, esto es de gran ayuda al momento de ubicar la zona de estudio con más exactitud. En el anexo 1 se puede observar con más detalle el mapa geológico de la zona 180 (Benasque) con su respectiva leyenda.

GEOTECNIA

En este apartado expondremos las principales características geotécnicas del terreno destinado para la EDAR, EBAR1, EBAR 2 y los respectivos colectores. Nos basaremos enteramente en los estudios realizados a finales del 2017 por la empresa Control 7 para el proyecto de construcción de la estación depuradora de aguas residuales en la localidad de Benasque.

El estudio consistió en la extracción de siete catas alteradas de profundidades que varían desde los 2.1 a los 3.1 metros. Dos catas en el terreno de la EDAR, una cata en cada EBAR y una cata para cada colector. También se realizó ensayos de penetración tipo DPSH uno por cada terreno en donde se construirá la EDAR y las EBARS. Las coordenadas en las que se realizó las catas y ensayos se muestran en la siguiente tabla extraída del estudio geotécnico de Control.

| <i>Punto</i> | <i>USO</i> | <i>Coordenada X</i> | <i>Coordenada Y</i> |
|-----------------|------------|---------------------|---------------------|
| Cata 1 EDAR | 30T | 787.517 | 4.721.831 |
| Cata 2 EDAR | 30T | 787.547 | 4.721.810 |
| Cata 1 Colector | 30T | 787.567 | 4.721.850 |
| Cata 2 Colector | 30T | 788.292 | 4.722.169 |
| Cata 3 Colector | 30T | 788.632 | 4.722.300 |
| Cata 1 EBAR 1 | 30T | 787.733 | 4.721.794 |
| Cata 1 EBAR 2 | 30 T | 787.725 | 4.721.794 |
| P-1 EDAR | 30 T | 787.531 | 4.721.819 |
| P-1 EBAR 1 | 30 T | 787.725 | 4.721.794 |
| P-1 EBAR 2 | 30 T | 787.220 | 4.721.302 |

Tabla 1: Puntos de control

Metodología

El trabajo de campo fue realizado en el año 2017 para luego ser ensayados en laboratorio y obtener los parámetros esenciales a la hora de realizar cálculos geotécnicos, como son el ángulo de rozamiento interno, cohesión, densidad, humedad, módulo de deformación, etc). Los ensayos realizados en el laboratorio se enumeran a continuación.

- Ensayo de granulometría
- Ensayo de corte directo
- Ensayo de hinchamiento libre en edómetro
- Ensayo de colapso en suelos
- Ensayo de Casagrande

De los ensayos antes mencionados, se puede clasificar el tipo de suelo según la clasificación HRB para, de manera aproximada, saber el comportamiento general como subrasante. También se determinará el potencial de hinchamiento de un suelo, así como el colapso. Seguidamente se determinará la carga de hundimiento del terreno de la EDAR según el ángulo de rozamiento interno, la cohesión y la geometría a considerar del terreno. Se analizará de manera poco detallada la estabilidad de taludes en el terraplén y el

desmonte necesario para la EDAR. Finalmente se mencionará detalles puntuales como el nivel freático, la agresividad de los suelos y algunas recomendaciones.

Resultados obtenidos

Resistencia dinámica

En ensayo in-situ de penetración tipo DPSH se realizó con una masa de 63.5 kg y una altura de caída de 76 cm. La varilla usada fue un macizo de 32 mm de diámetro con una puntaza cilíndrica de base cónica de 20 cm² de sección, 5 cm de longitud y con la parte superior en forma de cono de 2.5 cm de longitud y ángulo en el vértice de 90°.

En el estudio realizado por Control 7 toma en consideración la fórmula “de los holandeses” para el cálculo de la resistencia dinámica por punta en función de los resultados obtenidos y la puntaza utilizada. A partir de la resistencia dinámica, se puede estimar la resistencia estática multiplicando la resistencia dinámica por el factor 0.4, para finalmente obtener una tensión admisible del terreno aplicando la fórmula de Sanglerat simplificada dividiendo la resistencia estática entre 20. En conclusión, la resistencia dinámica se deberá multiplicar por 0.02 para obtener la presión admisible de cálculo. Cabe mencionar que estos factores de multiplicación son resultado de estudios experimentales. La resistencia dinámica se calcula mediante la siguiente fórmula de los holandeses.

$$R_d = \frac{m^2 \cdot H}{(m + P_v) \cdot e \cdot A}$$

Donde:

- R_d** = Resistencia dinámica por punta
- m** = Peso de la maza
- H** = Altura de caída de la maza
- P_v** = Peso muerto del varillaje (puntaza, cuñas y varillas)
- e** = 20 / N₂₀
- N₂₀** = N° de golpes para 20 cm de avance
- A** = Sección de la puntaza

En las siguientes imágenes podemos observar la resistencia dinámica por punta que en este caso es solo función del número de golpes para avanzar 20 cm. Cabe mencionar que la profundidad de rechazo se consideró cuando el número de golpes necesarios para avanzar 20 cm fue mayor a 100.

EDAR

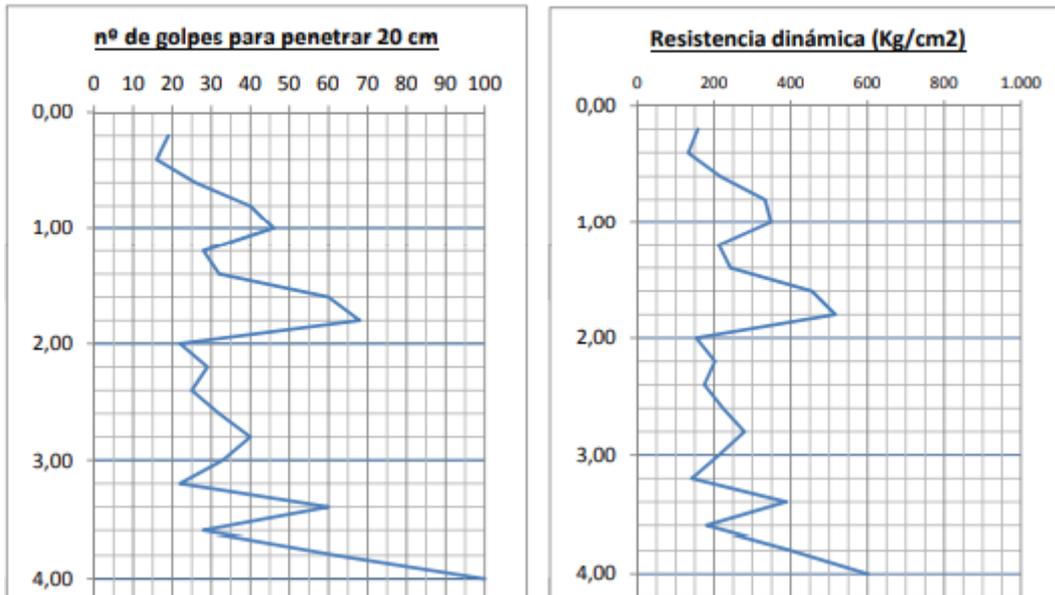


Ilustración 3: Resistencia dinámica EDAR

EBAR 1

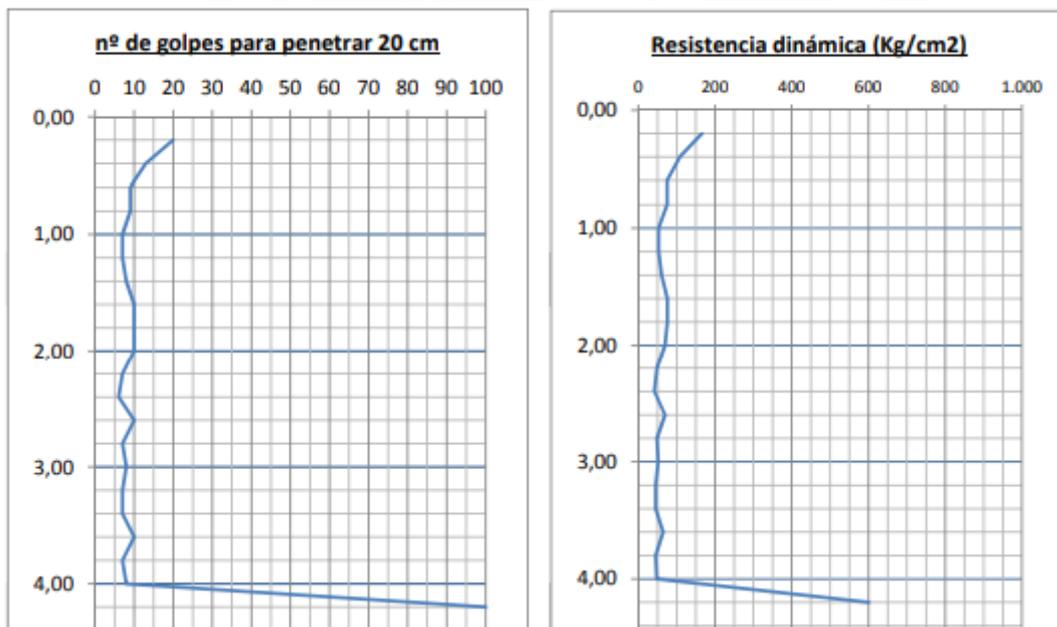


Ilustración 4: Resistencia dinámica EBAR1

EBAR 2

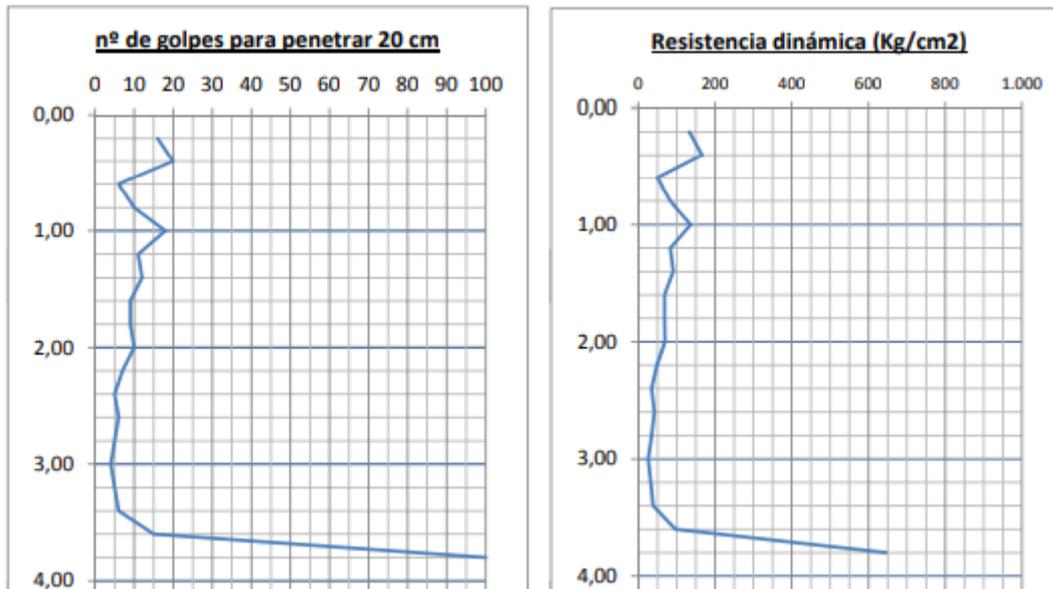


Ilustración 5: Resistencia dinámica EBAR2

Figuras tomadas de “Proyecto EDAR Benasque tomo 1”

Características geotécnicas

Como se mencionó en líneas arriba, se realizaron siete catas en distintos lugares encontrándose cuatro estratos de suelo diferenciados, a los cuales se les mencionó en el informe de Control 7 para ordenar de manera más esquemática las características. Estos son:

- Unidad geológica de tierra vegetal (UGtv)
- Unidad geológica de rellenos (UGrell)
- Unidad geológica de recubrimiento coluvial (UGcol)
- Unidad geológica de recubrimiento aluvial (UGal)

En el terreno de estudio se encontró las siguientes unidades geológicas:

| Parcela | UG | Suelo | Profundidad (m) | Espesor (m) |
|------------|--------|----------------|-----------------|-------------|
| EDAR | UGtv | Tierra vegetal | 0 a 0.4 | 0.4 |
| | UGcol | Gravas | 0.4 a 4 | 2.7 a 3.6 |
| EBAR 1 | UGtv | Tierra vegetal | 0 a 0.1 | 0.1 |
| | UGal | Bolos y gravas | 0.1 a 3.8 | 2 a 3.7 |
| EBAR 2 | UGtv | Tierra vegetal | 0 a 0.1 | 0.1 |
| | UGrell | Rellenos | 0.1 a 3.8 | 2 a 3.7 |
| Colector 1 | UGtv | Tierra vegetal | 0 a 0.4 | 0.4 |
| | UGrell | Rellenos | | |
| | UGcol | Bolos y gravas | 0.4 a 3.1 | 2.7 |
| Colector 2 | UGtv | Tierra vegetal | 0 a 0.2 | 0.2 |
| | UGrell | Rellenos | 0.2 a 2.2 | 2 |
| | UGal | Bolos y gravas | | |
| Colector 3 | UGtv | Tierra vegetal | 0 a 0.1 | 0.1 |
| | UGrell | Rellenos | | |
| | UGal | Bolos y gravas | 0.1 a 2.1 | 2 |

Después de procesar los datos obtenidos de ensayos en laboratorio se obtienen las siguientes características de las unidades geológicas coluviales y aluviales.

| UG | Ang. de roz. Interno | Cohesión (kg/cm ²) | Módulo de deformación (kg/cm ²) | Peso específico gr/cm ³ | Hinchamiento | Colapso |
|-------|----------------------|--------------------------------|---|------------------------------------|--------------|---------|
| UGcol | 11° a 17° | 0.47 | 500 | 1.88 a 1.93 | no | no |
| UGal | 20° | 0.02 | 300 | 1.96 | no | no |

Con respecto a la tierra vegetal que compone menor de medio metro de profundidad, conforman restos de materia orgánica y raíces que podrían generar un fenómeno de asentamiento por la descomposición de los componentes orgánicos y la oxidación al estar expuesta al aire en la excavación. Por ello se recomienda extraer toda la capa vegetal para apoyar los cimientos. En cuanto a los rellenos son constituidos por escombros y restos de materiales de construcción acumulados a lo largo del tiempo. Tampoco se recomienda realizar un cimiento apoyado directamente sobre esta capa de relleno, a menos que se estudie a mayor profundidad.

En cuanto a las características adicionales del material coluvial y aluvial de edad relativamente joven (cuaternario) son:

- No tiene límite líquido, límite plástico, y por lo tanto, no tiene índice de plasticidad

- La clasificación según HRB es A-1-A, por lo tanto, tiene un comportamiento muy bueno como subrasante.
- Tiene un porcentaje de finos (porcentaje que pasa la malla 0.08 mm) menor a 13.3%

Determinación de la carga admisible

Para calcular la carga admisible que soporta el terreno se utilizó las fórmulas empíricas propuestas en el Código Técnico de la Edificación y tomando los siguientes parámetros de diseño:

$$q_h = c_k N_c d_c s_c i_c t_c + q_{ok} N_q d_q s_q i_q t_q + 1/2 B^* \gamma_k N_\gamma s_\gamma i_\gamma t_\gamma$$

De donde:

q_h .- Presión vertical de hundimiento o resistencia característica del terreno

q_{ok} .- Presión vertical en la base de la cimentación.

c_k .- Cohesión del terreno.

B^* .- Ancho equivalente del cimiento.

γ_k .- Peso específico del terreno por debajo del cimiento

N_c, N_{qf}, N_γ .- Factores de capacidad de carga y dependen exclusivamente del ángulo de rozamiento interno del terreno.

d_c, d_{qf}, d_γ .- coeficientes correctores de influencia para considerar la resistencia al corte del terreno situado por encima y alrededor de la base del cimiento. Se denominan factores de profundidad.

s_c, s_{qf}, s_γ .- coeficientes correctores de influencia para considerar la forma en planta del cimiento

i_c, i_{qf}, i_γ .- coeficientes correctores de influencia para considerar el efecto de la inclinación de la resultante de las acciones con respecto a la vertical.

t_c, t_{qf}, t_γ .- coeficientes correctores de influencia para considerar la proximidad del cimiento a un talud

En el estudio geotécnico realizado por la empresa Control 7, se tomó los parámetros siguientes: En el caso de la EDAR consideramos un peso específico de 19.3 kn/m³, un ángulo de rozamiento de 17° y una cohesión de 0.47 kg/cm²; obteniendo una carga de hundimiento de **2 kg/cm²**. En el caso de las dos EBARS se consideró un peso específico de 19.6 kN/m³, un ángulo de rozamiento interno de 20° y una cohesión de 0.02 kg/cm²; obteniendo una carga de hundimiento de **0.5 kg/cm²**.

Nivel freático

En ninguno de las catas realizadas se encontró presencia de nivel freático.

Estabilidad de talud

Es necesario analizar la estabilidad del talud en el terreno en donde se construirá la EDAR, ya que se requiere una superficie plana para la obra civil. El terraplén y el desmonte se consideran del mismo material y con la misma pendiente; en este caso. 9H:13.5V. Para analizar la estabilidad de dicho talud, se utilizará los ábacos de Hoek y Bray con las siguientes hipótesis:

- Suelo homogéneo
- Rotura a pie de talud
- No existe nivel freático

Consideramos los siguientes parámetros del suelo: cohesión de 46.11 kPa, ángulo de rozamiento interno de 17° y peso específico de 18.93 kn/m³. Las características del talud son: altura de 9 metros y ángulo de talud de 33.7°.

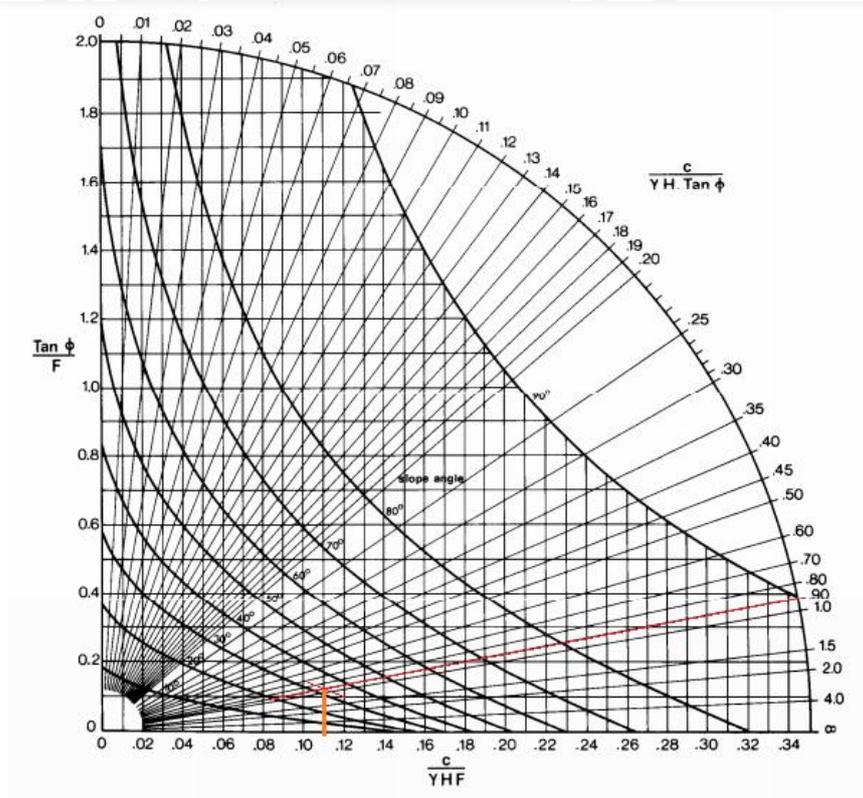
El radio a escoger será:

$$\frac{c}{\gamma * H * \tan(\phi)} = \frac{46.11}{18.93 * 9 * \tan(17^\circ)} = 0.89$$

Se interseca con el radio correspondiente al ángulo de 33.7° y se obtiene 0.11 de valor de abscisa. Despejando el factor de seguridad FS se obtiene:

$$FS = \frac{\tan(17^\circ)}{0.11} = 2.78$$

El cual es un valor aceptable, sabiendo que el factor de seguridad mínimo es de 1.5 para esta tipología de taludes.



Ábaco N° 1 de Hoek y Bray

PELIGROS NATURALES EN LA ZONA DE ESTUDIO

Históricamente la zona de los Pirineos es considerada una zona de moderada actividad sísmica, a excepción de unos sismos puntuales, desde la formación de la cadena montañosa. Cabe mencionar que la mayor cantidad de sismos que se registran en la zona de estudio son de magnitud desde 1.5 hasta 4.1 en la escala Richter, aunque la mayoría de ellos tiene una intensidad nula, con lo cual son imperceptibles.

Nos apoyaremos en los mapas de sismicidad de la Península Ibérica del Instituto Geofísico Nacional, en el cual podemos encontrar una representación de los sismos ocurridos en toda la época histórica que se pudo registrar en forma gráfica mediante círculos. Nos interesa los sismos ocurridos en la Época Instrumental desde el año 1924 hasta la fecha. Observemos los círculos de color rojo (profundidades menores a 30 km) con una magnitud de entre 3.5 y 5.5 de magnitud, que son los más recurrentes en la zona de estudio.

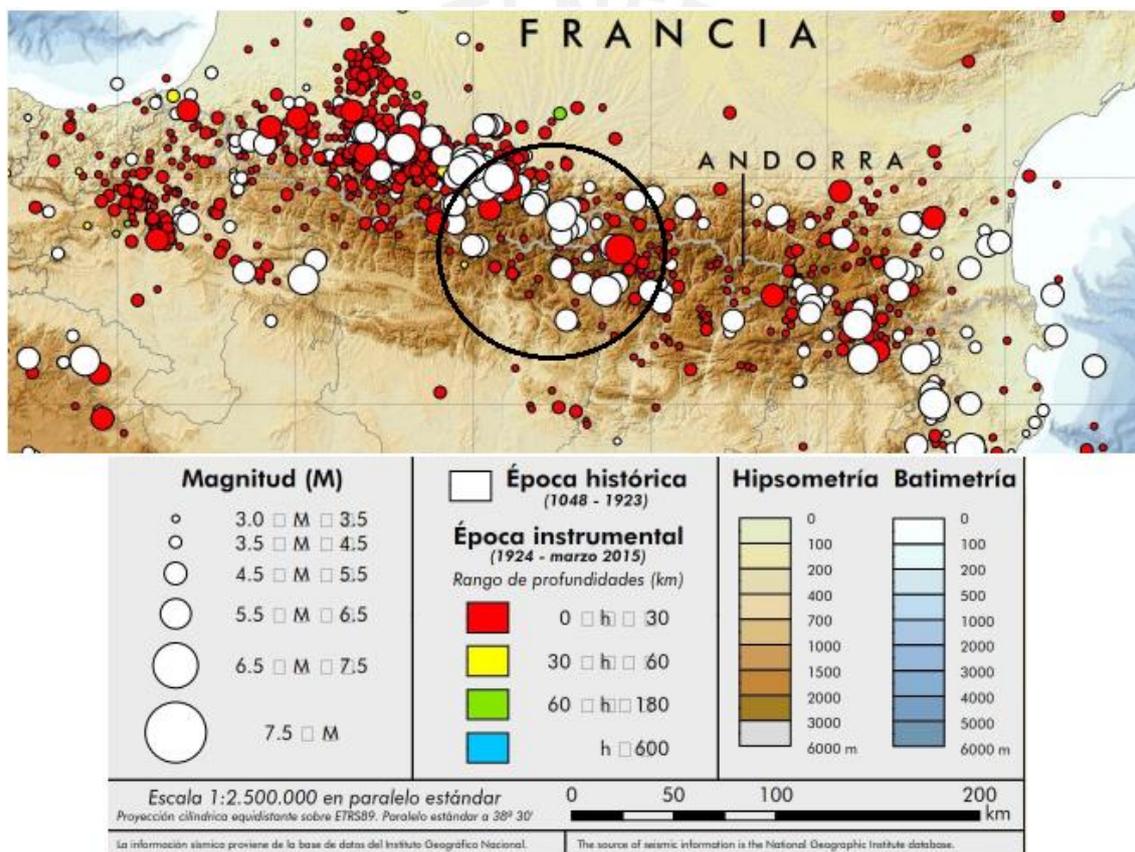


Ilustración 6: Peligro sísmico de los Pirineos

Conclusiones

A modo de resumir, indicaremos las principales características que se mencionaron en el presente anexo.

Características geotécnicas del emplazamiento

Las catas extraídas en el emplazamiento correspondiente al terreno de la EDAR muestran una composición del terreno de una capa de terreno vegetal (0.4 metros de espesor) que deberá ser extraída y desechada, y una capa de terreno coluvial (UGcol). Esta última se considera un terreno con relativa alta cohesión y pobre ángulo de rozamiento. Para el diseño geotécnico se tomó en cuenta los siguientes parámetros geotécnicos:

- Cohesión: 46.11 kPa
- Ángulo de rozamiento interno: 17°
- Peso específico: 18.93 kN/m³

En cuanto al terreno del emplazamiento de la EBAR1 se considerará los siguientes parámetros geotécnicos:

- Cohesión: 1.96 kPa
- Ángulo de rozamiento interno: 20°
- Peso específico: 19.6 kN/m³

Nivel freático

Dentro de las catas realizadas, profundidad de 4 metros en la EDAR y 3.8 metros en la EBAR1, no se encontró presencia de nivel freático. Sumado a ello, la forma de valle por la cual pasa el río Esera implica que el agua de escorrentía ya sea superficial o subterránea, se transporta por gravedad al río Esera 19.5 metros abajo. Con lo anterior mencionado, se concluye que no existe nivel freático presente en la parcela.

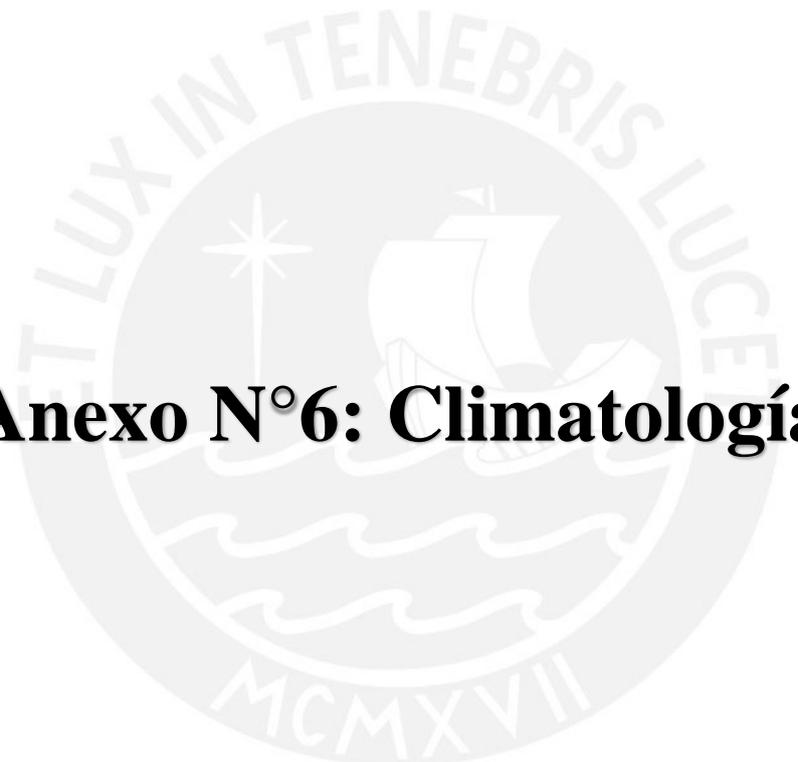
Necesidad de terraplén en la parcela

Se debe considerar que habrá un importante movimiento de tierras, con el fin de tener una explanada plana. Para ello, se deberá tener en consideración un terraplén, que de manera preliminar se considera con una pendiente de 9H:13.5V. Bajo un análisis realizado líneas arriba, se concluye que el terreno es estable presentando un factor de seguridad de 2.78, siendo el mínimo exigido por norma de 1.5.

Cimentaciones

Con las características geotécnicas del emplazamiento antes mencionadas se calcula la carga de hundimiento, según la metodología propuesta en el Código Técnico de Edificación:

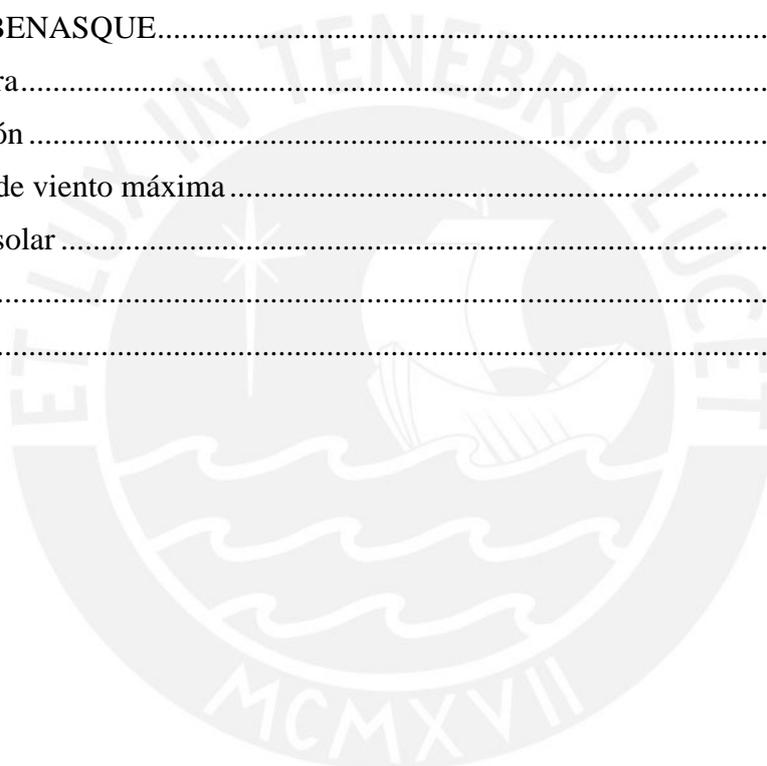
- EDAR: 2kg/cm²
- EBAR1: 0.5 kg/cm²



Anexo N°6: Climatología

Tabla de contenido

| | |
|----------------------------------|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| CLIMA DE ESPAÑA | 4 |
| Clima oceánico | 5 |
| Continental | 5 |
| Mediterráneo..... | 5 |
| Montaña..... | 5 |
| Subtropicales | 6 |
| LOS PIRINEOS..... | 7 |
| CLIMA DE BENASQUE..... | 8 |
| Temperatura..... | 8 |
| Precipitación | 9 |
| Velocidad de viento máxima | 9 |
| Radiación solar | 10 |
| Humedad..... | 12 |
| Conclusiones..... | 13 |



INTRODUCCIÓN

En el presente anexo se describirá a mayor profundidad las características climatológicas de la zona de estudio.

La finalidad de este anexo es poner en contexto la climatología existente en la zona con el fin de tomar en consideración las limitaciones o problemas que podría conllevar un clima determinado para la construcción, puesta en obra y explotación de la depuradora de aguas residuales de Benasque

Las principales características que desarrollaremos en este anexo son la pluviometría, velocidad del viento, temperatura y radiación solar. Los datos se extraerán de la estación meteorológica más cercana a la zona de estudio, ya que se observó que hay relativa variabilidad entre las estaciones meteorológicas en Huesca. La estación de Linsoles será la elegida para extraer datos meteorológicos.

Para realizar el presente anexo, primero se comentará de manera general la climatología de España, para luego enfocarnos de manera más precisa en los Pirineos y finalmente mostrar las características climatológicas de la estación ubicada en Linsoles.



CLIMA DE ESPAÑA

En España podemos encontrar cuatro tipos de climas diferenciados en la Península, mientras que en las Islas Canarias se encuentra mayor variedad de climas, pero se puede englobar estos como un solo tipo de clima.

La Península Ibérica tiene un clima particular debido a su ubicación geográfica. Por un lado, se tiene un clima oceánico y mediterráneo, los cuales son fuertemente influenciados por el océano pacifico y el mar mediterráneo respectivamente. Por otro lado, se tiene un clima continental que es un clima intermedio entre los dos anteriores mencionados. Finalmente existe un clima de montaña. En la siguiente imagen se puede observar gráficamente la distribución de los climas en España.



Ilustración 1: Climas en España

Figura tomada de la Agencia estatal de meteorología AETMET

En general, España es un país con un clima de temperatura templado por su ubicación con respecto a la línea ecuatorial. Los océanos Mediterráneo y Atlántico influyen en la temperatura de las zonas costeras y aledañas a estos, principalmente amortiguando los gradientes de temperatura elevado, lo que no sucede en las zonas alejadas a los océanos.

Gran parte de España se considera un clima seco, debido a la ausencia de borrascas, lo cual es causa de un fenómeno meteorológico y uno geográfico. En primer lugar, el anticiclón de Azores genera una barrera natural en el océano Atlántico, frente a las costas de Portugal, que impide el paso de las borrascas oceánicas hacia la Península Ibérica, las cuales se desplazan hacia el norte de Europa, en especial al Reino Unido. En segundo lugar, las barreras naturales formadas por montañas generan un efecto Foehn, el cual genera que las borrascas y la humedad se quede atrapada en por la montaña. Este fenómeno causa que la borrasca, que existen en la zona de clima oceánico, se vaya perdiendo con su paso por la zona continental, para que exista casi nula humedad y borrascas en la zona sur-este.

Clima oceánico

El clima oceánico se encuentra, principalmente, en Galicia, Asturias, Cantabria, parte del País Vasco, Navarra y, en menor medida, Aragón. Está muy influenciado por el Océano Pacífico, ya que este se encarga de atenuar las temperaturas extremas que podría haber en las costas oceánicas.

Estos climas son característicos por la presencia de lluvias en un régimen uniforme de larga duración con una intensidad relativamente baja, lo cual ocasiona una precipitación grande a lo largo del año. Por ejemplo, en Alicante se obtiene aproximadamente 1800 milímetros de precipitación anuales, consiguiéndose una humedad relativamente alta. Esto último es la causa de la extensa vegetación que existe en todo el norte de España.

Con respecto de la temperatura, la amplitud térmica no es grande, a comparación de otros climas españoles. Las temperaturas pueden oscilar entre 8 a 15° centígrados de temperatura media, dependiendo de la estación. Esto es gracias al Océano Pacífico que absorbe los excesos de temperatura alta, y ayuda a regular las temperaturas muy bajas.

Continental

Las principales comunidades autónomas que tienen este tipo de clima son la de Castilla y León, Castilla la Mancha, Aragón, parte de Andalucía, parte de Cataluña y gran parte de Aragón. A diferencia del clima oceánico, acá no existe el efecto atenuador de temperaturas que podría generar un océano.

Estos climas son característicos por la falta de borrascas a causa del efecto foehn que genera la Cordillera Cantábrica. Los vientos que vienen del Océano Atlántico hacia el Mediterráneo pasan la mencionada cordillera y llegan a las zonas con clima continental con una temperatura mayor y con menos humedad, lo que se conoce como aire seco. Este fenómeno se da a causa de que el aire frío “deja” su humedad, en las zonas oceánicas, a causa de las cordilleras, y finalmente baja hacia las zonas mediterráneas con un mayor gradiente de temperatura. Las lluvias son escasas, pero son de muy alta intensidad (100 a 150mm) y con periodos de tiempo cortos cuando se dan.

La temperatura tiene una amplitud grande entre las estaciones frías y calientes. Por ejemplo, en la Comunidad de Madrid se tiene temperaturas máximas de hasta 40°C en verano y en invierno se llega hasta -2°C.

Mediterráneo

Clima propio de las comunidades autónomas que se encuentran junto al Mar Mediterráneo. Las comunidades autónomas que se encuentran al sur, tales como Andalucía, Murcia o Extremadura, sufren de falta de lluvias y un rango de temperatura máximas y mínimas mayores en comparación a las comunidades de Cataluña y Valenciana.

El clima en general es parecido al clima continental, pero más atenuado en cuanto a las temperaturas máximas y mínimas. La humedad es relativamente más alta por la presencia del mar Mediterráneo.

Montaña

Un clima de montaña se considera, generalmente, cuando la altura es mayor de 1000 metros sobre el nivel del mar. Estos climas se pueden encontrar principalmente en los

Pirineos, la Cordillera Cantábrica, los montes de León, las cordilleras Béticas, etc. Estas montañas o cordilleras están ubicadas a lo largo de toda España y son las responsables del efecto Foehn causante del particular clima continental.

En general, el clima de montaña tiene una amplitud térmica relativamente grande, con una temperatura máxima en verano de hasta 24°C, dependiendo de la altura, bajando 0.5 o 1°C por cada 100 metros adicionales de altura. Las lluvias en época de invierno son prácticamente nieve debido a las frías temperaturas.

No se puede generalizar el clima de montaña para todas las cordilleras existentes en España, ya que cada montaña tendrá sus características particulares dependiendo de su ubicación espacial, sin embargo, comparten características comunes como líneas arriba se explicó. Por ejemplo, el clima en la Cordillera Cantábrica tendrá diferentes temperaturas y humedad al clima de los Pirineos. Incluso el clima dentro de los Pirineos variará ligeramente dependiendo de en que ubicación se encuentra (si más cerca al océano Pacífico o Mediterráneo). Esta particularidad se explicarán líneas abajo en el apartado de “Los Pirineos”.

Subtropicales

Las Islas Canarias tienen un clima subtropical muy variable dependiendo de la altura sobre el nivel del mar y la cercanía al continente africano.

Las islas más cercanas al África tendrán una temperatura media más alta y con menor humedad, lo que no favorece la presencia de vegetación a diferencia de las islas más alejadas del África.

Los vientos alisios del Océano Atlántico provocan que las nubes choquen con las superficies montañosas de las islas, lo cual genera la precipitación a una altura entre los 600 a 1400 metros sobre el nivel del mar. Gracias a este fenómeno se observa una zona con más humedad y mayor vegetación en el rango de alturas mencionado y por el lado donde las nubes chocan, formando los famosos pisos de vegetación de Canarias.

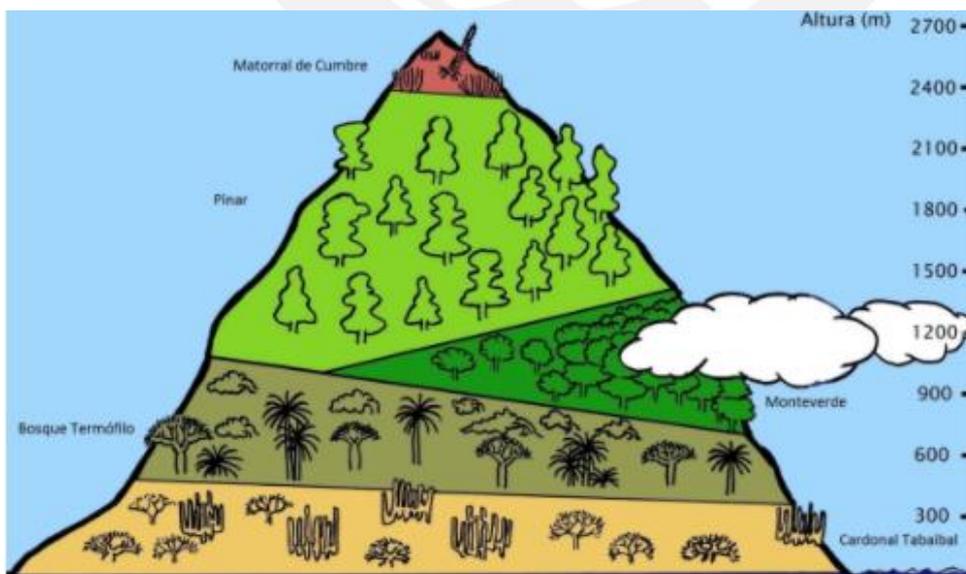


Ilustración 2: Pisos de vegetación de Canarias

Fuente: guiadidacticafloraieslalaboral.blogspot.com.es

LOS PIRINEOS

La zona montañosa de los Pirineos se extiende desde el cabo de Creus, ubicado en la comunidad de Cataluña, hasta unirse con la cordillera Cantábrica, haciendo su paso por las comunidades de Aragón y Navarra. El clima de los Pirineos es de montaña con la tendencia características de temperatura, humedad, vegetación y amplitud térmica propios de montaña. Sin embargo, el clima no es el mismo en toda la extensión de los Pirineos debido a dos factores: La variabilidad de altura y la influencia de los océanos Atlántico y Mediterráneo. En la siguiente imagen se puede observar la temperatura media anual (izquierda) y las precipitaciones anuales (derecha) desde el año 1950 hasta el 2010.

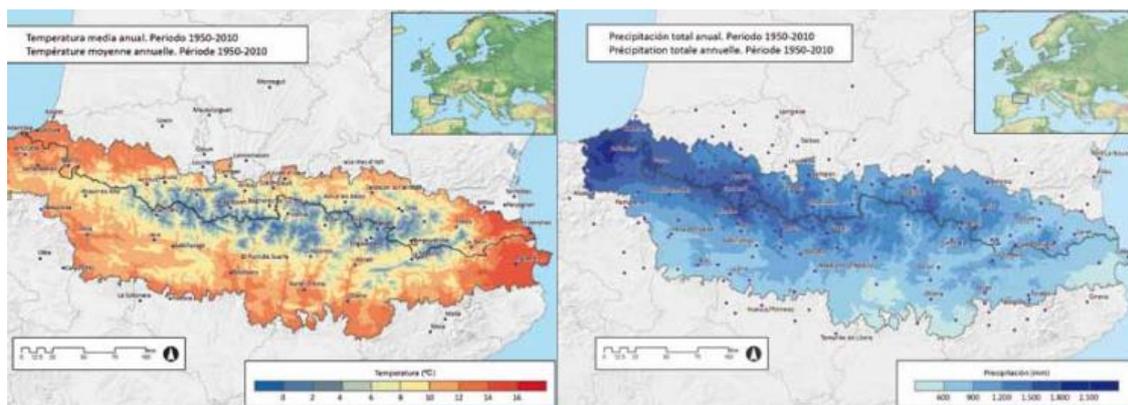


Ilustración 3: Temperaturas y precipitaciones medias en los Pirineos

Figura tomada de El clima de los pirineos: base de datos y primeros resultados

Dentro de los Pirineos se encuentran alturas superiores a los 3000 m con una altura máxima de 3400m (en el pico Aneto). A medida que la altura es mayor, la temperatura va reduciendo, hasta llegar a -23°C en invierno y 16°C en verano de temperatura en promedio. Por otro lado, en la zona de Benasque (ubicada a 1110m) presenta unas temperaturas de 27°C en verano y -2°C en promedio.

Por otro lado, el pirineo es una frontera climática natural entre los océanos Atlántico y Mediterráneo, por lo tanto, el clima es fuertemente condicionado por estos. El primero de estos genera una corriente de aire fría y borrascas provenientes del mar del Norte en combinación con el anticiclón de Azores, lo que provoca una humedad mayor y temperaturas menores en el noreste de los Pirineos. En el sureste de los Pirineos sucede lo contrario, ya que el mar Mediterráneo tiene una temperatura más elevada y débiles corrientes de aire. Este fenómeno se puede observar en la anterior imagen derecha, en donde se observa mayores precipitaciones durante todo el año, llegando a ser entre 2000 a 2500mm en las montañas del País Vasco, hasta 1000 a 1500 mm en las zonas con menos borrascas (Cataluña). El clima varía a lo largo de toda la extensión de las montañas pirinaicas dependiendo de la cercanía a la parte noreste o suroeste, asemejándose más conforme se acerca al océano Atlántico o al mar Mediterráneo.

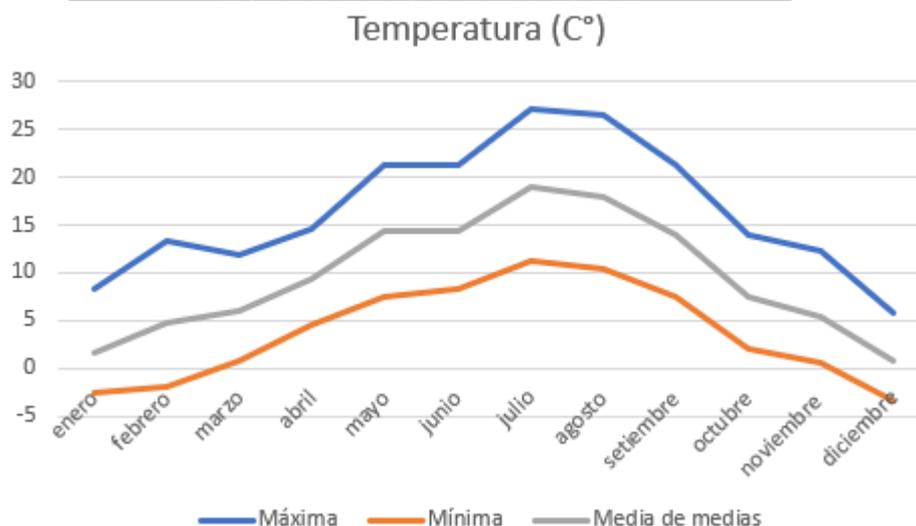
CLIMA DE BENASQUE

El clima de Benasque tiene características puramente montañosas como las explicadas líneas arriba, sin embargo, la ubicación geográfica determina la temperatura, precipitación y velocidad de viento particulares de la zona. Benasque se encuentra en la zona pirenaica de Aragón, el cual está ubicado justo en medio de la costa cantábrica y catalana.

Es de mucho interés conocer de manera cuantitativa los parámetros climáticos principales de la zona en la que se desarrollará el presente proyecto. Por ello, se ha recolectado datos de una estación meteorológica cercana ubicada en la localidad de Linsoles, a pocos metros de la antigua depuradora, en la que ahora se construirá la nueva EBAR2. Los datos más actuales son del 2020 que son proporcionados por una estación Davis Vantage Pro 2 perteneciente al portal web climaynievepireneos (www.climaynievepireneos.com) ubicada a 1110 metros de altitud.

Temperatura

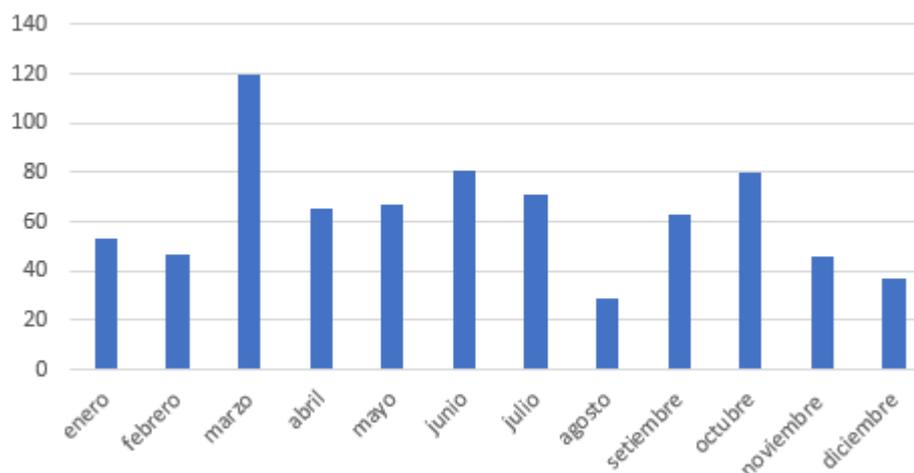
| Temperatura | C° | | |
|-------------|--------|--------|-----------------|
| | Máxima | Mínima | Media de medias |
| enero | 8.4 | -2.5 | 1.7 |
| febrero | 13.4 | -1.9 | 4.8 |
| marzo | 11.9 | 0.8 | 6.1 |
| abril | 14.6 | 4.6 | 9.4 |
| mayo | 21.4 | 7.4 | 14.4 |
| junio | 21.2 | 8.3 | 14.4 |
| julio | 27.2 | 11.2 | 18.9 |
| agosto | 26.5 | 10.4 | 18 |
| setiembre | 21.3 | 7.5 | 13.9 |
| octubre | 14 | 2 | 7.4 |
| noviembre | 12.3 | 0.6 | 5.3 |
| diciembre | 5.8 | -3.4 | 0.8 |



Precipitación

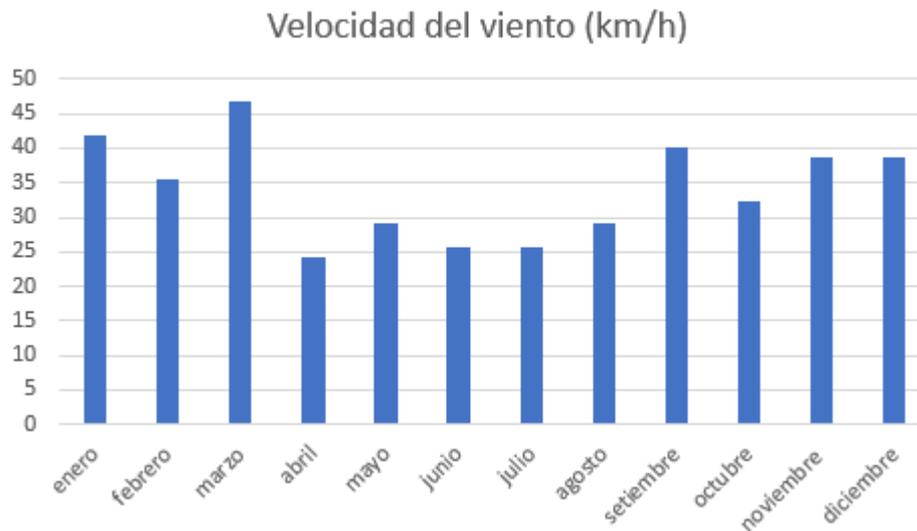
| Precipitación | Máxima (mm) |
|---------------|-------------|
| enero | 53.4 |
| febrero | 46.5 |
| marzo | 119.6 |
| abril | 65 |
| mayo | 66.8 |
| junio | 80.6 |
| julio | 71.2 |
| agosto | 28.6 |
| setiembre | 62.6 |
| octubre | 79.8 |
| noviembre | 45.6 |
| diciembre | 36.7 |

Precipitación máxima 2020 (mm)



Velocidad de viento máxima

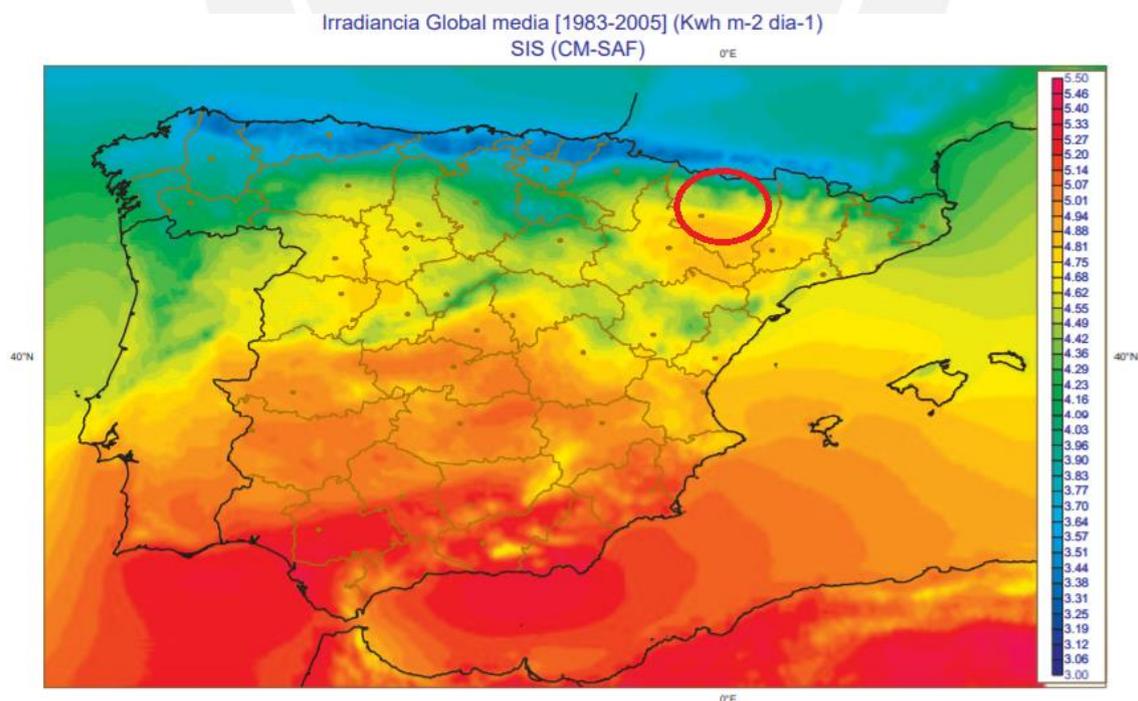
| Vientos | Magnitud (km/h) | Dirección |
|-----------|-----------------|-----------|
| enero | 41.8 | WSW |
| febrero | 35.4 | WSW |
| marzo | 46.7 | WSW |
| abril | 24.1 | WSW |
| mayo | 29 | WSW |
| junio | 25.7 | SW |
| julio | 25.7 | SW |
| agosto | 29 | NNW |
| setiembre | 40.2 | NNW |
| octubre | 32.2 | NNW |
| noviembre | 38.6 | WSW |
| diciembre | 38.6 | SSW |



Radiación solar

La radiación se mide en la energía por metro cuadrado que se transmite del sol. Para este apartado, se consultará el Atlas de radiación solar en España, enfocándose en la Comunidad de Aragón, ya que el estudio no abarca pequeños territorios como Benasque, y considera que los valores de radiación son iguales o semejantes en todo el territorio de Aragón. Cabe mencionar que el periodo de la toma de datos data del año 1983 hasta el 2005.

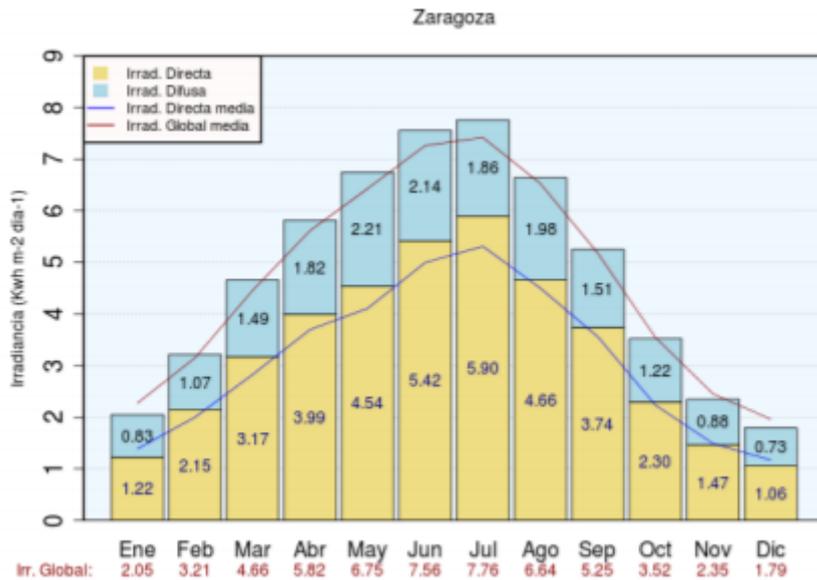
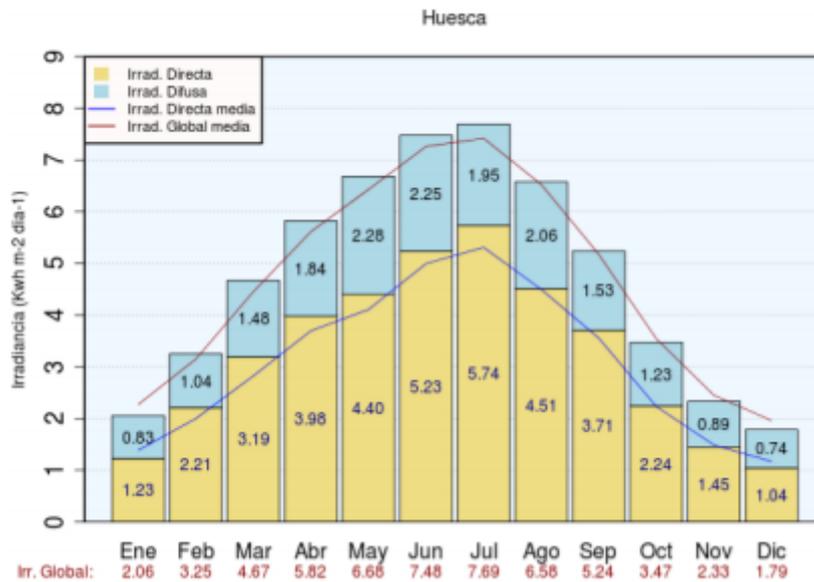
Los gráficos utilizados en esta sección son sacados del “Atlas de Radiación Solar en España” de la Agencia Estatal de Meteorología AEMET. En el siguiente gráfico se observa la Irradiancia Global media en kWh/m² por día en toda la región de España.

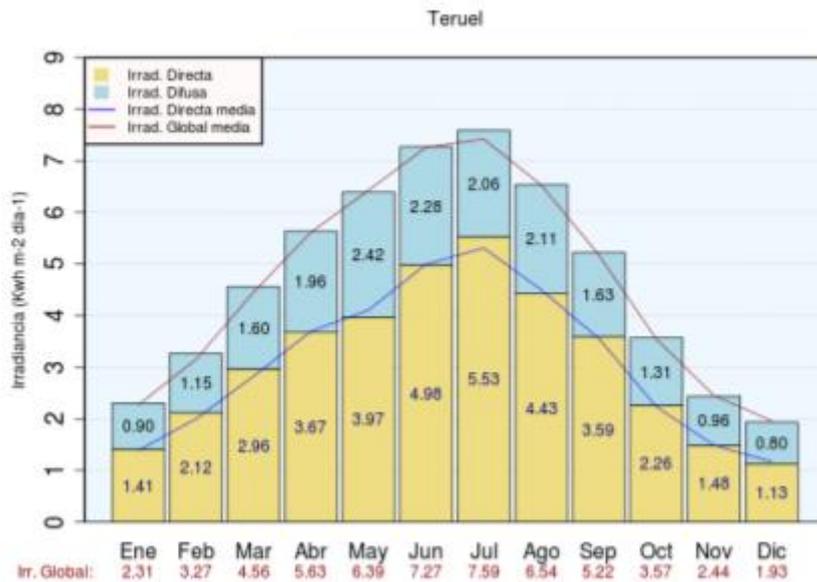


Dentro de la zona en estudio, se observa una irradiación solar media de 4,5 kWh/m² por día durante todo el año. Pero esta radiación variará con respecto a la estación del año, de la siguiente forma:

- Irradiación global media en primavera: 4.8 kWh/m² por día
- Irradiación global media en verano: 6.5 kWh/m² por día
- Irradiación global media en otoño: 3.7 kWh/m² por día
- Irradiación global media en invierno: 2.9 kWh/m² por día

De modo de resumen, podemos observar los siguientes gráficos en los cuales indica la irradiación global y directa a lo largo de un año promedio. Cabe mencionar que la irradiación directa es aquella que no considera la irradiación difusa.

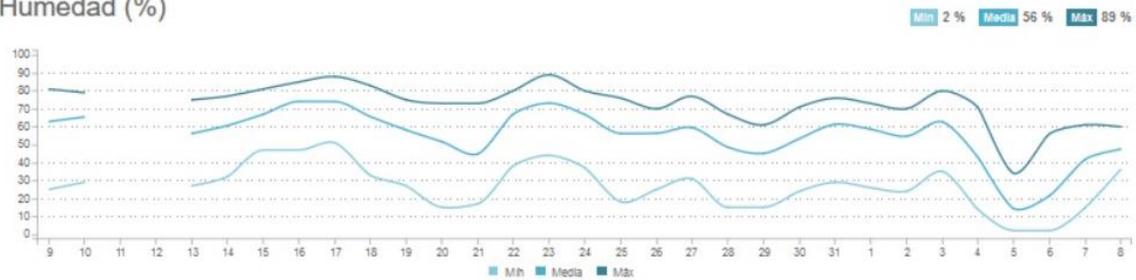




Humedad

La humedad es muy variable en el Valle de Benasque, habiendo máximos históricos de más de 80% y mínimos de 0%. La estación meteorológica ubicada en la Casa Bringasort, con coordenadas 42° 36' 20" N 0° 31' 24" E muestra la evolución de la humedad en porcentaje a lo largo de 30 días de un periodo de análisis promedio.

Humedad (%)



Con valores mínimos de 2%, máximos de 89% y de media de 56%.

Conclusiones

Benasque tiene un particular clima de montaña y valle con unas temperaturas máximas de 27.2° en julio (de media 18.9°) y de mínimo -3.4° en diciembre (de media 0.8°). Las precipitaciones máximas registradas son de 120 mm durante el mes de marzo y de 756.4 mm durante todo el año. En cuanto a la irradiación solar, a Benasque llega 4.8 kWh/m² de media durante un año promedio, lo cual es uno de los lugares con menor irradiación de España, comparándolo con Zaragoza, Cantabria o Tenerife que llega a 5.4 kWh/m².





Anexo N°7: Dimensionamiento

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| PARAMETROS DE DISEÑO | 4 |
| Caudales | 4 |
| Características del agua residual..... | 4 |
| Cargas contaminantes..... | 4 |
| Habitantes equivalentes..... | 5 |
| Concentraciones de vertido exigidas | 5 |
| SOLUCIÓN PARA LA EDAR DE AERACIÓN PROLONGADA..... | 6 |
| DIMENSIONAMIENTO LINEA DE AGUA | 7 |
| Pozo de gruesos y bombeo | 7 |
| Reja de gruesos | 7 |
| Pretratamiento..... | 7 |
| Desbaste..... | 7 |
| Pretratamiento compacto..... | 9 |
| Tratamiento biológico..... | 13 |
| Eliminación de nitrógeno | 13 |
| Eliminación de fósforo | 14 |
| Edad del fango necesaria (θ_c) | 14 |
| Cálculo del volumen del reactor (anóxico + aerobio) | 14 |
| Volumen del reactor anóxico + aerobio..... | 16 |
| Dimensionamiento de reactores..... | 16 |
| Necesidades de oxígeno..... | 18 |
| Consumo horario de oxígeno con puntas | 19 |
| Necesidades de hierro..... | 20 |
| Decantación secundaria | 20 |
| DIMENSIONAMIENTO LINEA DE FANGO..... | 23 |
| Espesamiento por gravedad de fango biológico | 23 |
| Deshidratación con centrifugas..... | 24 |
| Anexo 1..... | 25 |

INTRODUCCIÓN

El cálculo del proceso de una planta de fangos activos se realiza principalmente bajo las recomendaciones de la norma alemana ATV a-131 del año 2000. Esta norma recomienda criterios en base a estudios experimentales y experiencia en la construcción de este tipo de plantas de fangos activos.

El proceso de dimensionamiento consiste en escoger unos parámetros y dimensiones para los distintos procesos de una depuradora, en función al caudal medio y máximo, así como también las cargas contaminantes más comunes como es la DBO₅, pero también este proceso elimina nitrógenos y fósforos de las aguas. Estos parámetros se calcularon bajo un estudio de aforo y analítica mencionado en el anexo 2 del presente proyecto.

En el presente anexo se utilizará las recomendaciones de la norma alemana antes mencionada, así como también recomendaciones de experiencia impartidas en el curso de Abastecimiento y Saneamiento del Máster de Caminos. Los gráficos e imágenes son obtenidos de los apuntes de la profesora Isabel del Castillo, así como de la empresa Hidrometálica.



PARAMETROS DE DISEÑO

Dado el estudio de caudales y carga contaminante que se estudió en el anexo n°2 de “Caudales y Carga Contaminante”, se resume en dos tablas los parámetros principales para el dimensionamiento del proceso de depuración.

Caudales

Los caudales para considerar para el dimensionamiento serán en función únicamente al caudal medio diario, ya que los caudales medidos máximos o punta son menores a los recomendados por norma.

- $Q_{\text{max pretratamiento}} = 5 \cdot Q_d$
- $Q_{\text{max después del pretratamiento}} = 2.5 \cdot Q_d$
- No consideramos un Q_{punta} , ya que nuestro reactor biológico no tendrá eliminación biológica de fósforo.

| Caudal | Nomenclatura | m ³ /d |
|-------------------------------|-------------------------|-------------------|
| Diario | Q _d | 2700 |
| Máximo pretratamiento | Q _{maxpret} | 13500 |
| Máximo después pretratamiento | Q _{maxdespret} | 6750 |

Características del agua residual

Las características residuales que se miden en un agua residual son las siguientes:

| Contaminante | Nomenclatura | | Unidad |
|------------------------------|-----------------------|-----|--------|
| Demanda biológica de oxígeno | DBO ₅ | 200 | mg/l |
| Sólidos en suspensión | SST | 150 | mg/l |
| Nitrogeno | NTK | 50 | mg/l |
| Fósforo | PT | 5 | mg/l |
| Temperatura | T _{verano} | 22 | °C |
| Temperatura | T _{invierno} | 10 | °C |

Cargas contaminantes

Para obtener la carga contaminante que recibe la depuradora en un día, se considera el caudal diario (2700m³/día). Se considera la carga de contaminantes en la entrada de la depuradora.

| Carga | kg/d |
|------------------|------|
| DBO ₅ | 540 |
| SST | 405 |
| NTK | 135 |
| Pt | 13.5 |

Habitantes equivalentes

Los habitantes equivalentes son definidos por normativa como la cantidad diaria de DBO5 de un habitante en promedio por día bajo la siguiente proporción:

$$1h\text{-eq} = 60 \text{ gr DBO5/día}$$

Con lo cual se tendrá 9000 habitantes equivalentes.

Concentraciones de vertido exigidas

Consideramos el Real Decreto 509/1996, de 15 de marzo, en el cual se establecen las concentraciones de vertido exigidas en una depuradora en una zona rural sensible de agua dulce. En el anexo 1 del presente anexo se podrá observar los a mayor profundidad los requisitos vertidos de los distintos contaminantes, así como los criterios por los cuales se determinó que la zona de Benasque es sensible.

En la siguiente tabla observamos la concentración máxima exigida de cierto contaminante y el porcentaje de reducción mínima exigida. Se seguirá el criterio más restrictivo de los dos anteriores.

| Parametro | Concentración (mg/l) | Porcentaje de reducción (%) |
|-----------|----------------------|-----------------------------|
| DBO5 | 25 | 70 - 90 |
| DQO | 125 | 75 |
| SST | 30 | 70 |
| PT | 2 | 80 |
| NTK | 15 | 70 - 80 |

SOLUCIÓN PARA LA EDAR DE AERACIÓN PROLONGADA

La solución a considerar tendrá dos líneas: de agua y de fango.

La línea de agua empezará con un pretratamiento que consistirá en un pozo de gruesos y bombeo, en los cuales se tratará de quitar las partículas más grandes como troncos de árboles o desperdicios, para luego estos ser retirados con una pala. El agua pasará por unas rejas grandes hacia un bombeo que la conducirá hacia un desbaste en el cual se filtrará el agua mediante unas rejas aún más pequeñas, para luego pasar por un desarenado y desengrasado que tendrán como principal función retirar la grasa y arenas que dificultarían el proceso biológico. El agua sale del pre tratamiento para entrar en los reactores biológicos (excluyendo un decantador primario) para empezar el proceso biológico con bacterias. Las dos opciones a contemplar serán un proceso de “flujo pistón” o “carrusel”, en los cuales no se considerará reactor anaerobio debido a que no existe demanda de eliminación de fósforo por toma incrementada.

La línea de fango empieza a la salida del decantados secundario, en donde el caudal que no se recircula se trata de espesar en un espesador de gravedad con el fin de reducir su volumen del fango. Seguidamente se reducirá la cantidad de agua del fango mediante una deshidratación con centrifugas.



DIMENSIONAMIENTO LINEA DE AGUA

Pozo de gruesos y bombeo

Para el cálculo de los elementos pertenecientes al pozo de gruesos se calculará con el caudal máximo de pretratamiento de 562.5 m³/hr. Los parámetros de diseño son los siguientes:

- Tiempo de retención (tr) mayor a 30 segundos. Tomaremos 60 segundos
- Velocidad ascensional menor o igual a 250m/h
- Altura mínima de 2 metros
- Planta cuadrada y fondo tronco piramidal con ángulo de 60°
- Arista mínima de 2 metros para maniobras de la cuchara bivalva

Superficie horizontal:

$$Sh = \frac{Q_{maxpret}}{V_{asc}} = \frac{562.5}{250} = 2.25m^2$$

Volumen:

$$Vol = Q_{max} * Tr = 0.1563 * 60 = 9.4m^3$$

Altura:

$$h = \frac{Vol}{Sh} = 4.18 m$$

Notemos que sale una altura elevada, por lo cual tomaremos una arista de 3.5 metros

$$Sh = 2.5 * 2.5 = 6.25m^2$$

Con una altura h = 2m

$$Vol = 2 * 2.5 * 2.5 = 12.5m^3$$

Comprobación:

$$V_{asc} = \frac{Q_{max}}{Sh} = 90 < \frac{250m}{h} \quad OK!$$

Reja de gruesos

Se dispone de unas rejas verticales espaciadas cada 10 cm de eje a eje, siendo el espesor de 2 cm.

Pretratamiento

En todo el procedimiento se dimensionará dos líneas de tratamiento exactamente iguales y en paralelo con el fin de tener la facilidad de realizar un mantenimiento periódico en cada una de las líneas en distintos momentos.

Desbaste

Se trabajará con los siguientes parámetros de diseño:

- Caudal máximo por línea (Q_{maxunt}) igual a 281.25 m³/hr (0.078m³/s)
- Velocidad de aproximación (v_a) menor o igual a 1m/s
- Velocidad de paso entre barros menor o igual a 1.5m/s

- Canal:
 - o Relación ancho/altura entre 0.5 a 1
 - o Ancho mínimo de 0.3m
 - o Altura mínima de 0.4m

Reja de gruesos tendrá las siguientes características

- Separación entre barrotes $E=5\text{cm}$
- Espesor de los barrotes $e=1\text{cm}$
- Angulo de inclinación de la reja de 70°
- Coeficiente de atasco máximo $c=0.7$
- Velocidad de paso entre los barrotes $v=1.4\text{m/s}$
- Factor de forma de la barra $B=1.67$
- Altura cinética de flujo (h_v) igual a 0.1m

Cálculo de la sección mínima del canal en cada línea

$$S = \frac{Q * (e + E)}{v * E * c} = 0.096 \text{ m}^2$$

Consideramos las medidas mínimas que son una altura de 0.4m y un ancho de 0.3m para el canal con lo cual obtenemos una sección S de 0.12m^2

Cálculo de la pérdida de carga (h_l)

$$h_l = B * \frac{e^{\frac{4}{3}}}{E} h_v * \text{sen}(\text{alpha}) = 0.02\text{m}$$

El nivel de agua antes de las rejillas: $h+h_l=0.4+0.02 = 0.42\text{m}$

Para comprobar la velocidad del agua en el canal usamos la velocidad de aproximación

$$v_a = \frac{Q_{\text{max}}}{\text{sección aguas arriba de la rejilla}} = \frac{0.23}{0.42 + 0.3} = 0.62 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se observa que la sección teórica necesaria para el canal es de 0.096 m^2 , mientras que la sección propuesta es de 0.12 m^2 , por línea, con lo cual se está sobredimensionando el 50% de la sección necesaria en los dos canales. Bajo las mismas recomendaciones y dimensiones mínimas de diseño seguidas en el presente anexo, se procedería a sobredimensionar de la misma manera la reja de finos, el desarenador y el desengrasador, lo que encarecería la obra civil de manera innecesaria, cabe mencionar que estas recomendaciones mínimas son por la facilidad de proceso constructivo y manejo del material (hormigón) en obra, además por las necesidades de espacio para el mantenimiento y no es factible reducir las dimensiones a valores inferiores que los mínimos recomendados. Por lo mencionado anteriormente, se procede a utilizar un pretratamiento compacto prefabricado de tamizado, desarenado y desengrasado.

Pretratamiento compacto

Para el pretratamiento compacto utilizaremos el catálogo de la empresa Hidro Metálica (en el anexo 1 del presente documento se muestra el catálogo) y el caudal máximo de pretratamiento indicado líneas arriba con dos líneas de tratamiento.

El pretratamiento compacto se puede dividir en tres partes: desbaste, desarenado y desengrasado. En la siguiente imagen se puede observar una maquina con las partes señaladas.



El agua residual entra por la brida del desbaste para pasar por un tamiz que separa el agua de las partículas sólidas. Estas a su vez son elevadas mediante un tornillo de Arquímedes hacia la parte más alta de la máquina para ser ahí compactadas y deshidratadas para ser almacenadas. El agua filtrada pasa a la siguiente cámara donde se le inyecta aire desde la base con el fin de que las burbujas se adhieran a los sólidos orgánicos y grasas, facilitando la flotación para luego ser retirados por una barredora superficial. En cuanto a las arenas que decantan, estas son conducidas por un tornillo sinfín horizontal hasta la entrada de un tornillo de Arquímedes que las va retirando hasta su almacenamiento. En la siguiente imagen se puede observar el procedimiento descrito. Figuras obtenidas del catálogo de Hidro Metálica.

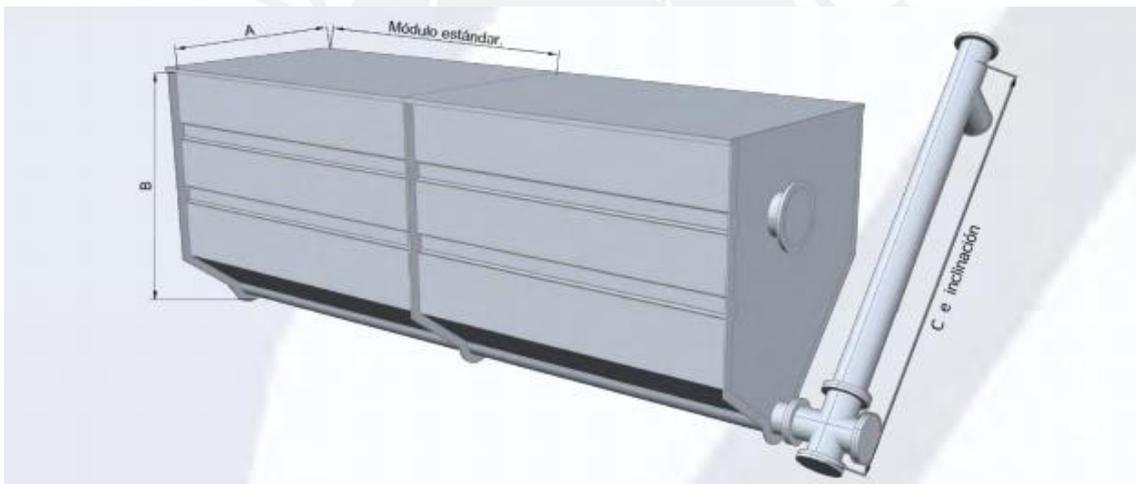


El caudal a tratar será la mitad del caudal máximo de pretratamiento, ya que se considera dos líneas. En este caso será un caudal de 281.25 m³/hr, con lo cual se podrá escoger la planta desarenadora y desengrasadora (PDD) y el tornillo tamiz compactador (TTC). En el anexo 1 se mostrará las tablas del catálogo para dimensionar el pretratamiento compacto.

Primero se escoge la planta (PDD) en función del caudal, según la tabla 1 y en función al caudal máximo. Se toma el modelo PDD-M-4 que tiene como caudal máximo 306 m³/hr, tamaño medio (M) y con cuatro módulos. Seguidamente, escogemos el tornillo tamiz compactador (TTC) según la tabla 2.1 y 2.2. En este caso, escogemos un TTC con chapa perforada de la tabla 2.1 y el modelo TTC-5 con una luz de paso de 1 mm. Con lo anterior, queda dimensionada el pretratamiento compacto, tanto sus dimensiones como la demanda energética. La información obtenida se resume en las siguientes tablas.

Elección de caudal y soplante

| MODELO | MÓDULOS | CAUDAL MÍN. | CAUDAL MÁX. | SOPLANTE | POTENCIA | PRESIÓN |
|------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| Referencia | Unidades | m ³ /h (l/s) | m ³ /h (l/s) | m ³ /h | kW | bar |
| PDD-M-4 | 4 | 216 (60) | 306 (85) | 55 | 3,3 | 0,4 |



Características dimensionales

| Especificación | PTC-M-"X" |
|--|----------------|
| Cota A | 1.530 |
| Cota B | 1.800 |
| Cota C | Variable |
| Altura depósito | 1.985 |
| Anchura desengrasado | 400 |
| Ø Entrada agua bruta | Según TTC |
| Ø Salida agua tratada | DN-300 |
| Ø Transporte arenas | 200 (pl.60x10) |
| Ø Extracción arenas | 200 (pl.60x10) |
| Entrada agua bruta | 1.960 |
| Salida agua tratada | 1.570 |
| Salida arenas | Variable |
| Potencia Transporte | 0,55 KW |
| Potencia Extracción | 1,1 KW |
| Potencia Flotados | 0,18 KW |
| "X" - Número de módulos. | |
| Cada módulo tiene una longitud estándar de 2 metros. | |
| Cotas en mm. | |

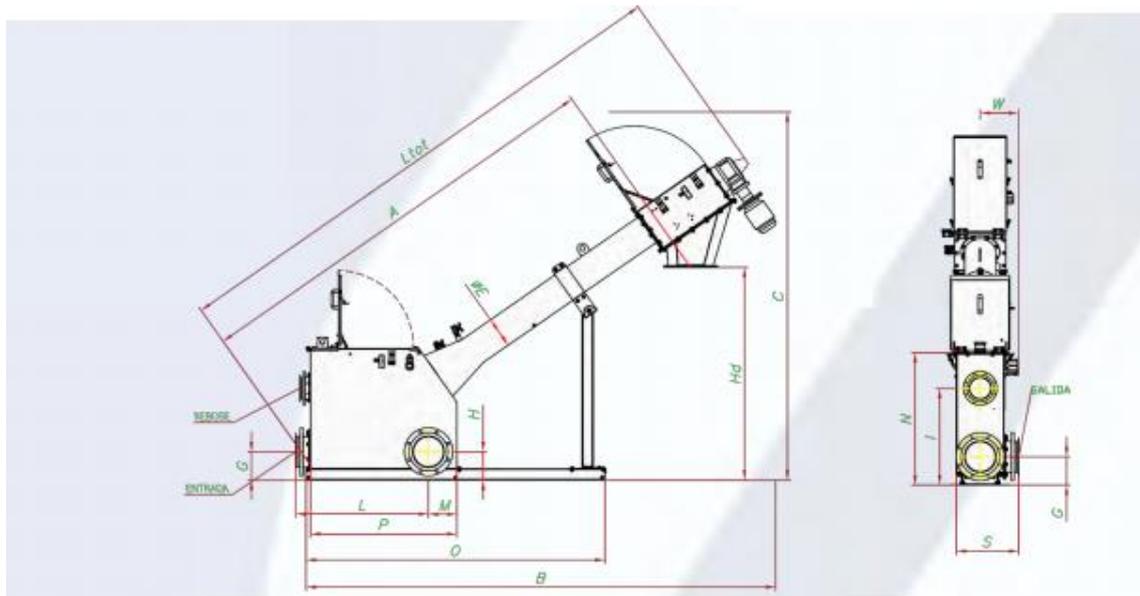
Elección de TTC con chapa perforada

| Luz de paso | TTC-2-"X" | TTC-3-"X" | TTC-4-"X" | TTC-5-"X" | TTC-6-"X" | TTC-7-"X" |
|---|-------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| mm | m ³ /h | | | | | |
| 1 | 50 | 90 | 130 | 270 | 360 | 530 |
| "X" - Luz de paso, a determinar según caudal. | | | | | | |

Características dimensionales

| | TTC-5-"X" |
|---|----------------|
| Ø Hélice de entrada | 500x200 |
| Ø Hélice de transporte | 200 (pl.60x10) |
| Longitud reducción | 560 |
| Ø Entrada | DN-300 |
| Potencia | 1,1 KW |
| "X" - Luz de paso, a determinar según caudal. | |
| Cotas en mm. | |

Características dimensionales de TTC



| | A | B | C | E | G | H | Hd | I |
|-----------|------|------|------|------|------|-----|------|--------|
| TTC-5-"X" | 2955 | 3305 | 2300 | 219 | 250 | 250 | 1500 | 850 |
| | L | M | N | O | P | S | W | Ltotal |
| TTC-5-"X" | 1255 | 250 | 1230 | 2155 | 1400 | 680 | 370 | 3665 |



Tratamiento biológico

El reactor biológico tendrá la función de degradar la materia orgánica, nitrificar, desnitrificar y eliminación de fosforo mediante adición de reactivos. En las siguientes líneas se dimensionará el reactor biológico y decantador secundario en función de los parámetros de diseño. Todas las recomendaciones y valores típicos fueron tomados del curso Sistemas de Abastecimiento y Saneamiento.

Eliminación de nitrógeno

i. Balance de nitrógeno

El nitrógeno amoniacal entra al reactor en donde la biomasa toma nitrógeno en una cantidad igual al 5% de la cantidad de DBO5, también consideraremos que siempre existe unas fugas de 2mg/l.

Entra: 55mg/l

Toma biomasa: 15mg/l

Fugas: 2mg/l

Para nitrificar:

$$50 - 10 - 2 = 38 \text{ mg/l}$$

Para desnitrificar 15 mg/l (por norma) menos las fugas

$$38 - (15 - 2) = 25 \text{ mg/l}$$

ii. Recirculación necesaria

La relación entre la cantidad a desnitrificar y nitrificar debe ser inferior al factor “n” que es función de la recirculación externa (Q_{re}), la recirculación interna (Q_{ri}) y el caudal de diseño Q . Según recomendaciones, el caudal externo debe ser igual al caudal de diseño.

$$n = \frac{Q_{ri} + Q_{re}}{Q + Q_{ri} + Q_{re}}$$

Si considero un caudal de recirculación interna igual al caudal de diseño, el factor “n” será igual a 0.67 y se cumple la condición requerida:

$$\frac{25}{38} = 0.658 < n = 0.67$$

Con $Q_{ri} = Q$ se obtiene:

- Desnitrificación posible: $0.67 \cdot 38 = 25.5 \text{ mg/l}$
- Salida de nitratos (NO_3^-) al exterior podrá ser: $38 - 25.5 = 12.5 \text{ mg/l}$
- Salida de nitrógenos total: $12.5 + 2 = 14.5 \text{ mg/l} < 15 \text{ mg/l}$ (normado)

Eliminación de fósforo

De igual manera que en el caso anterior, la cantidad de fosforo que sale en forma de fugas es 2 mg/l, pero en este caso la biomasa toma fosforo igual a 1% de la cantidad de DBO5.

Entra: 5 mg/l

Toma biomasa: 2 mg/l

Fugas: 2 mg/l

Eliminación por precipitación química: $5 - 2 - 2 = 1$ mg/l.

Edad del fango necesaria (θ_c)

Para un proceso de estabilización, se tiene una formula normada para considerar el valor mínimo de días necesarios para la estabilización del fango dentro del reactor en función a la temperatura del agua residual. Además, establece un valor de días mínimo de 16 días.

$$\theta_c \geq 25 * 1.072^{12-T}$$

θ_c en invierno. Si se tiene una temperatura de 10°C , se considera para la formula una temperatura de 10°C

$$\theta_c = 25 * 1.072^{12-10} = 25 \text{ días}$$

θ_c en verano. Por cálculos obtenemos unos 12.5 días, pero tomaremos la recomendación mínima de 16 días.

$$\theta_c = 25 * 1.072^{12-22} = 12.5 \text{ días}$$

Cálculo del volumen del reactor (anóxico + aerobio)

iii. Porcentaje de zona anóxica necesaria

Para el cálculo del porcentaje de la zona anóxica se tendrá en cuenta el criterio de diseño de reactores biológicos de la Norma ATV A-131. Se necesita la relación entre el nitrato a desnitrificar (25 mg/l) y la cantidad de DBO5 (200 mg/l). Con dicha relación se entra a la tabla de diseño.

$$\frac{25 \text{ mg/l}}{200 \text{ mg/l}} = 0.13$$

| V_D/V_R | $S_{\text{NO}_3, \text{D}}/C_{\text{DBO}_5, \text{ER}}$ | |
|-----------|---|--|
| | Desnitrificación preconnectada y procesos comparables | Desnitrificación simultánea e intermitente |
| 0,2 | 0,11 | 0,06 |
| 0,3 | 0,13 | 0,09 |
| 0,4 | 0,14 | 0,12 |
| 0,5 | 0,15 | 0,15 |

Se obtiene:

- Volumen de zona anóxica: 30%
- Volumen de zona aerobia: 70%

iv. Producción de fangos

La producción de fangos es necesaria cuantificarla, ya que este parámetro se deberá calcular el volumen total del reactor biológico. En la siguiente figura se muestra las fórmulas para calcular la producción de fangos, tanto por materia orgánica, como por eliminación de fósforo. Cabe mencionar que la producción de fangos por materia orgánica dependerá si es invierno o verano.

Producción de fangos por materia orgánica

$$FE_{d,c} \text{ (kg SS/d)} = \left(C_{d,DBO5} \cdot \left(0,75 - \frac{0,10 \cdot \theta_c \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot \theta_c \cdot F_T} \right) \right) + (0,6 \cdot C_{d,SS})$$

$FE_{d,c}$ = Producción diaria de fangos debida a la eliminación de materia orgánica (kg SS/d)

$C_{d,DBO5}$ = Carga diaria de DBO₅ que entra al reactor (kg/d)

$C_{d,SS}$ = Carga diaria de SS que entra al reactor (kg/d)

$F_T = 1,072^{(T-15)}$

Producción de fangos por eliminación de fósforo

$$Fe_{d,p} \text{ (Kg SS/d)} = (3 \text{ kg SS x kg/d } P_{ELIM.BIO.}) + (6,8 \text{ kg SS x kg/d } P_{PRE.QUIM, Fe})$$

$Fe_{d,p}$ = Producción diaria de fangos debida a la eliminación de fósforo (kg SS/d)

$P_{ELIM.BIO.}$ = Fósforo eliminado por "toma incrementada" (kg/d)

$P_{PRE.QUIM, Fe}$ = Fósforo eliminado por precipitación química con cloruro férrico (kg/d)

PRODUCCION TOTAL DE FANGOS

$$Fe_d \text{ (Kg SS/d)} = Fe_{d,c} + Fe_{d,p}$$

Figura tomada de apuntes del curso "Sistemas de Saneamiento y Abastecimiento", del Máster en ingeniero de caminos UPM.

1. Por materia orgánica

Verano

$$Ft = 1.072^{22-15} = 1.63$$

$$FE = (0.2 * 2700) * \left(0.75 - \frac{0.1 * 16 * 1.63}{1 + 0.17 * 16 * 1.63} \right) + 0.6 * 0.15 * 2700 = 389 \text{ Kg/d}$$

Invierno

$$Ft = 1.072^{10-15} = 0.71$$

$$FE = (0.2 * 2700) * \left(0.75 - \frac{0.1 * 25 * 0.71}{1 + 0.17 * 25 * 0.71} \right) + 0.6 * 0.15 * 2700 = 409.4 \text{ Kg/d}$$

2. Por eliminación de fósforo (no hay proceso de eliminación por toma incrementada)

$$Fe = 6.8 * 0.001 * 2700 = 18.4 \text{ kg/d}$$

3. Fangos totales

Verano:

$$389 + 18.4 = 407.4 \text{ kg/día}$$

Invierno:

$$409.4 + 18.4 = 427.8 \text{ kg/día}$$

Volumen del reactor anóxico + aerobio

El volumen total del reactor dependerá de la edad del fango, de la producción de fangos y la concentración MLSS. Consideraremos un valor de 4 kg/m³. Utilizaremos la siguiente fórmula.

$$V_r \text{ (m}^3\text{)} = \frac{\text{Producción total de fangos (kg/d)} \times \theta_c \text{ (días)}}{\text{MLSS (kg/m}^3\text{)}}$$

Verano

$$V_r = \frac{16 * 407.4}{4} = 1629.6 \text{ m}^3$$

Invierno

$$V_r = \frac{25 * 427.8}{4} = 2673.75 \text{ m}^3$$

De los anteriores dos volúmenes de reactor, utilizaremos el volumen mayor (invierno) para dimensionar el reactor, y en el caso del verano, reduciremos la concentración de MLSS en el reactor para operar a la edad del fango que ha salido en verano (16 días), para obtener un ahorro de consumo de oxígeno.

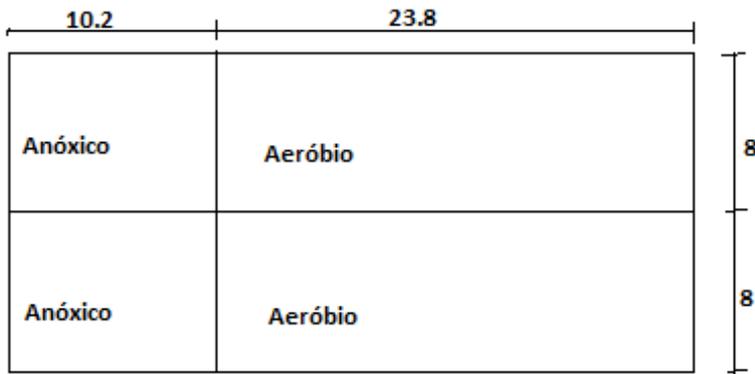
Dimensionamiento de reactores

La profundidad a considerar en el reactor será de 5 metros, ya que existe una superficie suficientemente amplia dentro de la parcela, además que las condiciones del suelo son buenas para la cimentación y no se evidenció la presencia del nivel freático. Las dimensiones de longitud (l) y ancho (a) en planta de los reactores será bajo la siguiente recomendación, dependiendo del tipo de reactor.

- Flujo pistón: l/a debe estar entre 4 a 5
- Carrusel: l/a deberá estar cerca de 3
- En ambos casos se considerará dos líneas.

v. Flujo pistón

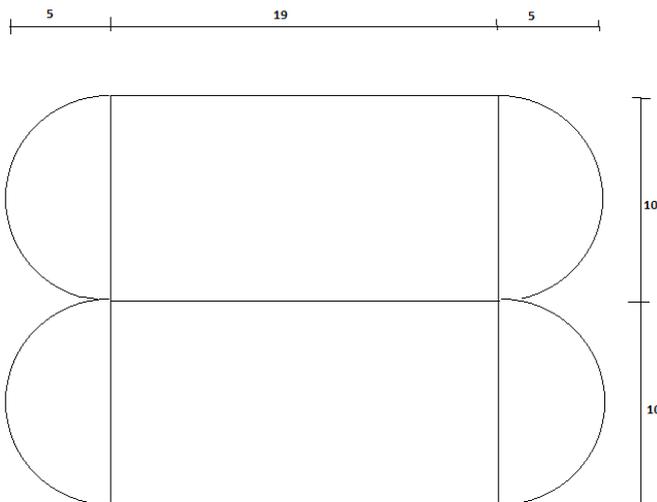
- o Superficie = $2673.8/5 = 534.76 \text{ m}^2$
 - o Superficie unitaria = $534.76/2 = 267.4 \text{ m}^2$
 - o Longitud l = 34m
 - o Ancho a = 8m
 - l/a = 4.25
 - o Volumen real unitario = $34*8*5 = 1360 \text{ m}^3$
 - o Volumen total = 2720 m³
- Esquema general con distancias en metros



vi. Carrusel

- Superficie = $2673.8/5 = 534.76 \text{ m}^2$
- Superficie unitaria = $534.76/2 = 267.4 \text{ m}^2$
- Longitud $l = 29\text{m}$
- Ancho $a = 10\text{m}$
 - $l/a = 2.9$
- Volumen real unitario = $(\pi \cdot 5^2 + 10 \cdot 19) \cdot 5 = 1342.7 \text{ m}^3$
- Volumen real = 2685.4 m^3

- Esquema general con distancias en metros



Necesidades de oxígeno

Para calcular las demandas de oxígeno se utilizará las siguientes fórmulas:

Por eliminación de materia orgánica

$$OC_{d,C} = C_{d,DBO_5} \cdot \left(0,56 + \frac{0,15 \cdot \theta_c \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot \theta_c \cdot F_T} \right) (\text{kg } O_2 / \text{d})$$

Por nitrificación

$$OC_{d,N} (\text{Kg } O_2/\text{d}) = 4,3 \text{ kg } O_2 \times \text{kg/d } (N-NH_4)_{\text{nitrificado}}$$

Por desnitrificación ("ahorro")

$$OC_{d,D} (\text{Kg } O_2/\text{d}) = - 2.9 \text{ kg } O_2 \times \text{kg/d } (N-NO_3)_{\text{desnitrificado}}$$

NECESIDADES TOTALES

$$\text{OXIGENO NECESARIO (Kg } O_2/\text{d)} = OC_{d,C} + OC_{d,N} - OC_{d,D}$$

C_{d,DBO_5} = Carga diaria de DBO_5 que entra al reactor (kg/d)

$$F_T = 1,072^{(T-15)}$$

Figura tomada de apuntes del curso "Sistemas de Saneamiento y Abastecimiento", del Máster en ingeniero de caminos UPM.

vii. Por eliminación de materia orgánica

Verano

$$OCc = 540 * \left(0,56 + \frac{0,15 * 16 * 1,63}{1 + 0,17 * 16 * 1,63} \right) = 691,2 \text{ kg } O_2/\text{día}$$

Invierno

$$OCc = 540 * \left(0,56 + \frac{0,15 * 25 * 0,71}{1 + 0,17 * 25 * 0,71} \right) = 660,3 \text{ kg } O_2/\text{día}$$

viii. Por nitrificación

$$OCc = 4,3 * (0,038 * 2700) = 441,2 \text{ kg } O_2/\text{día}$$

ix. Por desnitrificación (ahorro)

$$OCc = 2,9 * (0,0225 * 2700) = 176,2 \text{ kg } O_2/\text{día}$$

x. Necesidades totales

Verano: $691,2 + 441,2 - 176,2 = 956,2 \text{ kg } O_2/\text{día}$

Invierno: $660,3 + 441,2 - 176,2 = 925,3 \text{ kg } O_2/\text{día}$

Consumo horario de oxígeno con puntas

La demanda de oxígeno calculada líneas arriba es para una media de 24 horas, pero la normativa alemana en mención recomienda calcular la demanda de oxígeno para una punta de 2 horas. Además de la recomendación, la norma alemana da un procedimiento de cálculo cuando no existe una analítica suficiente de punta. La demanda de oxígeno se calcula por separado suponiendo que en el momento en el que se da una punta de carbono, no se dará una punta de nitrógeno. Para la punta de carbono se considera un factor $f_n=1$ y para la punta de nitrógeno se considera un factor $f_c=1$. mientras que el otro factor diferente de 1 se toma de la siguiente tabla en función de la edad del fango y de la carga de DBO5 de diseño.

Factores punta de diseño f_n y f_c

| FACTOR PUNTA DE CARBONO Y NITROGENO | EDAD DEL FANGO (días) | | | | | |
|---|-----------------------|------|-----|-----|------|-----|
| | 4 | 8 | 10 | 15 | 20 | 25 |
| f_c | 1,3 | 1,25 | 1,2 | 1,2 | 1,15 | 1,1 |
| f_n para $C_{d,DBO5,E} \leq 1.200 \text{ kg/d}$ | -- | -- | -- | 2,5 | 2,0 | 1,5 |
| f_n para $C_{d,DBO5,E} > 6.000 \text{ kg/d}$ | -- | -- | 2,0 | 1,8 | 1,5 | -- |

Fórmula a utilizar.

$$OC_n \text{ (Kg O}_2\text{/h)} = (f_c (OC_{d,C} - OC_{d,D}) + f_n OC_{d,N})24$$

Donde:

- f_c : factor de carbono
- f_n : factor de nitrógeno
- OC_c : demanda de oxígeno por eliminación de manera orgánica
- OC_d : Demanda de oxígeno por desnitrificación
- OC_n : Demanda de oxígeno por nitrificación

Los valores a considerar serán:

- o $DBO5 = 540 \text{ kg/d}$
- o Temperatura igual a 10 o 22°C para invierno o verano
- o $OC_d = 176.2 \text{ kg O}_2\text{/día}$
- o $OC_n = 441.2 \text{ kg O}_2\text{/día}$
- o $OC_c = 691.2$ o $660.3 \text{ kg O}_2\text{/día}$ dependiendo si es verano o invierno
- o Edad del fango = 16 o 25 días dependiendo si es verano o invierno

xi. Verano

1. Punta de carbono ($f_n=1$ y $f_c=1.15$)

$$OCh = \frac{1.15 * (691.2 - 176.2) + 1 * 441.2}{24} = 43.04 \text{ kg O}_2\text{/hora}$$

2. Punta de nitrógeno ($f_c=1$ y $f_n=2.4$)

$$OCh = \frac{1 * (691.2 - 176.2) + 2.4 * 441.2}{24} = 65.58 \text{ kg O}_2/\text{hora}$$

xii. Invierno

1. Punta de carbono (fn=1 y fc=1.1)

$$OCh = \frac{1.1 * (660.3 - 176.2) + 1 * 441.2}{24} = 40.57 \text{ kg O}_2/\text{hora}$$

2. Punta de nitrógeno (fc=1 y fn=1.5)

$$OCh = \frac{1 * (660.3 - 176.2) + 1.5 * 441.2}{24} = 47.75 \text{ kg O}_2/\text{hora}$$

Necesidades de hierro

Para el cálculo del consumo de hierro (Fe) para la precipitación de fósforo por vía química se considera una proporción de 2.7 kg de hierro por cada kg/d de fósforo precipitado químicamente.

$$Necesidad \text{ Fe} = 2.7 * 0.001 * 2700 = 7.3 \text{ kg Fe/día}$$

Decantación secundaria

El cálculo de las dimensiones del reactor viene condicionado por el tiempo de retención para el volumen total del decantador y por la carga de sólidos en suspensión y velocidad ascensional para la superficie del decantador. La altura del decantador se podrá obtener dividiendo el volumen y la superficie que se adaptan a dichas condicionantes. En cuanto a los números de decantadores, serán como mínimo dos por motivo de facilidad de mantenimiento. Se tiene los siguientes caudales:

- Caudal medio: 112.5 m³/hr
- Caudal máximo después de pretratamiento: 281.25 m³/hr
- Caudal medio por línea: 56.25 m³/hr
- Caudal máximo después de pretratamiento por línea: 140.63 m³/hr

Además, tendremos los siguientes parámetros para diseño

| Parámetros de diseño decantación secundaria | A Q _{med} | A Q _{max} |
|---|--------------------|--------------------|
| V _{asc} (m/h) | ≤ 0,5-0,8 | ≤ 1,5 |
| C _{ss} (kg/m ² .h) | ≤ 2,4 | ≤ 6 |
| t _{es} (h) | ≥ 4 | ≥ 2 |
| q _v (m ³ /h.ml) | ≤ 5 | ≤ 10 |
| h decantador | Entre 3,5 y 4 m | |
| Diámetro máximo | ≤ 50 m | |
| Concentración de fango 1º | 0,8% | |

xiii. Cálculo de la superficie horizontal de decantación

La carga de sólidos en suspensión a utilizar será los valores límite, 2.4 kg/m²h para un caudal medio y 6 kg/m²h para un caudal máximo, mientras que la velocidad ascensional será de 0.6 y 1.5 m/hr respectivamente.

- Por carga de sólidos

$$C_{ss} = \frac{MLSS \left(\frac{kg}{hora}\right)}{Superficie\ decantación\ (m^2)}$$

Utilizamos una concentración de 4 kg/m³ para el cálculo de la carga de MLSS

MLSS por decantador

- o A caudal medio

$$MLSS = 4 * 56.25 = 225kg/hr$$

- o A caudal máximo

$$MLSS = 4 * 140.63 = 562.52kg/hr$$

Superficie horizontal por línea (Sh)

$$Superficie\ horizontal\ (m^2) = \frac{Caudal\ \left(\frac{m^3}{hr}\right)}{Vasc}$$

- o A caudal medio

$$Sh = \frac{225}{2.4} = 93.75\ m^2$$

- o A caudal máximo

$$Sh = \frac{562.52}{6} = 93.75\ m^2$$

- Por velocidad ascensional

$$Vasc = \frac{Caudal\ \left(\frac{m^3}{hr}\right)}{Superficie\ horizontal\ (m^2)}$$

- o A caudal medio

$$Sh = \frac{56.25}{0.6} = 93.75\ m^2$$

- o A caudal máximo

$$Sh = \frac{140.63}{1.5} = 93.75\ m^2$$

En todos los casos se obtiene una superficie unitaria de 93.75 m², por lo tanto, consideremos dos decantadores de un diámetro de 11 metros cada uno. Se obtiene una superficie unitaria de 95 m² por cada decantador.

xiv. Cálculo del volumen de decantación

Para el cálculo del volumen se considera un tiempo de retención de 4 horas para el caudal medio y 2 horas para el caudal máximo. El volumen del de cada decantador vendrá definido por la multiplicación del caudal respectivo por el tiempo de retención correspondiente.

- o A caudal medio

$$Vol = 56.24 * 4 = 225\ m^3$$

- A caudal máximo

$$Vol = 140.63 * 2 = 281.3 \text{ m}^3$$

Se considera el máximo volumen de los resultados anteriores.

- xv. Altura del decantador

La altura del decantador se obtiene dividiendo el volumen entre la superficie horizontal calculados líneas anteriormente.

$$h = \frac{Vol}{Sh} = \frac{281.3}{95} = 2.96 \text{ m}$$

con lo cual consideramos 3.5 metros de altura, según recomendaciones de dimensiones mínimas.

- xvi. Comprobación de qv

- A caudal medio

$$qv = \frac{56.52}{\pi * 11} = 1.63 \frac{\text{m}^3}{\text{h} * \text{ml}} < 5$$

- A caudal máximo

$$qv = \frac{140.63}{\pi * 11} = 4.07 \frac{\text{m}^3}{\text{h} * \text{ml}} < 10$$

Con lo cual tendremos dos decantadores con las siguientes dimensiones para cada uno:

- Diámetro: 11 metros
- Altura: 3.5 metros
- Superficie horizontal: 95 metros cuadrados
- Volumen: 332.5 metros cúbicos

DIMENSIONAMIENTO LINEA DE FANGO

Debido al poco caudal entrante y al tamaño compacto de la estación depuradora, se considera solo un espesamiento por gravedad para fango biológico y una deshidratación por centrifugas para la línea de fangos.

Espesamiento por gravedad de fango biológico

Se dimensiona 1 espesador de gravedad de planta circular con los siguientes datos de entrada y parámetros de diseño:

- Producción de fangos secundarios: 409.4 kg de SS por día
- Concentración en la purga: 0.8% (8kg/m³)

| Parámetros de diseño | |
|--|----|
| Carga de sólidos (C, kg/m ² .d) | 35 |
| t _a (h) | 24 |

Cálculo de la superficie del espesador

$$\text{Superficie} = \frac{\text{Produccion de fangos secundarios } \left(\frac{\text{kg}}{\text{día}}\right)}{\text{Carga de solidos } \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^2 * \text{día}}\right)} = \frac{409.4}{35} = 11.7 \text{ m}^2$$

Se considera un diámetro de 4.5 metros, con lo cual obtenemos una superficie real de 15.9m² y una carga de solidos de $409.4/15.9 = 25.75 \text{ kg/m}^2*\text{día}$.

Cálculo del volumen del espesador

Se considera una de 3 metros de altura con lo cual se obtiene un volumen de $15.9*3 = 47.7 \text{ m}^3$.

Comprobación del tiempo de retención

Con la carga de fangos y la concentración de fangos en la purga, se puede obtener un caudal de fango a espesar (Qfangesp) en metros cúbicos por día. Al dividir el volumen del espesador con dicho caudal, se obtendrá el tiempo de retención del fango en el espesador, el cual debe ser aproximadamente un día como se indicó líneas arriba.

$$Q_{fangesp} = \frac{409.4}{8} = 51.2 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$
$$tr = \frac{47.7 \text{ m}^3}{51.2 \text{ m}^3/\text{día}} = 0.93 \text{ días (aprox. 24 horas)}$$

Salida de fango espesado

Sale los mismos solidos que entran, lo que se extra es agua. Consideraremos una concentración de salida del fango espesado de 4% con lo cual la densidad del fango es de 1050 kg/m³.

El caudal espesado será:

$$Q_{fangesp} = \frac{409.4}{0.04 * 1050} = 9.75 \text{ m}^3/\text{día}$$

El caudal sobrenadante que va a cabecera de la línea de agua será:

$$51.2 - 9.75 = 41.45 \text{ m}^3/\text{día}$$

Deshidratación con centrífugas

El caudal de fango a deshidratar será el caudal de fango a espesar (Q_{fangesp}) que sale del espesador de gravedad. Este fango debe llevarse a un proceso de deshidratado con el fin de reducir su volumen aún más para tener una mayor manejabilidad de dicho residuo. Consideraremos que la deshidratación es mediante un proceso de centrifugación con los siguientes parámetros:

- Sequedad del 22% a la salida de la centrifuga
- La centrifuga funciona 8 horas al día, durante 5 días a la semana

Capacidad de la centrifuga

- o Semanal

$$\frac{9.75 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 7 \text{ días}}{5 \text{ días}} = 13.65 \text{ m}^3/\text{día}$$

- o Horaria

$$\frac{13.65 \text{ m}^3/\text{día}}{8 \text{ hr}/\text{día}} = 1.71 \text{ m}^3/\text{hr}$$

La producción del fango deshidratado (sólidos con agua) será:

$$\frac{409.4 \text{ kg}/\text{día}}{0.22} = 1.86 \text{ tn}/\text{día}$$

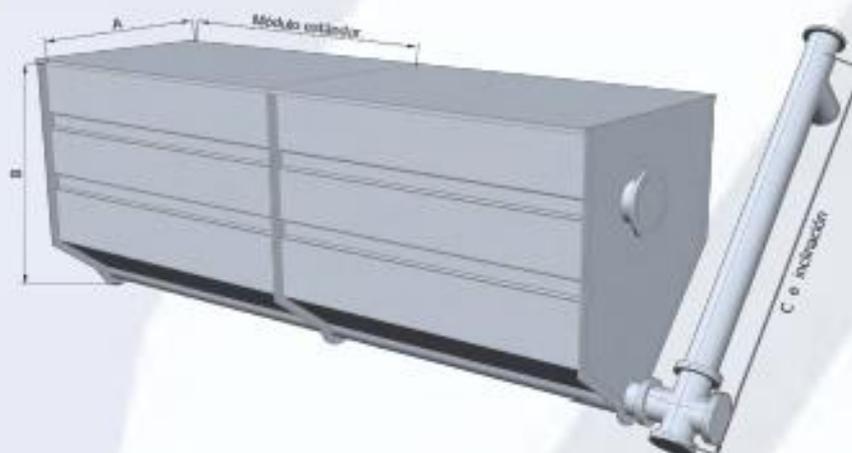
Características técnicas: Planta desarenado y desengrasado (PDD)



ELECCIÓN DE CAUDAL Y SOPLANTE

| MODELO | MÓDULOS | CAUDAL MÍN. | CAUDAL MÁX. | SOPLANTE | POTENCIA | PRESIÓN |
|------------|----------|-------------------------|-------------------------|-------------------|----------|---------|
| Referencia | Unidades | m ³ /h (l/s) | m ³ /h (l/s) | m ³ /h | kW | bar |
| PDD-P-1 | 1 | 18 (5) | 54 (15) | 10 | 0,55 | 0,4 |
| PDD-P-2 | 2 | 54 (15) | 108 (30) | 19 | 2,2 | 0,4 |
| PDD-M-2 | 2 | 90 (25) | 144 (40) | 26 | 1,1 | 0,4 |
| PDD-M-3 | 3 | 126 (35) | 216 (60) | 39 | 3,3 | 0,4 |
| PDD-M-4 | 4 | 216 (60) | 306 (85) | 55 | 3,3 | 0,4 |
| PDD-G-4 | 4 | 288 (80) | 414 (115) | 75 | 4 | 0,4 |
| PDD-G-5 | 5 | 396 (110) | 522 (145) | 94 | 3,3 | 0,4 |
| PDD-G-6 | 6 | 504 (140) | 630 (175) | 113 | 3,3 | 0,4 |
| PDD-G-7 | 7 | 612 (170) | 756 (210) | 136 | 7,5 | 0,4 |

Tabla 1- Elección de PDD



CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

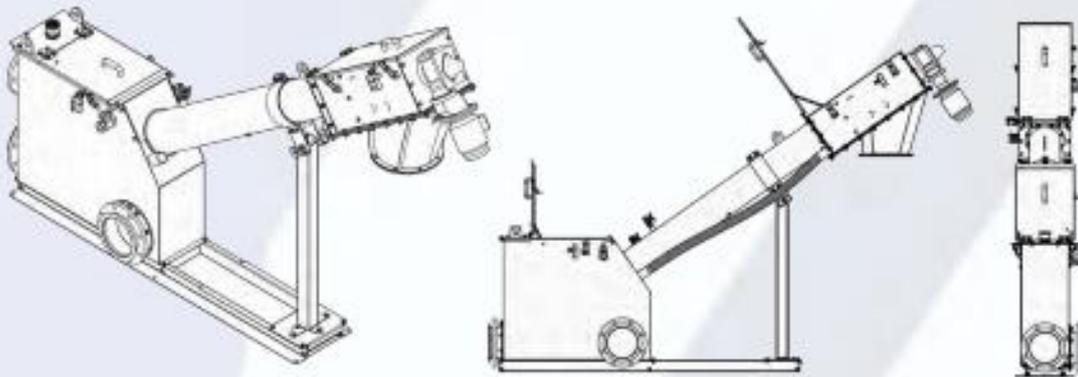
| Especificación | PTC-P- ^{"X"} | PTC-M- ^{"X"} | PTC-G- ^{"X"} |
|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Cota A | 1.280 | 1.530 | 1.940 |
| Cota B | 1.600 | 1.800 | 2.300 |
| Cota C | Variable | Variable | variable |
| Altura depósito | 1.790 | 1.985 | 2.495 |
| Anchura desengrasado | 300 | 400 | 400 |
| ∅ Entrada agua bruta | Según TTC | Según TTC | Según TTC |
| ∅ Salida agua tratada | DN-200 | DN-300 | DN-400 |
| ∅ Transporte arenas | 150 (pl. 50x10) | 200 (pl.60x10) | 200 (pl.60x10) |
| ∅ Extracción arenas | 150 (pl. 50x10) | 200 (pl.60x10) | 200 (pl.60x10) |
| Entrada agua bruta | 1.750 | 1.960 | 2.440 |
| Salida agua tratada | 1.370 | 1.570 | 2.080 |
| Salida arenas | Variable | Variable | Variable |
| Potencia Transporte | 0,55 KW | 0,55 KW | 0,55 KW |
| Potencia Extracción | 1,1 KW | 1,1 KW | 1,1 KW |
| Potencia Filtros | 0,12 KW | 0,18 KW | 0,18 KW |

^{"X"} - Número de módulos.

Cada módulo tiene una longitud estándar de 2 metros.

Cotas en mm.

Características técnicas: Tornillo tamiz compactador (TTC)



ELECCIÓN DE TTC CON CHAPA PERFORADA

| Luz de paso | TTC-2- ^o X ^o | TTC-3- ^o X ^o | TTC-4- ^o X ^o | TTC-5- ^o X ^o | TTC-6- ^o X ^o | TTC-7- ^o X ^o |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| mm | m ³ /h | | | | | |
| 0,5 | 45 | 60 | 90 | 195 | 280 | 370 |
| 1 | 50 | 90 | 130 | 270 | 360 | 530 |
| 2 | 85 | 100 | 150 | 315 | 420 | 670 |
| 3 | 100 | 126 | 180 | 324 | 468 | 750 |
| 5 | 140 | 160 | 270 | 396 | 594 | 970 |
| 6 | 155 | 180 | 277 | 425 | 612 | 1.030 |
| 7 | 180 | 200 | 368 | 480 | 670 | 1.070 |

^oX^o - Luz de paso, a determinar según caudal.

Tabla 2.1- Elección de TTC

ELECCIÓN DE TTC CON MALLA JOHNSON

| Luz de paso | TTC-2- ^o X ^o | TTC-3- ^o X ^o | TTC-4- ^o X ^o | TTC-5- ^o X ^o | TTC-6- ^o X ^o | TTC-7- ^o X ^o |
|-------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| mm | m ³ /h | | | | | |
| 0,25 | 26 | 39 | 72 | 90 | 123 | 180 |
| 0,5 | 72 | 108 | 202 | 252 | 346 | 504 |
| 1 | 154 | 232 | 432 | 540 | 741 | 1.081 |
| 2 | 165 | 247 | 461 | 576 | 790 | 1.153 |
| 3 | 165 | 247 | 461 | 576 | 790 | 1.153 |

^oX^o - Luz de paso, a determinar según caudal.

Tabla 2.2- Elección de TTC

CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

| | TTC-2-"X" | TTC-3-"X" | TTC-4-"X" | TTC-5-"X" | TTC-6-"X" | TTC-7-"X" |
|------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|-----------------|
| ∅ Hélice de entrada | 200x100 | 300x140 | 400x160 | 500x200 | 600x250 | 700x250 |
| ∅ Hélice de transporte | 150 (pl.50x10) | 150 (pl.50x10) | 200 (pl.60x10) | 200 (pl.60x10) | 300 (pl.100x10) | 300 (pl.100x10) |
| Longitud reducción | 400 | 450 | 500 | 560 | 580 | 700 |
| ∅ Entrada | DN-200 | DN-200 | DN-250 | DN-300 | DN-400 | DN-500 |
| Potencia | 0,75 KW | 0,75 KW | 0,75 KW | 1,1 KW | 1,1 KW | 1,1 KW |

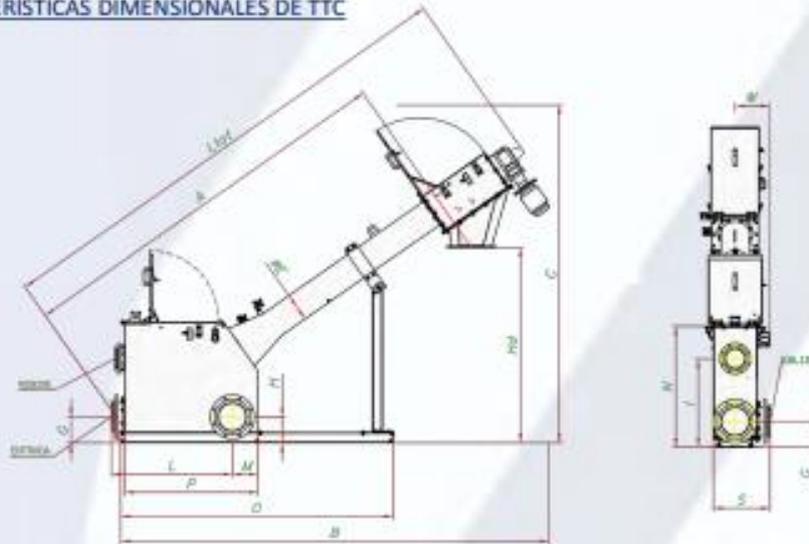
"X" - Luz de paso, a determinar según caudal.

Cotas en mm.



C/ Académico Luis Mapelli, 9 – Telf./Fax: 957 306 082 – hidrometalica@hidrometalica.com – 14100 La Carlota (Cordoba)
 C/Isias Cies, 31 – Telf./Fax: 955332734 – sevilla@hidrometalica.com – 41701 Dos Hermanas (Sevilla)

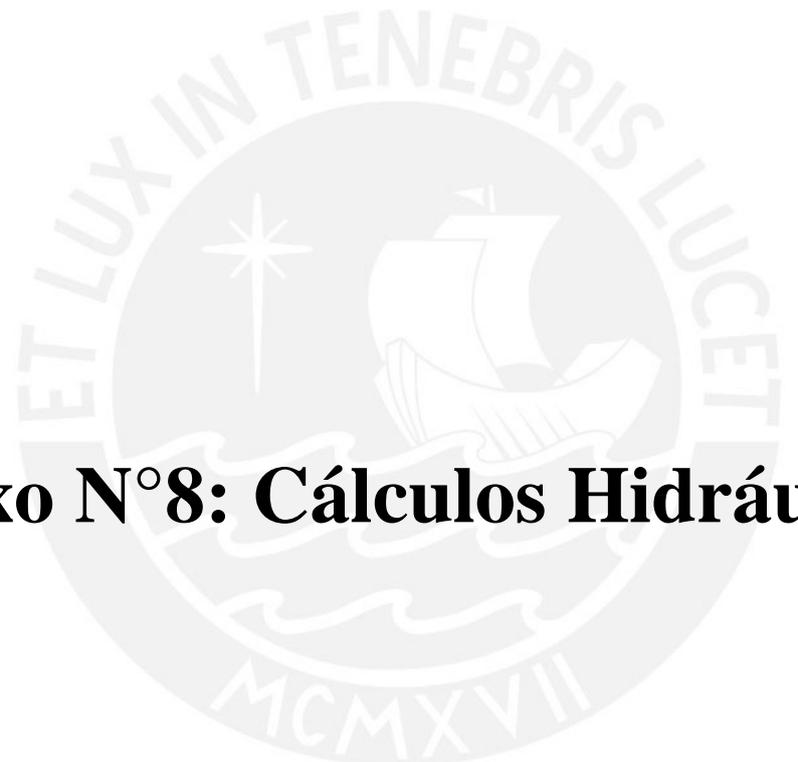
CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES DE TTC



| | A | B | C | E | G | H | Hd | I |
|------------|------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| TTC-2- "X" | 2990 | 3335 | 2990 | 219 | 200 | 200 | 1500 | 600 |
| TTC-3- "X" | 2990 | 3335 | 2990 | 219 | 200 | 200 | 1500 | 645 |
| TTC-4- "X" | 2960 | 3305 | 2290 | 219 | 230 | 230 | 1500 | 765 |
| TTC-5- "X" | 2955 | 3305 | 2300 | 219 | 250 | 250 | 1500 | 850 |
| TTC-6- "X" | 2970 | 3415 | 2380 | 273 | 300 | 300 | 1500 | 980 |
| TTC-7- "X" | 3475 | 3830 | 2685 | 273 | 350 | 350 | 1500 | 1100 |

| | L | M | N | O | P | S | W | Ltotal |
|------------|------|-----|------|------|------|-----|-----|--------|
| TTC-2- "X" | 905 | 200 | 935 | 2200 | 1030 | 480 | 270 | 3690 |
| TTC-3- "X" | 935 | 200 | 935 | 2200 | 1030 | 480 | 270 | 3690 |
| TTC-4- "X" | 1205 | 200 | 1180 | 2200 | 1300 | 580 | 320 | 3660 |
| TTC-5- "X" | 1255 | 250 | 1230 | 2155 | 1400 | 680 | 370 | 3665 |
| TTC-6- "X" | 1365 | 300 | 1380 | 2275 | 1560 | 780 | 420 | 3820 |
| TTC-7- "X" | 1505 | 350 | 1580 | 2675 | 1780 | 880 | 470 | 4325 |

C/ Académico Luis Mapelli, 9 – Telf./Fax: 957 306 082 – hidrometalica@hidrometalica.com – 14100 La Carlota (Cordoba)
 C/Islas Cies, 31 – Telf./Fax: 955332734 – sevilla@hidrometalica.com – 41701 Dos Hermanas (Sevilla)



Anexo N°8: Cálculos Hidráulicos

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Introducción..... | 3 |
| Metodología..... | 4 |
| Fundamento teórico..... | 5 |
| Perdidas de carga en canales..... | 5 |
| Perdidas de carga en tuberías a sección llena (a presión)..... | 5 |
| Perdidas de carga localizadas..... | 6 |
| Perdidas de carga en orificios sumergidos..... | 7 |
| Perdidas de nivel en vertederos rectangulares de pared delgada..... | 7 |
| Consideraciones generales..... | 8 |
| Cálculos hidráulicos para la solución flujo pistón..... | 9 |
| Pozo de vertido y tubería de conexión entre pozo y decantador..... | 10 |
| Decantador secundario..... | 11 |
| Arqueta salida del reactor biológico..... | 12 |
| Después del vertedero del reactor biológico..... | 12 |
| Reactor biológico..... | 13 |
| Arqueta entrada al reactor biológico..... | 14 |
| Arqueta de salida del pretratamiento..... | 14 |
| Después del pretratamiento compacto..... | 15 |
| Pérdidas en el pretratamiento compacto..... | 16 |
| Arqueta entrada del efluente..... | 16 |
| Resumen resultados flujo pistón..... | 18 |
| Cálculos hidráulicos para la solución carrusel..... | 21 |
| Resumen resultados solución carrusel..... | 23 |
| Anexo 1..... | 25 |

Introducción

En este anexo se procederá a desarrollar los cálculos necesarios para el diseño hidráulico de la estación depuradora de Benasque. El parámetro que influye, en gran medida, el diseño hidráulico de una instalación hidráulica con tuberías es la pérdida de carga. Con este parámetro se puede estimar la cota piezométrica que deberá tener el agua al pasar por determinada instalación y tubería con el fin de que exista un flujo con suficiente presión y velocidad que se requiere en cada punto de la instalación. Sabiendo la cota piezométrica en cada punto de la instalación, podremos poder dimensionar la cota geométrica de cada una de las instalaciones, y por lo tanto, estimar la cota más óptima que deberá tener el terreno.



Metodología

El cálculo comienza en la cola (aguas abajo) de la línea de agua en donde se coloca el pozo que conecta al emisario que evacua el efluente depurado hacia el río Ésera. Con la pérdida de carga calculada para cada tramo de tubería e instalación se procede a obtener la cota piezométrica en la cabeza de la línea de agua, y con este parámetro se puede saber la altura necesaria de bombeo de agua residual. Cabe mencionar que la estación de bombeo EBAR1 se encargará de proporcionar la altura de agua necesario en la arqueta de entrada al pretratamiento (cabeza de línea de agua) para el correcto funcionamiento de la estación depuradora EDAR.

En el proyecto desarrollado en este anexo, se supondrá de manera provisional un nivel de agua al final de la línea de agua (en el pozo de vertido) que será de 1113.96 metros sobre el nivel del mar. A partir de dicho valor, se calculará el nivel de agua en los diferentes elementos y finalmente en la arqueta de entrada al pretratamiento. Con estos resultados se procederá a elegir la cota idónea a la cual estará la explanada de la EDAR. Finalmente, el diseño antes calculado se acomodará a las exigencias del pretratamiento compacto de cota de funcionamiento.

Los parámetros para realizar el cálculo son los siguientes:

- Cota de la solera del pozo de vertido
- Caudal máximo de pretratamiento
- Caudal máximo después del pretratamiento
- Caudal de recirculación externa de fangos.

Fundamento teórico

Los cálculos de la pérdida de carga se dividen en tres dependiendo de la naturaleza de la instalación o equipo hidráulico.

- Pérdidas de carga en canales y tuberías
- Creación y pérdidas de carga en las conexiones entre tanques
- Pérdida de nivel en vertederos.

Pérdidas de carga en canales

La ecuación de Manning es útil para calcular la pérdida de carga en un canal en donde el fluido recorre libremente con una presión absoluta igual a la presión atmosférica en la superficie. En este caso, la pérdida de carga dependerá de la rugosidad del material a emplear (generalmente hormigón en canales) en el canal, el cual viene representado por el coeficiente de Manning “n”.

$$h = \frac{n^2 \cdot v^2}{R_h^{\frac{4}{3}}} \cdot L$$

Siendo:

h = Pérdida de carga (m.c.a.)

L = Longitud del canal (m)

v = Velocidad de agua en el canal (m/s)

n = Coeficiente de Manning (0,014 para el hormigón)

R_h = Sección mojada/Perímetro mojado

Sección mojada = Ancho x Calado

Perímetro mojado = Ancho + (2 x calado)

Pérdidas de carga en tuberías a sección llena (a presión)

En las tuberías a presión, las pérdidas de carga se producen principalmente por la fricción existente entre el fluido y la tubería. Esta fricción dependerá del régimen al cual el agua fluya, mediante el número de Reynolds; y del material. Este factor de fricción “f” se calcula mediante la fórmula de Colebrook-White. La fórmula de Darcy-Weisbach será utilizada para calcular la pérdida de carga en tuberías a presión.

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

h = Pérdida de carga por fricción (m.c.a.)

L = Longitud de la tubería (m)

D = Diámetro interior de la tubería (m)

v = Velocidad media del fluido (m/s)

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s²)

f = Factor de fricción de Darcy (adimensional)

El factor de fricción es función del número de Reynolds y de la rugosidad relativa de la tubería, parámetro que da idea de la magnitud de las asperezas de su superficie interior. Este factor será calculado mediante la fórmula de Colebrook-White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{K_s}{3,71D} + \frac{2,51}{Re \cdot \sqrt{f}} \right)$$

Siendo:

K_s = Coeficiente de rugosidad del material de la tubería (m). Se pueden tomar los siguientes valores para este coeficiente:

Plástico: 0,0015 mm

Acero: 0,06 mm

Fundición: 0,3 mm

Hormigón: 0,5 mm

Re = Número de Reynolds. El número de Reynolds se determina con la expresión:

$$Re = \frac{v \cdot D}{\nu}$$

Donde:

v = Velocidad media del fluido en la tubería (m/s)

ν = Viscosidad cinemática del fluido (m^2/s) = $1,31 \times 10^{-6}$ a $10^\circ C$

D = Diámetro interior de la tubería (m)

Perdidas de carga localizadas

Las pérdidas de carga localizadas se originan por fenómenos de turbulencia cuando el fluido pasa por puntos singulares. Debido al carácter del fluido y de los puntos singulares (cambios de dirección, juntas, codos, derivaciones, etc) es complicado determinar con una fórmula empírica la pérdida de carga, por lo que se considera como un porcentaje de la pérdida total de la conducción o de forma proporcional al término de la energía cinética que tiene el fluido al pasar por determinado punto singular. En este caso se calculará la pérdida de carga localizadas mediante este último mecanismo, según la siguiente expresión.

$$h = k \cdot \frac{v^2}{2g}$$

Siendo:

h : pérdida de carga (m.c.a.)

v : velocidad media del fluido en la tubería (m/s)

g : aceleración de la gravedad ($9,81 m/s^2$)

K : coeficiente de la singularidad

Los distintos valores de K están contrastados por experiencia y pueden utilizarse los siguientes valores: Paso por compuerta: $k = 0,3$

Estrechamiento brusco (ganancia de velocidad): $k = 0,5$
Ensanchamiento brusco (pérdida de velocidad): $k = 1$
Salida de arqueta por orificio sumergido: $k = 0,62$
Codo 90°: $k = 0,33$
Codo 60°: $k = 0,22$
Codo 45°: $k = 0,17$

Perdidas de carga en orificios sumergidos

Consideramos como orificio sumergido al conjunto de un depósito, embalse, tubería o canal; y una derivación, con la principal característica de que la derivación debe tener un perímetro totalmente mojado. La pérdida de carga viene dada por la siguiente expresión.

$$h = \left(\frac{Q}{K * S} \right)^2 * \frac{1}{2 * g}$$

Donde:

Q: Caudal que atraviesa el orificio (m^3/s)

K: Coeficiente ($K = 0,62$)

S: Sección transversal al flujo del orificio (m^2)

g: Aceleración de la gravedad ($9,81 m/s^2$)

h: Pérdida de carga en el orificio (m.c.a.)

Perdidas de nivel en vertederos rectangulares de pared delgada

Se utilizará la fórmula de Bazin

$$q = 0,415 \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

Siendo:

q = Carga de salida por vertedero ($m^3/s.m$) (Q/L)

h = Altura de la lámina de agua (m.c.a.)

g = Aceleración de la gravedad ($9,81 m/s^2$)

Consideraciones generales

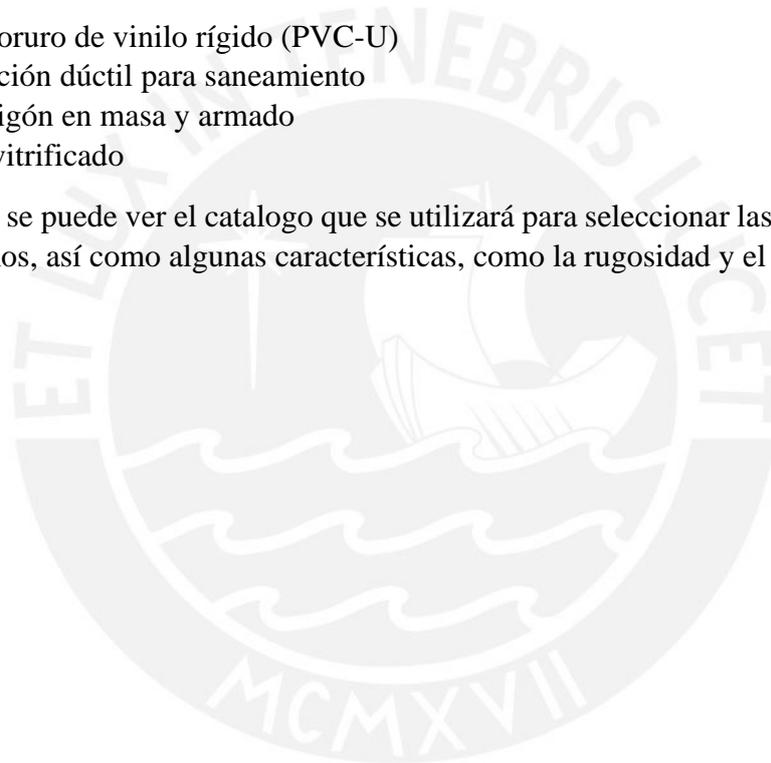
Para estimar el diámetro de la tubería o las dimensiones del canal, se considerará una velocidad máxima que pasar determinada sección sabiendo que el caudal debe ser constante e igual al de diseño considerado para cada tramo de conducción. Esta velocidad máxima será:

- Tuberías de agua: $v < 2$ m/s para el $Q_{\max, \text{pretratamiento}}$
 $v < 1$ m/s para el $Q_{\max, \text{después pretratamiento}}$
- Tuberías de fango: $v < 1,5$ m/s
- Tuberías de aire: $v < a$ 20 m/s.
- Canales : $v < a$ 1 m/s para Q_{\max}

Las fórmulas de pérdida de fricción antes mencionadas dependen todas de un parámetro que cuantifique la rugosidad de las tuberías. Las tuberías a utilizar serán

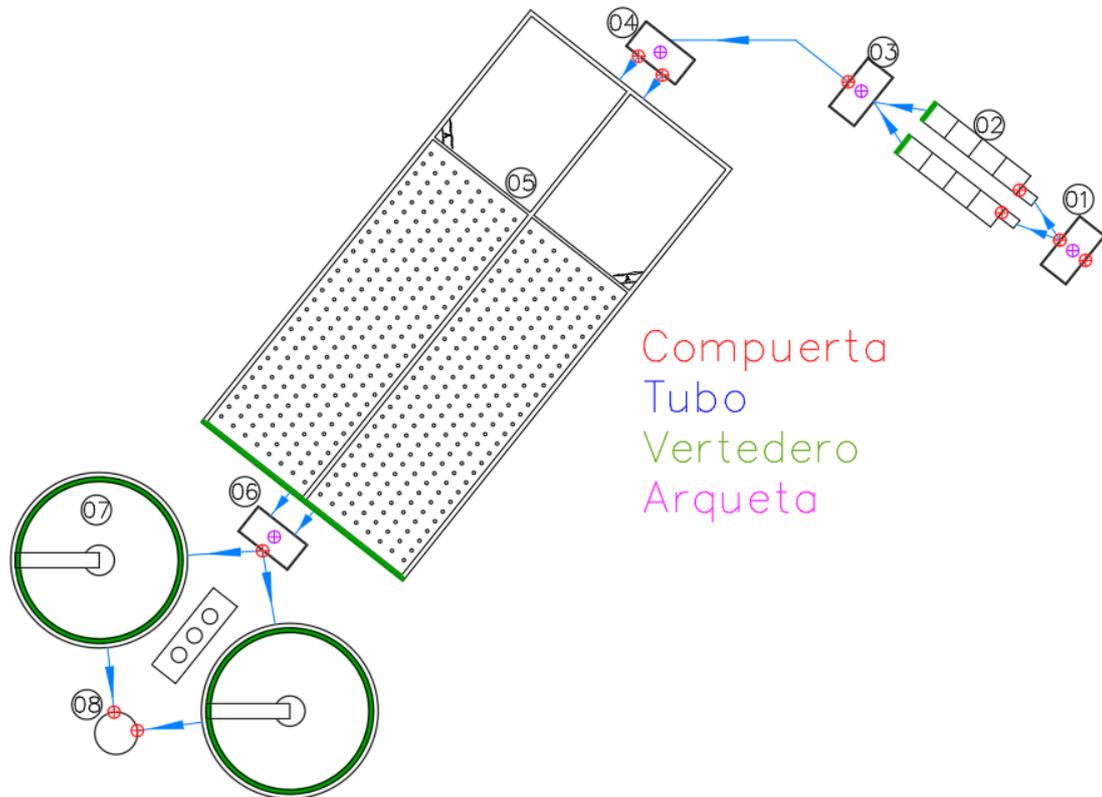
- Policloruro de vinilo rígido (PVC-U)
- Fundición dúctil para saneamiento
- Hormigón en masa y armado
- Gres vitrificado

En el anexo 1 se puede ver el catalogo que se utilizará para seleccionar las tuberías de los distintos tramos, así como algunas características, como la rugosidad y el diámetro.



Cálculos hidráulicos para la solución flujo pistón

Partiremos del esquema general en planta de la línea de fango propuesta en la depuradora, en la cual se indica los elementos en los cuales se considerará que hay una pérdida de carga, tanto longitudinal como puntual.



| Número | Elemento |
|--------|-----------------------------------|
| 1 | Arqueta llegada del efluente |
| 2 | Pretratamiento compacto |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico |
| 5 | Reactor biológico |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico |
| 7 | Decantador secundario |
| 8 | Pozo de emisario |

Para el cálculo, se considerará los caudales máximos considerados en la etapa de diseño, los cuales se indican a continuación.

- Tramo 1: desde la entrada a la depuradora hasta la arqueta de entrada al reactor biológico se considera un caudal máximo de pretratamiento igual a cinco veces el caudal medio.
- Tramo 2: desde la arqueta de entrada al reactor biológico hasta antes del vertedero de salida del reactor biológico se considera un caudal máximo después del pretratamiento igual a dos veces y medio el caudal medio.

- Tramo 3: desde el vertedero del reactor biológico hasta la entrada a los decantadores secundarios se considera el caudal medio
- Tramo 4: desde la entrada del agua en el decantador secundario hasta el punto de vertido se considera un caudal igual a dos veces y medio el caudal medio

De manera esquemática:

| Tramo | Caudal | m3/hr |
|-------|----------|--------|
| 1 | 5*Qmed | 562.5 |
| 2 | 2.5*Qmed | 281.25 |
| 3 | Qmed | 112.5 |
| 4 | 2.5*Qmed | 281.25 |

Se considera la cota 1113.96 msnm como la cota a la cual se vierte el efluente depurado.

En cuanto a las dimensiones consideradas,

Pozo de vertido y tubería de conexión entre pozo y decantador

En este tramo se calculará la pérdida de carga que sufre el agua al entrar al pozo de vertido y en las tuberías que conectan este pozo y el punto después de la salida del agua del decantador secundario.

• Pérdidas por fricción en la tubería

- Tipo de tubería: PVC-U
- Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,0015 mm
- Longitud de la tubería: 4.3 m
- Caudal = 0.0391 m³/s (dos tuberías transportan el caudal total)
- Diámetro nominal: 250 mm
- Diámetro interior: 240.2 mm
- Velocidad del agua: 0.863 m/s
- Viscosidad del agua a 10°C: 1,31·10⁻⁶ m²/s
- $R_e = 158238.63$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0000015}{3.71 * 0.2402} + \frac{2.51}{158238.63 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0.0164238$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,0164238 \cdot \frac{4.3 \cdot 0.863^2}{0.2402 * 2 * 9,81} = \mathbf{0.0112 \text{ m}}$$

• Pérdidas de carga localizadas

- Paso de la tubería al pozo. Se considera como pérdida de velocidad ($K=1$)

$$h = k \frac{v^2}{2g} = 1 * \frac{0.863^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0.0379 \text{ m}}$$

- Resguardo: 0,20 m

Decantador secundario

La pérdida de carga, en el recorrido del agua desde el decantador a la tubería que conecta este con el pozo de vertido, será por una ganancia de velocidad ($K=0.5$), un vertedero triangular a lo largo del perímetro del decantador secundario y el canal alrededor del decantador que conduce el agua a la salida de este.

- Pérdidas por fricción en canal
 - Dos decantadores de 11 m de diámetro
 - Longitud del canal = Perímetro decantador/2 = $34.56/2 = 17.28$ m (El canal se reparte en dos por el canal perimetral)
 - Dimensiones canal: Ancho: 0,2 m Calado: 0,3 m
 - Material: Hormigón
 - Coeficiente de Manning: $n = 0,014$
 - Caudal por decantador: 0.04
 - Caudal: $0.0391/2 = 0.01955$ m³/s (caudal que recorre el canal)
 - Velocidad: 0,326 m/s
 - Radio hidráulico: 0,075m

Fórmula de Manning:

$$h = \frac{0,326^2 * 0,014^2}{0,075^{\frac{4}{3}}} * 17.28 = \mathbf{0.0114\ m}$$

- Pérdidas de carga localizadas
 - Pérdidas por ganancia de velocidad ($K=0.5$)

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (0,5) \frac{0.863^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0.0189\ m}$$

- Pérdidas de carga en el vertedero triangular
 - Longitud del vertedero = Perímetro decantador secundario = 34.56 m
 - Caudal= 0,0391 m³/s

Fórmula de Thompson:

$$q = 1,42 \cdot h^{5/2}$$

$$\frac{0.0391}{34.56} = 1,42 \cdot h^{5/2} \rightarrow h = \mathbf{0.05761\ m}$$

- Resguardo: 0,20 m

Arqueta salida del reactor biológico

Para calcular la cota piezométrica que tendrá la arqueta entre los decantadores y el reactor biológico debemos considerar una pérdida de carga debido a la tubería, pérdida de velocidad al entrar al decantador, dos codos de 90°, la compuerta a la salida de la arqueta y el aumento de velocidad a la salida de la arqueta.

- Pérdidas por fricción en la tubería
 - Tipo de tubería: Fundición
 - Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,3 mm
 - Longitud de la tubería: 4.9 m (longitud en planta) + 4 m (profundidad en alzado) = 8.9 m
 - Caudal: $0.03125/2 = 0.01563 \text{ m}^3/\text{s}$ (caudal medio dividido por dos decantadores)
 - Diámetro nominal (interior): 150 mm
 - Velocidad del agua: 0.884 m/s
 - Viscosidad del agua a 10°C: $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
 - $R_e = 101221.374$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0003}{0,15 \cdot 3,71} + \frac{2,51}{101221.374 \cdot \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0,025074$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,025074 \cdot \frac{8,9 \cdot 0,884^2}{0,15 \cdot 2 \cdot 9,81} = \mathbf{0,0592 \text{ m}}$$

- Pérdidas de carga localizadas:

Se deben a paso por compuerta ($K=0,3$), pérdida de velocidad ($K=1$), ganancia de velocidad ($K=0,5$) y 2 codos de 90° ($K=2 \times 0,33=0,66$)

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (0,3 + 1 + 0,5 + 0,66) \frac{0,884^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0,0979 \text{ m}}$$

Después del vertedero del reactor biológico

La pérdida para considerar será por la tubería que conecta la arqueta y el reactor biológico; la pérdida de velocidad al entrar a la arqueta; y la ganancia de velocidad que el agua experimenta al entrar a la tubería.

- Pérdidas por fricción en la tubería
 - Tipo de tubería: Fundición
 - Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,3 mm
 - Longitud de la tubería: 2 m

- Caudal: $0.03125/2 = 0.01563 \text{ m}^3/\text{s}$ (caudal medio dividido por dos decantadores)
- Diámetro nominal (interior): 150 mm
- Velocidad del agua: 0,884 m/s
- Viscosidad del agua a 10°C: $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- $Re = 101221.374$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0003}{0,15 * 3,71} + \frac{2,51}{101221.374 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0,025074$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,025074 \cdot \frac{2 \cdot 0.884^2}{0,15 * 2 * 9,81} = \mathbf{0,0133 \text{ m}}$$

- Pérdidas de carga localizadas:

Se deben a pérdida de velocidad ($K=1$) y ganancia de velocidad ($K=0,5$).

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (1 + 0,5) \frac{0.884^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0.0597 \text{ m}}$$

Reactor biológico

Para obtener la cota piezométrica dentro del reactor biológico, deberemos considerar el vertedero por el cual el agua pasa al momento de salir del reactor.

- Pérdidas de carga en el vertedero. Se producen pérdidas de carga en el vertedero situado al final del reactor biológico. Consideramos un vertedero rectangular (ancho del reactor).
 - Longitud del vertedero (ancho del reactor) = 8 m
 - Caudal: $0.0781/2 = 0.0391 \text{ m}^3/\text{s}$ (caudal medio dividido por dos reactores)

- Fórmula de Bazin:

$$\frac{0.0391}{8} = 0,415 \cdot \sqrt{2 * 9.8} \cdot h^{3/2} \rightarrow h = \mathbf{0,01919 \text{ m}}$$

- Resguardo. **0,200 m**

Arqueta entrada al reactor biológico

Para este cálculo se debe considerar la tubería que conecta la arqueta en mención con el reactor biológico, una pérdida por compuerta y una ganancia de velocidad de la arqueta; y una pérdida de velocidad de la llegada del agua al reactor.

- Pérdidas por fricción en la tubería

- Tipo de tubería: Fundición
- Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,3 mm
- Longitud de la tubería: 2 m
- Caudal: $0.0781/2 = 0.0391$ m³/s (caudal medio dividido por dos reactores)
- Diámetro nominal (interior): 250 mm
- Velocidad del agua: 0.797 m/s
- Viscosidad del agua a 10°C: $1,31 \cdot 10^{-6}$ m²/s
- $Re = 152099.24$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0003}{0,25 * 3,71} + \frac{2,51}{152099.24 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0,0221167$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,0221167 \cdot \frac{2 \cdot 0,797^2}{0,25 * 2 * 9,81} = \mathbf{0,00573 \text{ m}}$$

- Pérdidas de carga localizadas:

Se deben a compuerta ($K=0,3$), pérdida de velocidad ($K=1$) y ganancia de velocidad ($K=0,5$).

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (0,3 + 1 + 0,5) \frac{0,797^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0,0583 \text{ m}}$$

Arqueta de salida del pretratamiento

Para este cálculo se debe considerar un codo de 45°, la tubería que conecta la arqueta en mención con arqueta de entrada del reactor, una pérdida por compuerta y una ganancia de velocidad de la arqueta de pretratamiento; y una pérdida de velocidad de la llegada del agua a la arqueta del reactor.

- Pérdidas por fricción en la tubería

- Tipo de tubería: Fundición
- Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,3 mm
- Longitud de la tubería: 12.6 m
- Caudal: 0.0781 m³/s
- Diámetro nominal (interior): 350 mm

- Velocidad del agua: 0.812 m/s
- Viscosidad del agua a 10°C: $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- $Re = 216946.56$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0003}{0,35 * 3,71} + \frac{2,51}{216946.56 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0.020342$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,020342 \cdot \frac{12.6 * 0.812^2}{0,35 * 2 * 9,81} = \mathbf{0,0246 \text{ m}}$$

- Pérdidas de carga localizadas:

Se deben a compuerta ($K=0,3$), pérdida de velocidad ($K=1$), codo de 45° ($K=0.17$) y ganancia de velocidad ($K=0,5$).

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (0,3 + 1 + 0.17 + 0,5) \frac{0.812^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0,0662 \text{ m}}$$

Después del pretratamiento compacto

La pérdida para considerar será por la tubería que conecta la arqueta del pretratamiento y el desarenador-desengrasador; y la pérdida de velocidad al entrar a la arqueta.

- Pérdidas por fricción en la tubería

- Tipo de tubería: Fundición
- Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,3 mm
- Longitud de la tubería: 3.6 m
- Caudal: $0.1563/2 = 0.0782 \text{ m}^3/\text{s}$ (caudal medio dividido por dos líneas de pretratamiento)
- Diámetro nominal (interior): 250 mm
- Velocidad del agua: 1.593 m/s
- Viscosidad del agua a 10°C: $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- $Re = 304007.63$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0003}{0,25 * 3,71} + \frac{2,51}{304007.63 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0.02137$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0.02137 \cdot \frac{3.6 * 1.593^2}{0,25 * 2 * 9,81} = \mathbf{0,0398 \text{ m}}$$

- Pérdidas de carga localizadas:

Se deben a pérdida de velocidad (K=1).

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (1) \frac{1.593^2}{2 \cdot 9,81} = \mathbf{0.1293 \text{ m}}$$

Pérdidas en el pretratamiento compacto

Las pérdidas en el pretratamiento compacto las otorga el fabricante en el catálogo. Recordemos que el modelo escogido fue de tamaño “Medio”, con lo cual en el apartado de “Características dimensionales” se puede encontrar la pérdida de carga.

| Especificación | PTC-M-"X" |
|---------------------|-----------|
| Entrada agua bruta | 1.960 |
| Salida agua tratada | 1.570 |

Con lo cual obtenemos una pérdida de $1.96-1.57 = \mathbf{0.39 \text{ m}}$

Arqueta entrada del efluente

El agua en su paso desde la arqueta de entrada hasta la entrada del pretratamiento compacto pasa por una tubería de tres metros. En cuanto a las pérdidas de carga se considerará lo siguiente:

- 1 compuerta a la salida de la arqueta
- Ganancia de velocidad a la salida de la arqueta
- Pérdidas por fricción en la tubería

- Pérdidas por fricción en la tubería

- Tipo de tubería: Fundición
- Coeficiente de rugosidad (K_s) = 0,3 mm
- Longitud de la tubería: 3 m
- Caudal: $0.1563/2 = 0.0782 \text{ m}^3/\text{s}$ (caudal medio dividido por dos líneas de pretratamiento)
- Diámetro nominal (interior): 250 mm
- Velocidad del agua: 1.593 m/s
- Viscosidad del agua a 10°C: $1,31 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
- $Re = 304007.63$

Fórmula de Colebrook:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{0,0003}{0,25 * 3,71} + \frac{2,51}{304007.63 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0.02137$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0.02137 \cdot \frac{3 \cdot 1.593^2}{0.25 \cdot 2 \cdot 9.81} = \mathbf{0.0331 \text{ m}}$$

- Pérdidas de carga localizadas:

Se deben a ganancia de velocidad (K=0,5) y una compuerta (K=0.3)

$$h = k \frac{v^2}{2g} = (0.5 + 0.3) \frac{1.593^2}{2 \cdot 9.81} = \mathbf{0.1035 \text{ m}}$$



Resumen resultados flujo pistón

Recordemos los elementos principales de la línea de fango

| Número | Elemento |
|--------|---|
| 1 | Arqueta llegada del efluente al pretratamiento compacto |
| 2 | Pretratamiento compacto |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico |
| 5 | Reactor biológico |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico |
| 7 | Decantador secundario |
| 8 | Pozo de emisario |

Los caudales, así como las tuberías que se escogió para cada tramo.

| Tramo | Caudal (m ³ /s) | Velocidad (m/s) | Material | N° tuberías en paralelo | diámetro (mm) | |
|----------------|----------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|---------------|---------|
| | | | | | Interior | Nominal |
| Elemento 8 a 7 | 0.0391 | 0.863 | PVC-U | 2 | 240.2 | 250 |
| Elemento 7 a 6 | 0.01563 | 0.884 | Fundición | 2 | 150 | 150 |
| Elemento 6 a 5 | 0.01563 | 0.884 | Fundición | 2 | 150 | 150 |
| Elemento 5 a 4 | 0.0391 | 0.797 | Fundición | 2 | 250 | 250 |
| Elemento 4 a 3 | 0.0781 | 0.812 | Fundición | 1 | 350 | 350 |
| Elemento 3 a 2 | 0.0782 | 1.593 | Fundición | 2 | 250 | 250 |
| Elemento 2 a 1 | 0.0782 | 1.593 | Fundición | 2 | 250 | 250 |

Las pérdidas de carga las cuantificaremos por tramos de tuberías, canales y demás accesorios que unen cada elemento.

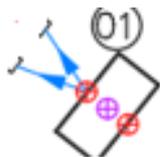
| Tramo | Pérdidas parciales (m) | Pérdidas totales (m) |
|----------------|--|----------------------|
| Elemento 8 a 7 | $0.0112+0.0379+0.2+0.0114+0.0189+0.0576+0.2$ | 0.537 |
| Elemento 7 a 6 | $0.0592+0.0979$ | 0.1571 |
| Elemento 6 a 5 | $0.0113+0.0597+0.01919+0.2$ | 0.2902 |
| Elemento 5 a 4 | $0.00573+0.0583$ | 0.064 |
| Elemento 4 a 3 | $0.0246+0.0662$ | 0.0908 |
| Elemento 3 a 1 | $0.0398+0.1293+0.39+0.0331+0.1035$ | 0.6957 |

La cota piezométrica que se tendrá en los elementos será:

| Número | Elemento | Cota piezométrica (m) |
|--------|---|-----------------------|
| 8 | Pozo de emisario | 1113.960 |
| 7 | Decantador secundario | 1114.497 |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico | 1114.654 |
| 5 | Reactor biológico | 1114.944 |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico | 1115.008 |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento | 1115.100 |
| 1 | Arqueta llegada del efluente al pretratamiento compacto | 1115.795 |

Según se indica en las especificaciones del pretratamiento compacto, la entrada de línea de agua debe estar a 1.96 metros del terreno y la salida de agua deberá estar a 1.57 metros del terreno. Por tal motivo, se considera que la cota del terreno más idónea es a 1115 metros sobre el nivel del mar. Con lo cual la línea de energía del agua justo antes de entrar al pretratamiento y justo después de salir del pretratamiento será 1116.96 y 1116.57 respectivamente. A partir de estas cotas adaptaremos las cotas de los demás elementos de la línea de agua, con las pérdidas de carga en los distintos tramos calculados anteriormente.

Para tal caso, debemos indicar la pérdida de carga que se produce desde la arqueta de entrada al pretratamiento y justo antes de la entrada del pretratamiento, las cuales son de 0.1366 metros. En el siguiente esquema se indica el tramo de tubería de 3 metros, la compuerta y ganancia de velocidad que general dicha pérdida.



Si sumamos la cota de energía justo antes del pretratamiento (1116.96m) con la pérdida de carga hasta la arqueta de entrada (0.1366m) obtendremos la cota del nivel de energía en dicha arqueta. Con lo cual podremos restar las distintas pérdidas de cargar aguas abajo, y así obtener la cota de agua definitiva que tendrá los distintos elementos.

En cuanto a la parte final de la línea de agua, se respetará la cota prevista de 1113.96 metros como la salida del efluente pretratado. Nótese que la diferencia cota entre el decantador secundario y la salida del efluente será de 1.84 metros, con lo cual será necesario colocar un pozo de emisario entre estos dos elementos.

La cota piezométrica que se tendrá en los elementos será:

| Número | Elemento | Cota piezométrica (m) |
|--------|---|-----------------------|
| 9 | Salida del efluente | 1113.960 |
| 8 | Pozo de emisario | 1114.000 |
| 7 | Decantador secundario | 1115.800 |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico | 1115.956 |
| 5 | Reactor biológico | 1116.246 |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico | 1116.310 |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento | 1116.401 |
| 1 | Arqueta llegada del efluente al pretratamiento compacto | 1117.097 |

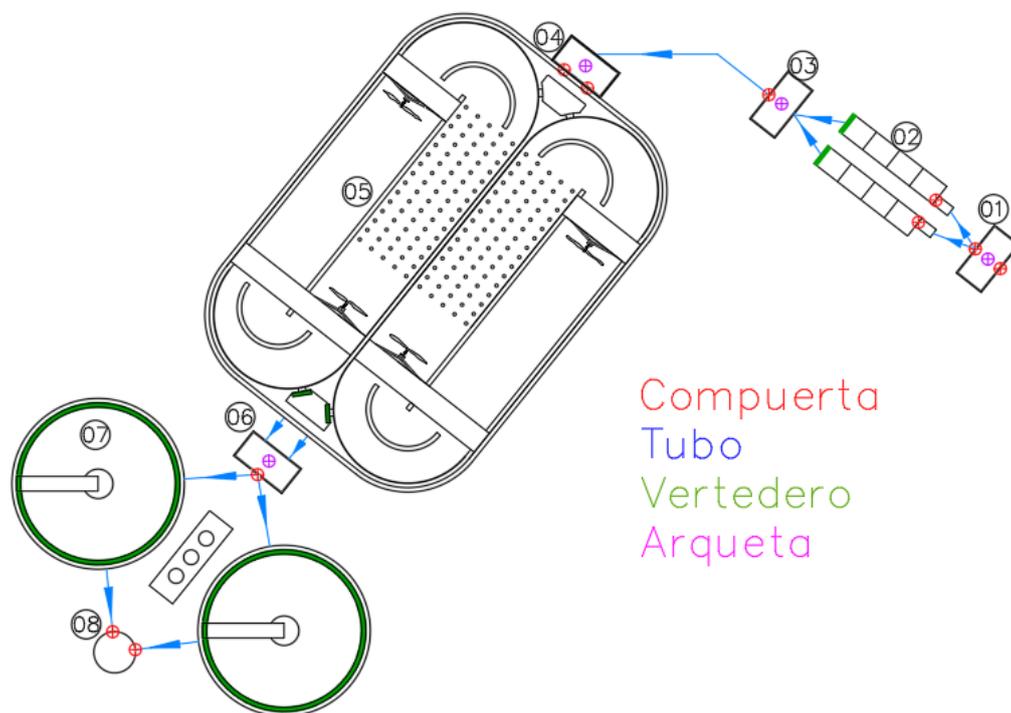


Cálculos hidráulicos para la solución carrusel

Se procede con la misma metodología que en el caso de la solución flujo pistón. Los elementos que no colindan con el reactor biológico se mantendrán con la misma configuración, elementos y pérdidas de carga. Los elementos que cambiarán de configuración serán:

- No se dispone de tuberías que conecten la arqueta de entrada al reactor y el mismo reactor
- El vertedero de salida del reactor reduce su longitud notablemente

En el siguiente esquema se puede la línea de agua de la solución flujo pistón



| Número | Elemento |
|--------|-----------------------------------|
| 1 | Arqueta llegada del efluente |
| 2 | Pretratamiento compacto |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico |
| 5 | Reactor biológico |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico |
| 7 | Decantador secundario |
| 8 | Pozo de emisario |

Para el cálculo, se considerará los caudales máximos considerados en la etapa de diseño, los cuales se indican a continuación.

- Tramo 1: desde la entrada a la depuradora hasta la arqueta de entrada al reactor biológico se considera un caudal máximo de pretratamiento igual a cinco veces el caudal medio.

- Tramo 2: desde la arqueta de entrada al reactor biológico hasta antes del vertedero de salida del reactor biológico se considera un caudal máximo después del pretratamiento igual a dos veces y medio el caudal medio.
- Tramo 3: desde el vertedero del reactor biológico hasta la entrada a los decantadores secundarios se considera el caudal medio
- Tramo 4: desde la entrada del agua en el decantador secundario hasta el punto de vertido se considera un caudal igual a dos veces y medio el caudal medio

De manera esquemática:

| Tramo | Caudal | m ³ /hr |
|-------|----------|--------------------|
| 1 | 5*Qmed | 562.5 |
| 2 | 2.5*Qmed | 281.25 |
| 3 | Qmed | 112.5 |
| 4 | 2.5*Qmed | 281.25 |

Para obtener la cota piezométrica dentro del reactor biológico, deberemos considerar el vertedero por el cual el agua pasa al momento de salir del reactor.

- Pérdidas de carga en el vertedero. Se producen pérdidas de carga en el vertedero situado al final del reactor biológico. Consideramos un vertedero rectangular (ancho del reactor).
 - Longitud del vertedero (ancho del reactor) = 1.3 m (por cada vertedero)
 - Caudal: 0.0781
 - Fórmula de Bazin:

$$\frac{0.0781}{2 * 1.3} = 0,415 \cdot \sqrt{2 * 9.8} \cdot h^{3/2} \rightarrow h = \mathbf{0,0645 m}$$

- Resguardo. **0,200 m**

Resumen resultados solución carrusel

Los caudales, así como las tuberías que se escogió para cada tramo.

| Tramo | Caudal (m ³ /s) | Velocidad (m/s) | Material | N° tuberías en paralelo | Diametro (mm) | |
|----------------|----------------------------|-----------------|-----------|-------------------------|---------------|---------|
| | | | | | Interior | Nominal |
| Elemento 8 a 7 | 0.0391 | 0.863 | PVC-U | 2 | 240.2 | 250 |
| Elemento 7 a 6 | 0.01563 | 0.884 | Fundición | 2 | 150 | 150 |
| Elemento 6 a 5 | 0.01563 | 0.884 | Fundición | 2 | 150 | 150 |
| Elemento 5 a 4 | - | - | - | - | - | - |
| Elemento 4 a 3 | 0.0781 | 0.812 | Fundición | 1 | 350 | 350 |
| Elemento 3 a 2 | 0.0782 | 1.593 | Fundición | 2 | 250 | 250 |
| Elemento 2 a 1 | 0.0782 | 1.593 | Fundición | 2 | 250 | 250 |

Las pérdidas de carga las cuantificaremos por tramos de tuberías, canales y demás accesorios que unen cada elemento.

| Tramo | Pérdidas parciales | Pérdidas totales |
|----------------|--|------------------|
| Elemento 8 a 7 | $0.0112+0.0379+0.2+0.0114+0.0189+0.0576+0.2$ | 0.537 |
| Elemento 7 a 6 | $0.0592+0.0979$ | 0.1571 |
| Elemento 6 a 5 | $0.0113+0.0597+0.0645+0.2$ | 0.3355 |
| Elemento 5 a 4 | 0.0583 | 0.0583 |
| Elemento 4 a 3 | $0.0246+0.0662$ | 0.0908 |
| Elemento 3 a 1 | $0.0398+0.1293+0.39+0.0331+0.1035$ | 0.6957 |

De igual manera que en la solución de flujo pistón, consideraremos una cota fija de 1116.96 y 1116.57 metros sobre el nivel del mar para el nivel de energía del agua justo antes del pretratamiento y justo después del pretratamiento respectivamente. De igual manera, la cota del nivel de agua en la arqueta del pretratamiento será $1116.96+0.1366$ metros.

La cota piezométrica que se tendrá en los elementos

| Número | Elemento | Cota piezométrica (m) |
|--------|-----------------------------------|-----------------------|
| 9 | Salida del efluente | 1113.960 |
| 8 | Pozo de emisario | 1114.000 |
| 7 | Decantador secundario | 1115.759 |
| 6 | Arqueta salida reactor biológico | 1115.916 |
| 5 | Reactor biológico | 1116.251 |
| 4 | Arqueta entrada reactor biológico | 1116.310 |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento | 1116.401 |
| 1 | Arqueta llegada del efluente | 1117.097 |



Anexo 1

Tuberías

- Policloruro de vinilo rígido (PVC-U)

Dimensiones de los tubos de PCV-U para saneamiento por gravedad (UNE-EN 1.401)

| Diámetro (mm) | | Ovalación (mm) | Espesor (mm) | | |
|---------------|--------|----------------|----------------|----------------|--------------------|
| DN | Tol OD | | SN 2 | SN 4 | SN 8 |
| | | | SDR 51 S 25 | SDR 41 S 20 | SDR 34,4 S 16,7 |
| 110 | 0,3 | 2,64 | | 3,2 | 3,2 |
| 125 | 0,3 | 3,00 | | 3,2 | 3,7 |
| 160 | 0,4 | 3,84 | 3,2 | 4,0 | 4,7 |
| 200 | 0,5 | 4,80 | 3,9 | 4,9 | 5,9 |
| 250 | 0,5 | 6,00 | 4,9 | 6,2 | 7,3 |
| 315 | 0,6 | 7,56 | 6,2 | 7,7 | 9,2 |
| 355 | 0,7 | 8,52 | 7,0 | 8,7 | 10,4 |
| 400 | 0,7 | 9,60 | 7,9 | 9,8 | 11,7 |
| 450 | 0,8 | 10,80 | 8,8 | 11,0 | 13,2 |
| 500 | 0,9 | 12,00 | 9,8 | 12,3 | 14,6 |
| 630 | 1,1 | 15,12 | 12,3 | 15,4 | 18,4 |
| 710 | 1,2 | 17,04 | 13,9 | 17,4 | |
| 800 | 1,3 | 19,20 | 15,7 | 19,6 | |
| 900 | 1,5 | 21,60 | 17,6 | 22,0 | |
| 1.000 | 1,6 | 24,00 | 19,6 | 24,5 | |

Dimensiones de los tubos de PVC-U para saneamiento bajo presión hidráulica interior (UNE-EN 1.456)

| Diámetro (mm) | | Ovalación (mm) | | Longitud | | Espesor (mm) | | | | | |
|---------------|-----------|--------------------|--------------------|----------------|-----------------|--------------|----------|--------|--------|---------|--------|
| DN | Toler. OD | SDR 41 a SDR 33 | SDR 26 a SDR 11 | Valor nom. (m) | Tolerancia (mm) | S20 | S 16,7 | S 16 | S 12,5 | S 10 | S 8 |
| | | | | | | SDR 41 | SDR 34,4 | SDR 33 | SDR 26 | SDR 21 | SDR 17 |
| | | | | | | PN 6 | PN 7,5 | PN 8 | PN 10 | PN 12,5 | |
| 12 | 0,2 | | 0,5 | 6 | +/- 10 | | | | | | |
| 16 | 0,2 | | 0,5 | 6 | +/- 10 | | | | | | |
| 20 | 0,2 | | 0,5 | 6 | +/- 10 | | | | | | |
| 25 | 0,2 | | 0,5 | 6 | +/- 10 | | | | | | 1,5 |
| 32 | 0,2 | | 0,5 | 6 | +/- 10 | | | | 1,5 | 1,6 | 1,9 |
| 40 | 0,2 | 1,4 | 0,5 | 6 | +/- 10 | | | 1,5 | 1,6 | 1,9 | 2,4 |
| 50 | 0,2 | 1,4 | 0,6 | 6 | +/- 10 | | 1,5 | 1,6 | 2,0 | 2,4 | 3,0 |
| 63 | 0,3 | 1,5 | 0,8 | 6 | +/- 10 | | 1,9 | 2,0 | 2,5 | 3,0 | 3,8 |
| 75 | 0,3 | 1,6 | 0,9 | 6 | +/- 10 | | 2,2 | 2,3 | 2,9 | 3,6 | 4,5 |
| 90 | 0,3 | 1,8 | 1,1 | 6 | +/- 10 | | 2,7 | 2,8 | 3,5 | 4,3 | 5,4 |
| | | | | | | PN 6 | PN 7,5 | PN 8 | PN 10 | PN 12,5 | PN 16 |
| 110 | 0,4 | 2,2 | 1,4 | 6 | +/- 10 | 2,7 | 3,2 | 3,4 | 4,2 | 5,3 | 6,6 |
| 125 | 0,4 | 2,5 | 1,5 | 6 | +/- 10 | 3,1 | 3,7 | 3,9 | 4,8 | 6,0 | 7,4 |
| 140 | 0,5 | 2,8 | 1,7 | 6 | +/- 10 | 3,5 | 4,1 | 4,3 | 5,4 | 6,7 | 8,3 |
| 160 | 0,5 | 3,2 | 2,0 | 6 | +/- 10 | 4,0 | 4,7 | 4,9 | 6,2 | 7,7 | 9,5 |
| 180 | 0,6 | 3,6 | 2,2 | 6 | +/- 10 | 4,4 | 5,3 | 5,5 | 6,9 | 8,6 | 10,7 |
| 200 | 0,6 | 4,0 | 2,4 | 6 | +/- 10 | 4,9 | 5,9 | 6,2 | 7,7 | 9,6 | 11,9 |
| 225 | 0,7 | 4,5 | 2,7 | 6 | +/- 10 | 5,5 | 6,6 | 6,9 | 8,6 | 10,8 | 13,4 |
| 250 | 0,8 | 5,0 | 3,0 | 6 | +/- 10 | 6,2 | 7,3 | 7,7 | 9,6 | 11,9 | 14,8 |
| 280 | 0,9 | 6,8 | 3,4 | 6 | +/- 10 | 6,9 | 8,2 | 8,6 | 10,7 | 13,4 | 16,6 |
| 315 | 1,0 | 7,6 | 3,8 | 6 | +/- 10 | 7,7 | 9,2 | 9,7 | 12,1 | 15,0 | 18,7 |
| 355 | 1,1 | 8,6 | 4,3 | 6 | +/- 10 | 8,7 | 10,4 | 10,9 | 13,6 | 16,9 | 21,1 |
| 400 | 1,2 | 9,6 | 4,8 | 6 | +/- 10 | 9,8 | 11,7 | 12,3 | 15,3 | 19,1 | 23,7 |
| 450 | 1,4 | 10,5 | 5,4 | 6 | +/- 10 | 11,0 | 13,2 | 13,8 | 17,2 | 21,5 | 26,7 |
| 500 | 1,5 | 12,0 | 6,0 | 6 | +/- 10 | 12,3 | 14,6 | 15,3 | 19,1 | 23,9 | 29,7 |
| 560 | 1,7 | 13,5 | 6,8 | 6 | +/- 10 | 13,7 | 16,4 | 17,2 | 21,4 | 26,7 | |
| 630 | 1,9 | 15,2 | 7,6 | 6 | +/- 10 | 15,4 | 18,4 | 19,3 | 24,1 | 30,0 | |
| 710 | 2,0 | 17,1 | 8,6 | 6 | +/- 10 | 17,4 | 20,7 | 21,8 | 27,2 | | |
| 800 | 2,0 | 19,2 | 9,6 | 6 | +/- 10 | 19,6 | 23,3 | 24,5 | 30,6 | | |
| 900 | 2,0 | 21,6 | | 6 | +/- 10 | 22,0 | 26,3 | 27,6 | | | |
| 1.000 | 2,0 | 24,0 | | 6 | +/- 10 | 24,5 | 29,2 | 30,6 | | | |

- Fundición dúctil para saneamiento

Dimensiones de los tubos de fundición dúctil para transporte en redes de saneamiento por gravedad o presión (pH 4 a 12) bajo la norma (UNE-EN 598)

| DN | Referencia | Longitud (m) | DE (mm) | Peso por metro (kg) |
|-------|-------------|--------------|---------|---------------------|
| 80 | AS 08 A6 RD | 6 | 99,5 | 14,2 |
| 100 | AS 10 A6 RD | 6 | 119,5 | 18,5 |
| 125 | AS 12 A6 RD | 6 | 145,5 | 23,0 |
| 150 | AS 15 A8 RD | 6 | 170,0 | 24,5 |
| 200 | AS 20 A8 RD | 6 | 222,0 | 33,0 |
| 250 | AS 25 A8 RD | 6 | 274,0 | 42,5 |
| 300 | AS 30 A8 RD | 6 | 326,0 | 53,5 |
| 350 | AS 35 A8 RD | 6 | 378,0 | 73,5 |
| 400 | AS 40 A8 RD | 6 | 429,0 | 86,5 |
| 450 | AS 45 A8 RD | 6 | 480,0 | 102,0 |
| 500 | AS 50 A8 RD | 6 | 532,0 | 117,0 |
| 600 | AS 60 A8 RD | 6 | 635,0 | 151,0 |
| 700 | AS 70 A7 TD | 7 | 738,0 | 207,0 |
| 800 | AS 80 A7 TD | 7 | 842,0 | 253,0 |
| 900 | AS 90 A7 TD | 7 | 945,0 | 301,0 |
| 1 000 | AT 10 A7 TD | 7 | 1048,0 | 356,0 |
| 1 200 | AT 12 A6 VD | 8,26 | 1255,0 | 520,0 |
| 1 400 | AT 14 A6 VD | 8,19 | 1462,0 | 695,0 |
| 1 600 | AT 16 A6 VD | 8,18 | 1668,0 | 869,0 |
| 1 800 | AT 18 A6 VD | 8,17 | 1875,0 | 1059,0 |
| 2 000 | AT 20 A6 VD | 8,15 | - | 1280,0 |

- Hormigón en masa y armado

Dimensiones de los tubos y accesorios de hormigón en masa o armado bajo las normas (UNE-EN 1916) y (UNE 127.916)

| Diámetro (mm) | Fisuración / Rotura (KN/m) | Clase (Tipo E) |
|---------------|----------------------------|----------------|
| 600 | 36 / 54 | 90 |
| 800 | 48 / 72 | 90 |
| 1000 | 60 / 90 | 90 |
| 1200 | 72 / 108 | 90 |
| 1400 | 84 / 126 | 90 |
| 1500 | 90 / 135 | 90 |
| 1600 | 96 / 144 | 90 |
| 1800 | 108 / 162 | 90 |
| 2000 | 120 / 180 | 90 |
| 2500 | 150 / 225 | 90 |
| 3000 | 180 / 270 | 90 |

- Gres vitrificado

Dimensiones de los tubos de tubería de gres vitrificado recogidas en la norma (UNE-EN-295)

| Diámetro (mm) | KN / m | Clase |
|---------------|--------|-------|
| 100 | 34 | -- |
| 150 | 34 | -- |
| 200 | 32 | 160 |
| 250 | 40 | 160 |
| 300 | 48 | 160 |
| 400 | 64 | 160 |
| 500 | 60 | 120 |
| 600 | 57 | 95 |
| 700 | 60 | L |
| 800 | 60 | L |
| 900 | 60 | L |
| 1.000 | 60 | L |
| 1.200 | 60 | L |
| 1.400 | 60 | L |





Anexo N°9: Cálculos Estructurales

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| Introducción | 3 |
| Metodología de trabajo | 4 |
| Norma vigente..... | 4 |
| Acciones a considerar e hipótesis | 4 |
| Materiales | 5 |
| Parámetros de diseño | 5 |
| Requisitos de la estructura..... | 5 |
| Determinar la exposición ambiental..... | 6 |
| Determinar la fisuración máxima..... | 6 |
| Determinar las hipótesis de carga..... | 7 |
| Determinar los coeficientes parciales de seguridad de los materiales..... | 8 |
| Determinar los recubrimientos mínimos y geometría previsual | 8 |
| Determinar las cuantías mínimas..... | 8 |
| Determinar la armadura necesaria en base a un cálculo estructural | 9 |
| Base teórica..... | 10 |
| Empuje hidrostático | 10 |
| Empuje del terreno | 10 |
| Subpresión..... | 10 |
| Cálculos | 10 |
| Flexión simple..... | 10 |
| Fisuración | 11 |
| Calculo..... | 13 |
| Empuje del fango y refuerzo de acero cara interior | 13 |
| Calculo a flexión | 13 |
| Comprobación de fisura | 14 |
| Cuantías mínimas | 16 |
| Empuje del terreno y refuerzo de acero cara exterior..... | 16 |
| Comprobación de fisura | 17 |
| Cuantías mínimas | 18 |
| Resultados..... | 20 |
| Anexo 1..... | 22 |
| Anexo 2..... | 28 |

Introducción

El cálculo estructural es de suma importancia en un proyecto civil, ya que asegura la seguridad estructural y funcional del proyecto a lo largo de su vida útil. Los proyectos civiles que tienen como finalidad en manejo de agua, como por ejemplo las estaciones depuradoras, deben asegurar unas características de estanqueidad, resistencia y durabilidad en el tiempo, con el fin de que la obra cumpla con los requerimientos normados.

El diseño estructural de una EDAR tiene que hacer enfoque en la seguridad que debe tener la estructura frente a las distintas sollicitaciones de carga o esfuerzo, también debe enfocarse en la durabilidad del refuerzo o en la fisuración. Es por ello que el cálculo estructural de una EDAR se dimensiona también parámetros para la correcta funcionalidad.

En el presente anexo se desarrollará el cálculo estructural y funcional de la pared y losa del reactor carrusel, según las normativas vigentes.



Metodología de trabajo

El fin del presente anexo es dimensionar el muro del reactor con sus dimensiones de ancho de pared, así como de cimientos; la cuantía de acero y la disposición de estos. Pero antes se debe establecer algunos requisitos, en base a la clasificación de la estructura, para luego establecer las acciones y realizar el análisis estructural. En las siguientes líneas se mencionará el procedimiento a seguir.

- Determinar los requisitos de la estructura
- Determinar la exposición ambiental
- Determinar la fisuración máxima
- Determinar las hipótesis de carga
- Determinar los coeficientes parciales de seguridad de los materiales
- Determinar los recubrimientos mínimos y geometría previsual
- Determinar la armadura necesaria en base a un cálculo estructural

Norma vigente

El presente anexo se basará en las recomendaciones de la normativa vigente en España y Europa.

- Código técnico de la Edificación
- EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural
- Eurocódigo

Acciones a considerar e hipótesis

Una acción es una fuerza que trata de desestabilizar la situación de equilibrio de una estructura. Pueden variar de magnitud, pero para considerarla o no en el análisis estructural se valorará la frecuencia con que actúa dicha sollicitación. Las sollicitaciones pueden clasificarse según la frecuencia en la que actúan:

- Acción permanente (G): Son aquellas en las que la magnitud puede variar y actúa en todo instante en la estructura.
- Acciones variables (Q): Son aquellas que pueden actuar o no sobre la estructura
- Acciones accidentales (A): Aquellas con una magnitud importante, pero con una probabilidad de ocurrencia pequeña

Una sollicitación a la estructura, que no es generada por la aplicación directa de una fuerza, es la deformación impuesta (asientos, retracción, etcétera). Según la ley de Hooke, las deformaciones y es esfuerzo aplicado son proporcionales, y al experimentar uno, se genera el otro.

Las cargas o sollicitaciones que se considerará serán:

- El empuje del agua
- El empuje lateral del terreno
- La subpresión

En cuanto a las hipótesis de cálculo, consideraremos dos fundamentales en las cuales basaremos el cálculo

- Hipótesis 1: Considerar el empuje hidrostático (reactor totalmente lleno), pero no el empuje exterior del terreno. En tanques se produce un empuje del agua sobre las paredes interiores.
- Hipótesis 2: Considerar el empuje del terreno sobre los muros del reactor y la cimentación, pero no el empuje hidrostático interior (situación de reactor vacío). El terreno más el agua del nivel freático, en su caso, empuja sobre la cara exterior de las paredes del tanque.

En cuanto a solicitaciones variables, el efecto sísmico no se considera, ya que no es considerable es peligro sísmico analizado en el anexo 4 de topografía y cartografía. El efecto del viento tampoco se considerará, debido a que el elemento a analizar se encuentra parcialmente enterrado y tiene una altura respecto al suelo no considerable para el cálculo.

Materiales

Para el muro del reactor biológico tipo carrusel, se usará los siguientes materiales.

- Hormigón HM-20 de resistencia característica $f_{ck}=20 \text{ kg/cm}^2$
- Hormigón HA-30/b/20/IIIa+XD2 de resistencia característica $f_{ck}=300\text{kg/cm}^2$
- Acero B-500S de dureza natural y de límite elástico $\sigma_y=5100 \text{ kg/cm}^2$

Parámetros de diseño

Requisitos de la estructura

Dentro de los principales requisitos de la estructura, conforme con la normativa vigente, y con el fin de garantizar la seguridad se deberán satisfacer los siguientes requisitos:

- Seguridad y funcionalidad estructural, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que la estructura tenga un comportamiento mecánico inadecuado frente a solicitaciones que podrían presentarse durante la vida útil de la obra.
- Seguridad en caso de incendio, consistente en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de la estructura sufran daños derivados.
- Reducir a límites aceptables el riesgo de que se provoquen impactos inadecuados sobre el medio ambiente como consecuencia de la ejecución de las obras.

Para cumplir los requisitos antes mencionados, se deberá cumplir con los parámetros de la norma vigente para el diseño estructural. Para tal caso, se deberá fijar la vida útil de la obra a realizar, la cual será de 50 años según la siguiente tabla extraída del artículo 5 de la norma EHE-08.

Tabla 5.1. Vida útil nominal de los diferentes tipos de estructura ⁽¹⁾

| Tipo de estructura | Vida útil nominal |
|---|--------------------|
| Estructuras de carácter temporal ⁽²⁾ | Entre 3 y 10 años |
| Elementos reemplazables que no forman parte de la estructura principal (por ejemplo, barandillas, apoyos de tuberías) | Entre 10 y 25 años |
| Edificios (o instalaciones) agrícolas o industriales y obras marítimas | Entre 15 y 50 años |
| Edificios de viviendas u oficinas, puentes u obras de paso de longitud total inferior a 10 metros y estructuras de ingeniería civil (excepto obras marítimas) de repercusión económica baja o media | 50 años |
| Edificios de carácter monumental o de importancia especial | 100 años |
| Puentes de longitud total igual o superior a 10 metros y otras estructuras de ingeniería civil de repercusión económica alta | 100 años |

⁽¹⁾ Cuando una estructura esté constituida por diferentes partes, podrá adoptarse para tales partes diferentes

Determinar la exposición ambiental

La tabla 8.2.2 de la norma EHE-08 indica la clasificación que se tendrá en cuenta para clasificar la exposición ambiental. El ambiente se trata de una instalación de tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media, por lo tanto, la clasificación será “IIIc Qb”. En el anexo 1 se puede mostrar las tablas utilizadas.

Determinar la fisuración máxima

Dentro del artículo 5 de la EHE-08 se puede encontrar las exigencias de aptitud al servicio, en la cual se exige una fisuración máxima para el hormigón con el fin de que tenga cierta estanqueidad y no penetre el agua al acero estructural. Se observa que la fisuración máxima es de 0.1 milímetros.

| Clase de exposición, según artículo 8º | w _{máx} [mm] | |
|---|--|---|
| | Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones) | Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones) |
| I | 0,4 | 0,2 |
| Ila, IIb, H | 0,3 | 0,2 ⁽¹⁾ |
| IIla, IIIb, IV, F, Qa ⁽²⁾ | 0,2 | Descompresión |
| IIIc, Qb ⁽²⁾ , Qc ⁽²⁾ | 0,1 | |

(1) Adicionalmente deberá comprobarse que las armaduras activas se encuentran en la zona comprimida de la sección, bajo la combinación cuasipermanente de acciones.

(2) La limitación relativa a la clase Q sólo será de aplicación en el caso de que el ataque químico pueda afectar a la armadura. En otros casos, se aplicará la limitación correspondiente a la clase general correspondiente.

Determinar las hipótesis de carga

Las acciones a considerar, como ya se mencionó líneas arriba, serán la supresión, empuje de agua y del terreno. Estas acciones son de frecuencia variable, ya que no siempre estará al mismo nivel el agua en el reactor, además siempre se tendrá que vaciar el reactor para realizar el mantenimiento oportuno, en el cual el empuje del terreno y la subpresión tomarán mayor importancia.

Para el cálculo estructural, consideraremos tres acciones como variables en situación persistente, con lo cual tendremos un coeficiente parcial de 1.5 cuando el efecto sea desfavorable y de 0 cuando sea el efecto favorable. La siguiente tabla extraída de EHE-08, del artículo 12 muestra los coeficientes a considerar.

| TIPO DE ACCIÓN | Situación persistente o transitoria | | Situación accidental | |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Efecto favorable | Efecto desfavorable | Efecto favorable | Efecto desfavorable |
| Permanente | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,35$ | $\gamma_G = 1,00$ | $\gamma_G = 1,00$ |
| Pretensado | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ | $\gamma_P = 1,00$ |
| Permanente de valor no constante | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,50$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ | $\gamma_{G^*} = 1,00$ |
| Variable | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,50$ | $\gamma_Q = 0,00$ | $\gamma_Q = 1,00$ |
| Accidental | - | - | $\gamma_A = 1,00$ | $\gamma_A = 1,00$ |

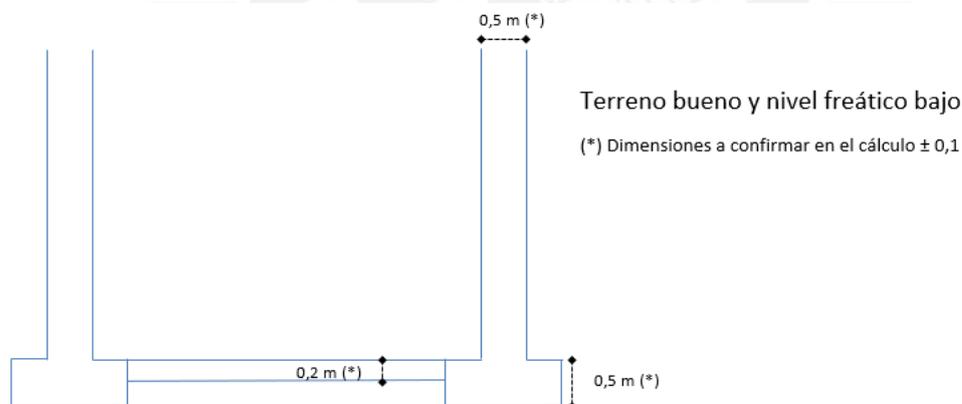
Determinar los coeficientes parciales de seguridad de los materiales

Cuando se está estudiando el caso de estados límite últimos, los coeficientes de seguridad se aplican a los materiales, reduciendo su magnitud de resistencia. Este fenómeno es debido a que hay una cierta incertidumbre en la resistencia del material, por ejemplo, cuando se vacía hormigón, la resistencia no siempre será la especificada, esta podrá variar pudiendo ser mayor o menor. En el artículo 15 de la EHE-08 se muestra los coeficientes parciales de seguridad de los materiales para estados límite últimos. Cabe mencionar que para los cálculos de estado límite de servicio, estos coeficientes serán igual a uno.

| Situación de proyecto | Hormigón γ_c | Acero pasivo y activo γ_s |
|---------------------------|------------------------|-------------------------------------|
| Persistente o transitoria | 1,5 | 1,15 |
| Accidental | 1,3 | 1,0 |

Determinar los recubrimientos mínimos y geometría previsual

Bajo recomendaciones dadas por experiencia de diseño de reactores biológicos en proyectos similares del curso “Abastecimiento y Saneamiento” del máster de Caminos, el recubrimiento es de 5 cm considerando desde el eje de la armadura más cercana a la superficie hasta la superficie más cercana. Además, la geometría será la siguiente, considerando un terreno bueno y nivel freático inexistente:



Determinar las cuantías mínimas

La norma EHE-08 plantea una fórmula que deberá cumplir nuestra estimación de cuantía de acero. Para más información, véase líneas abajo el desarrollo y aplicación de la fórmula.

$$A_p f_{pd} \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,fl} + \frac{P}{z} \left(\frac{W_1}{A} + e \right)$$

Sin embargo, la norma también indica una tabla en la cual indica una cuantía mínima en función de la sección transversal. En el presente documento se verificará la cuantía

mínima por las dos maneras. En el anexo 2 del presente documento se puede observar la tabla en mención.

Si consideramos una sección transversal de un metro de longitud y 0.5 metros de espesor, tendremos un área de 5000 centímetros cuadrados de sección. Aplicando a lo anterior la fórmula se tendrá la siguiente cuantía mínima para un muro

- Armadura vertical: $A_{s1} > 0.09\% * A_c = 4.5 \text{ cm}^2$
- Armadura horizontal: $A_{s1} > 0.32\% * A_c = 16 \text{ cm}^2$

Determinar la armadura necesaria en base a un cálculo estructural

Se calculará en líneas abajo.



Base teórica

Empuje hidrostático

El empuje hidrostático que consideraremos será el que un fluido genera sobre una pared. En este caso el fluido es el fango, cuyo peso específico es igual al del agua.

Empuje del terreno

La fuerza que genera puede ser vertical u horizontal. La fuerza vertical que un suelo genera sobre alguna superficie es causada por el peso de esta. La magnitud depende de la profundidad, del peso específico del suelo y de la carga externa que pueda estar en la superficie. En cuanto a la fuerza horizontal, la presión es función de la presión vertical, pero se tiene en cuenta un coeficiente de empuje “K”, que puede ser activo si la deformación del muro permite la deformación del terreno, o pasivo si se considera que la deformación del muro es de magnitud pequeña y no permite la deformación del terreno (esponjamiento).

$$\sigma_H = K_a \cdot \sigma_v \rightarrow K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\theta}{2} \right) \rightarrow \text{Empuje activo}$$

$$\sigma_H = K_o \cdot \sigma_v \rightarrow K_o = 1 - \tan^2 \theta \rightarrow \text{Empuje en reposo}$$

Siendo θ el ángulo de rozamiento interno del terreno.

Subpresión

La subpresión es una fuerza ascendente que se genera cuando la solera se encuentra por debajo del nivel freático. Esta fuerza es causada por las presiones hidrostáticas que se generan en la cara inferior de la solera. En el proyecto presente no se encontró un nivel freático, por lo cual no se considerará esta acción en el cálculo.

Cálculos

Las siguientes formulas indicadas a continuación tiene como fin estimar la cantidad de acero necesaria en una sección para resistir las solicitaciones.

Flexión simple

La estructura de muro del reactor soporta una carga lateral que genera una flexión, sumada a un esfuerzo de compresión por el peso propio. Debido a que esta acción del peso es una acción favorable, no se considerara al hacer el dimensionamiento del acero. Con la siguiente formula podemos dimensionar el acero, que viene del análisis del diagrama de bloque rectangular en secciones rectangulares.

$$\text{si } \mu_d \leq 0,375 \rightarrow \omega = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot \mu_d}$$

$$\text{si } \mu_d > 0,375 \rightarrow \begin{cases} \omega = 0,5 + \omega' \\ \omega' = \frac{\mu_d - 0,375}{1 - \delta'} \end{cases} \quad [4.2.18. a]$$

$$\begin{aligned}
 \text{si } M_d \leq 0,375 \cdot U_0 \cdot d & \rightarrow U_{s1} = U_0 \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_d}{U_0 \cdot d}} \right) \\
 \text{si } M_d > 0,375 \cdot U_0 \cdot d & \rightarrow \begin{cases} U_{s1} = 0,5 \cdot U_0 + U_{s2} \\ U_{s2} = \frac{M_d - 0,375 \cdot U_0 \cdot d}{d - d'} \end{cases}
 \end{aligned}
 \quad [4.2.18. b]$$

Dentro del artículo 42 de la EHE-08 se puede encontrar la comprobación de armadura para los estados límite de agotamiento frente a solicitaciones normales, entre ellas la flexión. En todos los casos de flexión simple o compuesta se debe cumplir la siguiente limitación:

$$A_p f_{pd} \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,fl} + \frac{P}{z} \left(\frac{W_1}{A} + e \right)$$

Donde

- A_p Área de la armadura activa adherente.
- A_s Área de la armadura pasiva.
- f_{pd} Resistencia de cálculo del acero de la armadura activa adherente en tracción.
- f_{yd} Resistencia de cálculo del acero de la armadura pasiva en tracción.
- $f_{ct,m,fl}$ Resistencia media a flexotracción del hormigón.
- W_1 Módulo resistente de la sección bruta relativo a la fibra más traccionada.
- d_p Profundidad de la armadura activa desde la fibra más comprimida de la sección.
- d_s Profundidad de la armadura pasiva desde la fibra más comprimida de la sección.
- P Fuerza de pretensado descontadas las pérdidas instantáneas.
- A Área de la sección bruta de hormigón.
- e Excentricidad del pretensado respecto del centro de gravedad de la sección bruta.
- z Brazo mecánico de la sección. A falta de cálculos más precisos puede adoptarse $z = 0,8 h$.

En caso de que solo exista armadura activa en la sección de cálculo, se considerará $\frac{d_p}{d_s} = 1$ en la expresión anterior.

Para el cálculo de armadura, no se considerará el aporte de la armadura en compresión, tampoco el aporte de tracción del hormigón. En caso de resultar la cuantía de acero inferior a los mínimos exigidos por norma, se procederá a colocar la cuantía mínima. En el anexo 2 se puede observar las cuantías geométricas mínimas a considerar.

Fisuración

Como se mencionó líneas arriba, la máxima fisuración W_{max} deberá ser igual a 0.1 mm, por condición de estanqueidad. Por lo tanto, la fisuración que debe existir W_k deberá ser menor a 0.1mm. Para el cálculo se W_k se seguirá el método planteado por la EHE-080.

$W_k = \text{abertura característica de fisura} = S_{rmax} \cdot (E_{sm} - E_{cm})$

$S_m = \text{separación medida entre fisuras (mm)}$

$$S_{rmax} = 2c + 0,2s + 0,4 \cdot k_1 \cdot \phi \cdot \frac{A_{ceficaz}}{A_s}$$

C=recubrimiento de hormigón

S=distancia entre barras longitudinales

K1=0.125

Ø =diámetro de la barra traccionada más gruesa o diámetro equivalente en el caso de grupos de barras

Ac,eficaz=área de hormigón en la zona de recubrimiento, en donde las barras de tracción influyen en la abertura de las fisuras

As=sección total de las armaduras situadas en Ac,eficaz

Esm=alargamiento medio de las armaduras, teniendo en cuenta la colaboración del hormigón entre fisuras.

$$Esm = \frac{\sigma_s}{E_s} \left[1 - k_2 \left(\frac{\sigma_{sr}}{\sigma_s} \right)^2 \right] \leq 0,4 \frac{\sigma_s}{E_s}$$

K2=0.5

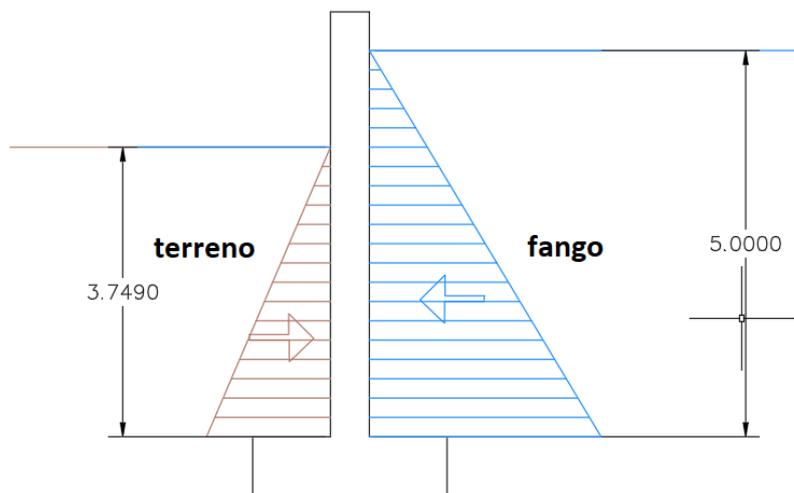
Es=módulo de deformación longitudinal del acero (210000 N/mm²)

σs=tensión de servicio de la armadura en la hipótesis de sección fisurada

σsr=tensión de la armadura en la sección fisurada en el instante en que se fisure el hormigón

Calculo

Se tiene un muro de 50 cm de espesor y de en el cual el agua está dentro del reactor con una altura de 5 metros con el nivel de agua a la cota 1116.251 msnm, y por otro lado, el nivel del terreno está a 1115 msnm. Estas cotas son resultado del dimensionamiento y calculo hidráulico, los cuales se pueden consultar en el anexo 7 de “Dimensionamiento” y 8 de “Cálculos Hidráulicos” respectivamente. En la siguiente imagen se puede observar esquemáticamente lo antes mencionado.



Los parámetros para dimensionar serán:

Base=1000mm = b

Canto = 500mm = h

Espesor = 50 cm = e

Además, las características de los materiales serán los siguientes

- Hormigón
 - Resistencia característica a compresión, $f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$
 - Resistencia de cálculo a compresión, $f_{cd} = 20 \text{ Mpa}$
- Acero
 - Resistencia característica, $f_{yk} = 500 \text{ Mpa}$
 - Resistencia de cálculo, $f_{yd} = 434.8 \text{ Mpa}$
 - Módulo de elasticidad, $E_S = 210000 \text{ Mpa}$

Empuje del fango y refuerzo de acero cara interior

Calculo a flexión

Para el empuje generado por el fango E_w es relativamente sencillo calcular. El empuje vendrá dado por la ley de presiones hidrostáticas y el momento generado es considerando el empuje aplicado a un tercio de la altura.

El empuje del fango, considerando la densidad del fango como 1 tn/m^3 y considerando un metro de ancho de muro

$$E_w = 0.5 * 5 * 5 * \frac{10 \text{KN}}{\text{m}^3} = 125 \text{ KN/m}$$

El momento en la base del muro será

$$M = 125 * \frac{1}{3} * 5 = 208.33 \text{ KN} * \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

El momento de diseño en la base del muro

$$Md = 208.33 * 1.5 = 312.5 \text{ KN} * \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

$$d = h - d' = 500 - 50 = 450 \text{ mm}$$

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$U_o = f_{cd} * b * d = 20 * 1000 * 450 = 9 * 10^6 \text{ N} = 9000 \text{ kN}$$

$$\mu_d = Md / (U_o * d) = 312.5 / (9000 * 0.450) = 0.07716$$

Puesto que el valor anterior es inferior al momento adimensional límite ($\mu_{lim} = 0.375$), entonces no será preciso dimensionar la armadura a compresión. La armadura a tracción A_{s1} será:

$$\omega = 1 - (1 - 2 * \mu_d)^{0.5} = 0.0804, \text{ por lo tanto:}$$

$$U_{s1} = \omega * U_o = 0.0804 * 9000 = 723.6 \text{ kN}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 434.8 \text{ N/mm}^2$$

La sección de acero mínima para resistir los esfuerzos de tracción será

$$A_{s1} = U_{s1} / f_{yd} = 723600 \text{ N} / 434.8 \text{ N/mm}^2 = 1664.21 \text{ mm}^2 \text{ (por metro lineal)}$$

Se tomará una cuantía **de 1 Ø 16 @ 0.1m.** (con lo cual se tendría una sección de **2010 mm²**)

Comprobación de fisura

Para la comprobación del estado límite de servicio, se realizará los cálculos sin coeficientes de mayoración para las cargas, ni factores de seguridad que minimicen las propiedades de los materiales.

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm altura total de la sección (espesor de muro)}$$

$$f_{ck} = 30 \text{ Mpa}$$

$$Md = 312.5 \text{ kN*m momento de diseño (por metro lineal)}$$

Para la apertura de la fisura:

$$K_1 = 0.8 \text{ (barras corrugadas de alta adherencia)}$$

$$K_2 = 0.5 \text{ (flexión)}$$

$$K3 = 2.4$$

$$K4 = 0.425$$

As = 2011 mm² de área de acero

El módulo de deformación del concreto se estima mediante la siguiente expresión

$$E_c = 22000 * ((30+8)/10)^{0.3} = 32836.57 \text{ Mpa}$$

$$\alpha_e = 210000/32836.57 = 6.395$$

Propiedades de la sección fisurada

$$\frac{X}{2} = 6.395 * 20.11 * 10^{-4} * (0.5 - X)$$

Con lo cual la fibra neutra estará en X=0.0125 m

Inercia de sección fisurada

$$I_{fis} = \frac{1}{3} * 0.0125^2 + 6.395 * 20.11 * 10^{-4} * (0.5 - 0.0125)^2 = 0.003108 \text{ m}^4$$

La sección eficaz será

$$h_{c, eff} = \min \left[2.5 * (h - d); \frac{h - X}{3}; \frac{h}{2} \right] = \min [0.125; 0.1625; 0.25] = 0.125 \text{ m}$$

$$p_{c, eff} = \frac{A_s}{A_{c, eff}} = \frac{20.11}{125 * 10} = 0.0161$$

$$S_{r, max} = c * k3 + k1 * k2 * k4 * \frac{\emptyset}{p_{c, eff}} = 50 * 2.4 + 0.8 * 0.5 * 0.425 * \frac{16}{0.0161} = 289 \text{ mm}$$

La profundidad de la fibra neutra y tensión de trabajo en el acero

$$M = 208.33 \text{ kN*m}$$

La tensión del acero

$$\sigma_s = \frac{M * (d - X)}{I_{fis}} = \frac{208.33 * (0.45 - 0.0125)}{0.003108} = 29325.73 \text{ Mpa}$$

La deformación que se produce en la armadura

$$E_{sm} - E_{cm} = \frac{\sigma_s - 0.4 * \frac{f_{ctm}}{\sigma_s} * \left(\frac{1}{p_{c, eff}} + \alpha_e \right)}{E_s}$$

Considero que $f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{(2/3)}$

$$E_{sm} - E_{cm} = \frac{29.32573 - 0.4 * \frac{2.9}{29.32573} * \left(\frac{1}{0.0161} + 6.395 \right)}{210000} = 0.0001267$$

Finalmente aplicamos la fórmula de la norma EHE-08 para calcular el ancho de la fisura

$$Wk = S_{r, max} * (E_{sm} - E_{cm}) = 289 * 0.0001267 = 0.0366 \text{ mm}$$

Lo cual es menor a la anchura de fisura máxima (0.1mm)

Cuantías mínimas

Consideramos que se la sección se trata de hormigón armado no pretensado, con lo cual la condición a cumplir será:

$$A_p f_{pd} \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,fl} + \frac{P}{z} \left(\frac{W_1}{A} + e \right)$$

La sección rectangular $W_1 = b \cdot h^2 / 6$

Con lo cual la condición se reduce a

$$A_s > A_c * \frac{f_{ctm}}{f_{yd} * 4.8}$$

$$A_s > 1000 * 500 * \frac{2.9}{4.8 * 434.8} = 694.76 \text{ mm}^2$$

Se comprueba que cumple la condición.

Empuje del terreno y refuerzo de acero cara exterior

El parámetro "K" será función de las características del terreno (las cuales pueden ser consultadas en el anexo 3.

- Peso específico: 1.967 tn/m³
- Angulo de rozamiento efectivo: 17°
- Cohesión efectiva: 0.47 kg/cm²

Coefficiente de empuje activo:

$$K_a = \operatorname{tg} \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)^2 = \operatorname{tg} \left(45 - \frac{17}{2} \right)^2 = 0.547$$

Por lo tanto, el momento de diseño que genera el empuje activo del terreno en la base del muro:

$$M_{dt} = 1.5 * 0.547 * 0.5 * 19.3 * 3.749^2 * \frac{3.749}{3} = 139.07 \text{ KN} * \text{m}$$

$$d = h - d' = 500 - 50 = 450 \text{ mm}$$

$$f_{cd} = f_{ck} / 1.5 = 20 \text{ N/mm}^2$$

$$U_o = f_{cd} * b * d = 20 * 1000 * 450 = 9 * 10^6 \text{ N} = 9000 \text{ kN}$$

$$\mu_d = M_d / (U_o * d) = 139.07 / (9000 * 0.450) = 0.0343$$

Puesto que el valor anterior es inferior al momento adimensional límite ($\mu_{lim} = 0.375$), entonces no será preciso dimensionar la armadura a compresión. La armadura a tracción A_{s1} será:

$\omega = 1 - (1 - 2 * \mu d)^{0.5} = 0.035$, por lo tanto:

$$Us1 = \omega * Uo = 0.035 * 9000 = 315 \text{ kN}$$

$$fyd = fyk/1.15 = 434.8 \text{ N/mm}^2$$

La sección de acero mínima para resistir los esfuerzos de tracción será

$$As1 = Us1/fyd = 315000 \text{ N} / 434.8 \text{ N/mm}^2 = 724.47 \text{ mm}^2 \text{ (por metro lineal)}$$

Se tomará una cuantía de **1 Ø 10 @ 0.1m**. (con lo cual se tendría una sección de **785** mm² por metro lineal)

Comprobación de fisura

Para la comprobación del estado límite de servicio, se realizará los cálculos sin coeficientes de mayoración para las cargas, ni factores de seguridad que minimicen las propiedades de los materiales.

$$\varnothing = 16 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$c = 50 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm altura total de la sección (espesor de muro)}$$

$$fck = 30 \text{ Mpa}$$

$$Md = 139.07 \text{ kN*m momento de diseño (por metro lineal)}$$

Para la apertura de la fisura:

$$K1 = 0.8 \text{ (barras corrugadas de alta adherencia)}$$

$$K2 = 0.5 \text{ (flexión)}$$

$$K3 = 2.4$$

$$K4 = 0.425$$

$$As = 785 \text{ mm}^2 \text{ de área de acero}$$

El módulo de deformación del concreto se estima mediante la siguiente expresión

$$Ec = 22000 * ((30+8)/10)^{0.3} = 32836.57 \text{ Mpa}$$

$$\alpha e = 210000/32836.57 = 6.395$$

Propiedades de la sección fisurada

$$\frac{X}{2} = 6.395 * 7.85 * 10^{-4} * (0.5 - X)$$

Con lo cual la fibra neutra estará en $X=0.005 \text{ m}$

Inercia de sección fisurada

$$Ifis = \frac{1}{3} * 0.005^2 + 6.395 * 7.85 * 10^{-4} * (0.5 - 0.005)^2 = 0.00124 \text{ m}^4$$

La sección eficaz será

$$h_{c,eff} = \min \left[2.5 * (h - d); \frac{h - X}{3}; \frac{h}{2} \right] = \min[0.125; 0.165; 0.25] = 0.125m$$

$$p_{c,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}} = \frac{7.85}{125 * 10} = 0.00628$$

$$S_{r,max} = c * k_3 + k_1 * k_2 * k_4 * \frac{\phi}{p_{c,eff}} = 50 * 2.4 + 0.8 * 0.5 * 0.425 * \frac{10}{0.00628} = 390.7 \text{ mm}$$

La profundidad de la fibra neutra y tensión de trabajo en el acero

$$M = 92.71 \text{ kN*m}$$

La tensión del acero

$$\sigma_s = \frac{M * (d - X)}{I_{fis}} = \frac{92.71 * (0.45 - 0.005)}{0.00124} = 33270.93 \text{ Mpa}$$

La deformación que se produce en la armadura

$$E_{sm} - E_{cm} = \frac{\sigma_s - 0.4 * \frac{f_{ctm}}{\sigma_s} * \left(\frac{1}{p_{c,eff}} + \alpha \epsilon \right)}{E_s}$$

Considero que $f_{ctm} = 0.3 * (f_{ck})^{2/3}$

$$E_{sm} - E_{cm} = \frac{33.27093 - 0.4 * \frac{2.9}{33.27093} * \left(\frac{1}{0.00628} + 6.395 \right)}{210000} = 0.000131$$

Finalmente aplicamos la fórmula de la norma EHE-08 para calcular el ancho de la fisura

$$W_k = S_{r,max} * (E_{sm} - E_{cm}) = 390.7 * 0.000131 = 0.051 \text{ mm}$$

Lo cual es menor a la anchura de fisura máxima (0.1mm)

Cuantías mínimas

Consideramos que se la sección se trata de hormigón armado no pretensado, con lo cual la condición a cumplir será:

$$A_p f_{pd} \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,\ell} + \frac{P}{z} \left(\frac{W_1}{A} + e \right)$$

La sección rectangular $W_1 = b * h^2 / 6$

Con lo cual la condición se reduce a

$$A_s > A_c * \frac{f_{ctm}}{f_{yd} * 4.8}$$

$$A_s > 1000 * 500 * \frac{2.9}{4.8 * 434.8} = 694.76 \text{ mm}^2$$

Se comprueba que cumple la condición.



Resultados

Armadura vertical

Pared interior

- Ø16mm cada 0.1 metros de armadura vertical (cuantía 20.1 cm²/m)

Pared exterior

- Ø10mm cada 0.1 metros de armadura vertical (cuantía 7.85 cm²/m)

A partir de la mitad para arriba del muro, se considerará la mitad de cuantía, o lo que es lo mismo, la distancia de separación entre cada acero será el doble.

Armadura horizontal

Si consideramos un 25% de la cuantía de armadura vertical no cumpliríamos con las recomendaciones mínimas señaladas en la tabla de la EHE-08 señaladas en el anexo 2 del presente documento. Por lo tanto colocaremos la cuantía mínima de 16 cm² repartidas en la pared interior y exterior.

Pared interior

- Ø16mm cada 0.25 metros de armadura horizontal (cuantía 8.04 cm²/m)

Pared exterior

- Ø16mm cada 0.25 metros de armadura horizontal (cuantía 8.04 cm²/m)

Armadura de losa

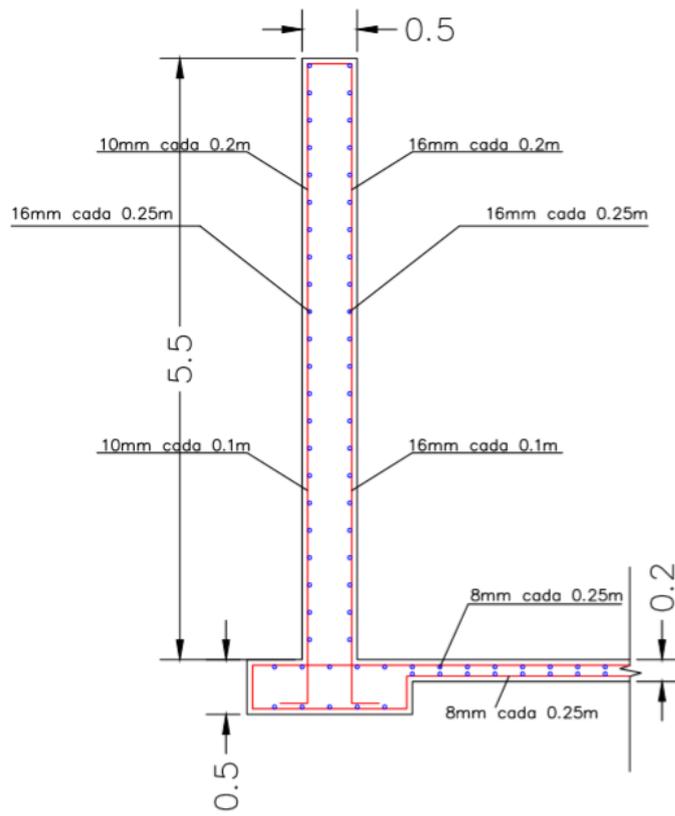
La geometría del reactor, mostrada líneas arriba, tiene de losa una capa de 0.2 metros. Si se considera un ancho transversal a la longitud del reactor de 1 metro de ancho se tendrá una sección "Ac" de 0.2 metros cuadrados. La siguiente relación se deberá cumplir.

$$A_s, \text{losa} > 0.18\% * A_c = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

La anterior cuantía longitudinal debe dividirse en armadura superior e inferior de manera igual, por lo que la cuantía mínima superior e inferior será de 1.8 cm²/m

- Ø 8mm cada 0.25 metros de armadura horizontal (cuantía 2.01 cm²/m)

Consideraremos la misma cuantía para la armadura transversal.



Anexo 1

Tabla 8.2.2 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

| CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN | | | | DESCRIPCIÓN | EJEMPLOS |
|---|---|-------------|---|---|---|
| Clase | Subclase | Designación | Tipo de proceso | | |
| no agresiva | | I | Ninguno | <ul style="list-style-type: none"> - interiores de edificios, no sometidos a condensaciones - elementos de hormigón en masa | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie |
| Normal | Humedad alta | Ila | corrosión de origen diferente de los cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones - exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos enterrados o sumergidos | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales en sótanos no ventilados - cimentaciones - estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm - Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm - elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600mm - Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida |
| | Humedad media | Ilb | corrosión de origen diferente de los cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia - tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm |
| Marina | Aérea | Illa | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar - elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km) | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa - puentes en las proximidades de la costa - zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - instalaciones portuarias |
| | Sumergida | Illb | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar | <ul style="list-style-type: none"> - zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar |
| | en zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras | Illic | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas | <ul style="list-style-type: none"> - zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea |
| con cloruros de origen diferente del medio marino | | IV | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas. | <ul style="list-style-type: none"> - piscinas e interiores de los edificios que las albergan. - pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve - estaciones de tratamiento de agua. |

Tabla 8.2.3.a Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión

| CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN | | | | DESCRIPCIÓN | EJEMPLOS |
|--------------------------------|---------------------|-------------|----------------------------|---|--|
| Clase | Subclase | Designación | Tipo de proceso | | |
| Química Agresiva | Débil | Qa | ataque químico | - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver tabla 8.2.3.b) | - instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla 8.2.3.b - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b |
| | media | Qb | ataque químico | - elementos en contacto con agua de mar - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver tabla 8.2.3.b) | - dolos, bloques y otros elementos para diques - estructuras marinas, en general - instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3b - instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b |
| | Fuerte | Qc | ataque químico | - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver tabla 8.2.3.b) | - instalaciones industriales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b - instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b. - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad fuerte según tabla 8.2.3b |
| con heladas | sin sales fundentes | H | ataque hielo-deshielo | - elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C | - construcciones en zonas de alta montaña. - estaciones invernales |
| | con sales fundentes | F | ataque por sales fundentes | - elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C | - tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña, en las que se utilizan sales fundentes. |
| Erosión | | E | abrasión cavitación | - elementos sometidos a desgaste superficial - elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua | - pilas de puente en cauces muy torrenciales - elementos de diques, pantanos y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oleajes - pavimentos de hormigón - tuberías de alta presión |

Tabla 8.2.3.b Clasificación de la agresividad química

| TIPO DE MEDIO AGRESIVO | PARÁMETROS | TIPO DE EXPOSICIÓN | | |
|------------------------|---|--------------------|--------------|---------------|
| | | Qa | Qb | Qc |
| | | ATAQUE DÉBIL | ATAQUE MEDIO | ATAQUE FUERTE |
| AGUA | VALOR DEL pH, según UNE 83.952 | 6,5 - 5,5 | 5,5 - 4,5 | < 4,5 |
| | CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13.577 | 15 - 40 | 40 - 100 | > 100 |
| | IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83.954 | 15 - 30 | 30 - 60 | > 60 |
| | IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83.955 | 300 - 1000 | 1000 - 3000 | > 3000 |
| | IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83.956 | 200 - 600 | 600 - 3000 | > 3000 |
| | RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83.957 | 75 - 150 | 50 - 75 | < 50 |
| SUELO | GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE 83.962 | > 200 | (*) | (*) |
| | IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83.963 | 2000 - 3000 | 3000 - 12000 | > 12000 |

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica



Tabla 8.2.2 Clases generales de exposición relativas a la corrosión de las armaduras

| CLASE GENERAL DE EXPOSICIÓN | | | | DESCRIPCIÓN | EJEMPLOS |
|---|---|-------------|---|---|---|
| Clase | Subclase | Designación | Tipo de proceso | | |
| no agresiva | | I | Ninguno | <ul style="list-style-type: none"> - interiores de edificios, no sometidos a condensaciones - elementos de hormigón en masa | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie |
| Normal | Humedad alta | Ila | corrosión de origen diferente de los cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - interiores sometidos a humedades relativas medias altas (> 65%) o a condensaciones - exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm - elementos enterrados o sumergidos | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales en sótanos no ventilados - cimentaciones - estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm - Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm - elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600mm - Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida |
| | Humedad media | Ilib | corrosión de origen diferente de los cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia - tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm |
| Marina | Aérea | IIla | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar - elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km) | <ul style="list-style-type: none"> - elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa - puentes en las proximidades de la costa - zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - instalaciones portuarias |
| | Sumergida | IIlib | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar | <ul style="list-style-type: none"> - zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar |
| | en zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras | IIlic | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas | <ul style="list-style-type: none"> - zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral - zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea |
| con cloruros de origen diferente del medio marino | | IV | corrosión por cloruros | <ul style="list-style-type: none"> - instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino - superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas | <ul style="list-style-type: none"> - piscinas e interiores de los edificios que las albergan. - pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve - estaciones de tratamiento de agua. |

Tabla 8.2.3.a Clases específicas de exposición relativas a otros procesos de deterioro distintos de la corrosión

| CLASE ESPECÍFICA DE EXPOSICIÓN | | | | DESCRIPCIÓN | EJEMPLOS |
|--------------------------------|---------------------|-------------|----------------------------|---|--|
| Clase | Subclase | Designación | Tipo de proceso | | |
| Química Agresiva | | Qa | ataque químico | - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad lenta (ver tabla 8.2.3.b) | - instalaciones industriales, con sustancias débilmente agresivas según tabla 8.2.3.b - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad débil según tabla 8.2.3.b |
| | media | Qb | ataque químico | - elementos en contacto con agua de mar - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad media (ver tabla 8.2.3.b) | - dolos, bloques y otros elementos para diques - estructuras marinas, en general - instalaciones industriales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad media según tabla 8.2.3b - instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales con sustancias de agresividad media según tabla 8.2.3.b |
| | Fuerte | Qc | ataque químico | - elementos situados en ambientes con contenidos de sustancias químicas capaces de provocar la alteración del hormigón con velocidad rápida (ver tabla 8.2.3.b) | - instalaciones industriales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b - instalaciones de conducción y tratamiento de aguas residuales, con sustancias de agresividad alta de acuerdo con tabla 8.2.3.b. - construcciones en proximidades de áreas industriales, con agresividad fuerte según tabla 8.2.3b |
| con heladas | sin sales fundentes | H | ataque hielo-deshielo | - elementos situados en contacto frecuente con agua, o zonas con humedad relativa media ambiental en invierno superior al 75%, y que tengan una probabilidad anual superior al 50% de alcanzar al menos una vez temperaturas por debajo de -5°C | - construcciones en zonas de alta montaña. - estaciones invernales |
| | con sales fundentes | F | ataque por sales fundentes | - elementos destinados al tráfico de vehículos o peatones en zonas con más de 5 nevadas anuales o con valor medio de la temperatura mínima en los meses de invierno inferior a 0°C | - tableros de puentes o pasarelas en zonas de alta montaña, en las que se utilizan sales fundentes. |
| Erosión | | E | abrasión cavitación | - elementos sometidos a desgaste superficial - elementos de estructuras hidráulicas en los que la cota piezométrica pueda descender por debajo de la presión de vapor del agua | - pilas de puente en cauces muy torrenciales - elementos de diques, pantanales y otras obras de defensa litoral que se encuentren sometidos a fuertes oteajes - pavimentos de hormigón - tuberías de alta presión |

Tabla 8.2.3.b Clasificación de la agresividad química

| TIPO DE MEDIO AGRESIVO | PARÁMETROS | TIPO DE EXPOSICIÓN | | |
|------------------------|---|--------------------|--------------|---------------|
| | | Qa | Qb | Qc |
| | | ATAQUE DÉBIL | ATAQUE MEDIO | ATAQUE FUERTE |
| AGUA | VALOR DEL pH, según UNE 83.952 | 6,5 - 5,5 | 5,5 - 4,5 | < 4,5 |
| | CO ₂ AGRESIVO (mg CO ₂ / l), según UNE-EN 13.577 | 15 - 40 | 40 - 100 | > 100 |
| | IÓN AMONIO (mg NH ₄ ⁺ / l), según UNE 83.954 | 15 - 30 | 30 - 60 | > 60 |
| | IÓN MAGNESIO (mg Mg ²⁺ / l), según UNE 83.955 | 300 - 1000 | 1000 - 3000 | > 3000 |
| | IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / l), según UNE 83.956 | 200 - 600 | 600 - 3000 | > 3000 |
| | RESIDUO SECO (mg / l), según UNE 83.957 | 75 - 150 | 50 - 75 | < 50 |
| SUELO | GRADO DE ACIDEZ BAUMANN-GULLY (ml/kg), según UNE 83.962 | > 200 | (*) | (*) |
| | IÓN SULFATO (mg SO ₄ ²⁻ / kg de suelo seco), según UNE 83.963 | 2000 - 3000 | 3000 - 12000 | > 12000 |

(*) Estas condiciones no se dan en la práctica



Anexo 2

| Tipo de elemento estructural | | Tipo de acero | |
|------------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | Aceros con $f_y = 400\text{N/mm}^2$ | Aceros con $f_y = 500\text{N/mm}^2$ |
| Pilares | | 4,0 | 4,0 |
| Losas ⁽¹⁾ | | 2,0 | 1,8 |
| Forjados unidireccionales | Nervios ⁽²⁾ | 4,0 | 3,0 |
| | Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾ | 1,4 | 1,1 |
| | Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾ | 0,7 | 0,6 |
| Vigas ⁽⁴⁾ | | 3,3 | 2,8 |
| Muros ⁽⁵⁾ | Armadura horizontal | 4,0 | 3,2 |
| | Armadura vertical | 1,2 | 0,9 |

- (1) Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección dispuestos en la cara inferior.
- (2) Cuantía mínima referida a una sección rectangular de ancho b_w y canto e del forjado de acuerdo con la Figura 42.3.5. Esta cuantía se aplica estrictamente en los nervios y no en las zonas macizadas. Todas las viguetas deben tener en la cabeza inferior, al menos, dos armaduras activas o pasivas longitudinales simétricas respecto al plano medio vertical.
- (3) Cuantía mínima referida al espesor de la capa de compresión hormigonada in situ.
- (4) Cuantía mínima correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.
- (5) La cuantía mínima vertical es la correspondiente a la cara de tracción. Se recomienda disponer en la cara opuesta una armadura mínima igual al 30% de la consignada.
A partir de los 2,5 m de altura del fuste del muro y siempre que esta distancia no sea menor que la mitad de la altura del muro podrá reducirse la cuantía horizontal a un 2%. En el caso en que se dispongan juntas verticales de contracción a distancias no superiores a 7,5 m, con la armadura horizontal interrumpida, las cuantías geométricas horizontales mínimas pueden reducirse al 2%. La armadura mínima horizontal deberá repartirse en ambas caras. Para muros vistos por ambas caras debe disponerse el 50% en cada cara. En el caso de muros con espesores superiores a 50 cm, se considerará un área efectiva de espesor máximo 50 cm distribuidos en 25 cm a cada cara, ignorando la zona central que queda entre estas capas superficiales.
- (6) En el caso de elementos pretensados, la armadura activa podrá tenerse en cuenta en relación con el cumplimiento de las cuantías geométricas mínimas sólo en el caso de las armaduras pretesas que actúen antes de que se desarrolle cualquier tipo de deformación térmica o reológica.



Anexo N°10: Dimensionamiento de Equipos

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| REQUISITOS ELECTRICOS..... | 3 |
| REQUISITOS DE AUTOMATIZACION Y CONTROL..... | 4 |
| CONSIDERACION GENERAL | 4 |
| PRETRATAMIENTO | 5 |
| BOMBEO..... | 5 |
| DESBASTE TTC | 5 |
| DESARENADOR-DESENGRASADOR PDD..... | 6 |
| TRATAMIENTO BIOLÓGICO | 7 |
| Turbosoplante o soplante de aireación | 7 |
| Difusores reactor biológico | 8 |
| Vehiculadores (hélices) carrusel | 9 |
| Motobomba recirculación de fangos en exceso (Recirculación externa)..... | 10 |
| Bomba dosificadora de FeCl ₃ | 11 |
| DECANTADOR SECUNDARIO | 13 |
| Motorreductor de accionamiento del puente..... | 13 |
| Motobomba de evacuación de fangos al espesador | 13 |
| Motobomba evacuación de flotantes..... | 14 |
| LÍNEA DE FANGOS | 16 |
| Espesador de gravedad | 16 |
| Motobomba evacuación de sobrenadantes del espesador..... | 16 |
| Bomba de depósito de fango espesado a deshidratación | 17 |
| Centrífuga..... | 18 |
| Bombas dosificación de polielectrolito..... | 18 |
| Bomba de fangos deshidratados a tolva de almacenamiento..... | 20 |
| Consumo de equipos..... | 21 |
| Anexo 1..... | 22 |

INTRODUCCIÓN

REQUISITOS ELECTRICOS

Todos los equipos eléctricos, máquinas y demás equipos contemplados en este proyecto han de cumplir los reglamentos y disposiciones oficiales vigentes. Los equipos de protección se han de dimensionar adecuadamente para que puedan ser capaces de aislar con seguridad de la presencia de posibles cortocircuitos o sobrecarga en las instalaciones. Se han de instalar equipos de protección contra cortocircuitos, fugas a tierra, contactos directos e indirectos.

Del estudio y recuento de los motores y demás equipos eléctricos pertenecientes a la EDAR se obtendrán los valores de potencia instalada y activa. A esta potencia sumaremos la correspondiente al resto de los sistemas energéticos en la planta.

La energía será suministrada por la Compañía eléctrica Iberdrola a la tensión trifásica de 15 kV y con una frecuencia de 50 Hz por lo que será necesario que la estación depuradora cuente con su propio transformador. Se tendrá que plantear el cálculo y características generales del centro de transformación. Las tensiones de funcionamiento de las máquinas y otros equipos eléctricos serán en baja tensión y suministros trifásicos a 400 V, además del suministro monofásico a 230 V.

Se prevé un sistema de alimentación auxiliar, que mediante un sistema de conmutación y con un grupo electrógeno garantice que, ante un fallo en el suministro, la estación pueda continuar con su funcionamiento.

En el presente proyecto no se realiza el proyecto de instalación eléctrica ni dimensionado del centro de transformación. Además se utilizó el formato de descripción de equipos proporcionado por la profesora Isabel del Castillo.

REQUISITOS DE AUTOMATIZACION Y CONTROL

Un mecanismo de par deberá proteger los mecanismos reductor y motor de rejas, tornillo y bombas, independientemente de la protección térmica del motor. Se debe instalar un detector que mida la diferencia de nivel, antes y después de las rejas. Esta diferencia nos indica la colmatación de esta.

Se dotará a las bombas de un sistema de control que garantice su entrada en funcionamiento de forma alterna en función del tiempo de funcionamiento y una de ellas al menos con variador de frecuencia para ahorro en el consumo.

Se dotará a las soplantes, si hay más de una, de un sistema de control que garantice su entrada en funcionamiento con una de ellas con variador de frecuencia para ahorro en el consumo.

Los sensores que medirán la altura de agua bruta presente serán detectores ultrasónicos de nivel.

El caudal de agua tratada será medido en un canal rectangular que dará una señal al sistema de adquisición de datos y traducida, una medida del caudal de agua tratada diaria de forma fiable.

En el presente proyecto no se ha realizado el proyecto de instalación del sistema de control, indicando solo los requisitos en cada uno de los equipos que constituyen cada línea del proceso.

CONSIDERACION GENERAL

En la elección de los equipos se debe considerar la viabilidad de seleccionar equipos con regulación de velocidad para adecuarse a la demanda y como consecuencia producir un gran ahorro de energía.

PRETRATAMIENTO

El pretratamiento se consideró compacto, ya que la construcción de un pretratamiento de hormigón conllevaría a un sobredimensionamiento innecesario y un gasto económico importante. Por tal efecto, el pretratamiento compacto a utilizar será de la casa Hidro Metálica con dos partes principalmente. Primero se tendrá un tornillo tamiz compactador (TTC) que se encargará del tamizado, desbaste y compactación de los sólidos. Segundo se tendrá una planta desarenado y desengrasado (PDD) que se encargará de la eliminación de las grasas y arenas, así como la evacuación de estos.

BOMBEO

El agua bruta llega a la estación depuradora a una cota de 1117.097 metros sobre el nivel del mar, estando la cota de la entrada al pretratamiento compacto a una cota de 1116.96. Por lo cual no hay que considerar un bombeo de elevación de agua bruta.

DESBASTE TTC

El agua bruta se introduce desde la tubería a través de la brida de entrada al equipo. Los sólidos quedan atrapados en el tamiz y durante su extracción una serie de boquillas de gran eficiencia y potencia proceden a su lavado para eliminar la mayor parte de las sustancias existentes. En la parte superior de la criba se produce la compactación/deshidratación del cribado con la consiguiente y significativa reducción de volumen del mismo antes de su descarga en el contenedor o saco de plástico diseñado a tal efecto. Finalmente, el fluido es conducido al tamiz de entrada. La siguiente figura se puede observar la máquina. En la instalación se dispondrá de 2 TTC



Las siguientes características de cada TTC

- Luz de paso: 1mm
- Diámetro de hélice de entrada: 500mmx200mm
- Diámetro de hélice de transporte: 200 (pl.60x10)
- Longitud reducción: 560mm
- Diámetro de entrada: DN-300mm
- Potencia: 1.1 kW
- Funcionamiento: 5 horas por día

DESARENADOR-DESENGRASADOR PDD

Una vez tamizado el efluente, se emplea el primer tercio del tanque en una suave aireación. El vertido tamizado es agitado junto con el aire y las burbujas se adhieren a los sólidos orgánicos facilitando el desemulsionado y flotación, los cuales se efectúan en los dos tercios restantes del tanque, desprovisto de agitación. Las arenas que decantan en el fondo del tanque son transportadas hacia una tolva en el extremo del mismo mediante un tornillo sinfín horizontal. Allí se acumulan hasta que el tornillo elevador de arenas las extrae. El tornillo elevador está anclado sobre la cuba mediante una abrazadera articulada, que permite su ajuste y orientación. El modelo a escoger será el PDD-M-4 de la casa HidroMetálica. Se empleará dos equipos de 4 módulos para tener dos líneas de pretratamiento.



Características por línea:

Módulos y soplante

- Numero de módulos: 4
- Caudal mínimo: 216 m³/h
- Caudal máximo: 306 m³/h
- Soplante: 55 m³/h
- Potencia: 3.3 kW
- Presión soplante: 0.4 bar
- Horas de funcionamiento: 24 horas por día

Desarenado desengrasado de 4 módulos

- Anchura de desengrasado: 400mm
- Diámetro entrada agua bruta: según TTC
- Diámetro salida agua tratada: DN-300mm
- Diámetro transporte arenas: 200 (pl.60x10)
- Diámetro extracción arenas: 200 (pl.60x10)
- Potencia transporte: 0.55 kW (12 horas de funcionamiento por día)
- Potencia extracción: 1.1 kW (12 horas de funcionamiento por día)
- Potencia flotados: 0.18 kW (24 horas de funcionamiento por día)

TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Equipos a dimensionar:

- Turbocompresor o soplante
- Difusores
- Vehiculadores carrusel
- Motobomba de recirculación de fangos en exceso (Recirculación externa)
- Bomba dosificadora de FeCl₃

Turbosoplante o soplante de aireación

Se parte del mayor valor de necesidad de O₂ en condiciones punta (kg/h) obtenido en el dimensionamiento del tratamiento biológico el cual fue en verano con una punta de nitrógeno (65.58 kg O₂/hora). Este valor hay que corregirlo para transformarlo a condiciones reales de presión (altitud del lugar) y temperatura.

Los suministradores dan el oxígeno introducido por los difusores en condiciones estándar (nivel del mar, temperatura estándar de 10 ó 20°C y en agua limpia).

El oxígeno calculado (kg/h) se corrige con la temperatura del agua residual, altitud de la planta, profundidad de los difusores (depende de la altura del tanque), salinidad del agua residual y algunos factores más, para transformarlo a las condiciones reales. Para tener en cuenta todos estos factores puede tomarse un factor de aproximadamente 0,57.

La eficiencia de los difusores también influye en este cálculo. El rendimiento de los difusores situados a 5 m de profundidad está en el entorno de 24%.

Por último, deben considerarse la densidad del aire que será introducido (1,2 Kg/m³) y el porcentaje en peso de O₂ en el aire (23%). Es decir, 1 m³ de aire tiene 0,23 x 1,20 = 0,276 kg O₂.

Teniendo en cuenta lo anterior, el caudal de aire a introducir en el proceso biológico sería:

$$Q \text{ aire total } \left(\frac{m^3}{h} \right) = \frac{65.58 \left(\frac{kgO_2}{h} \right)}{0.57 * 0.24 * 0.276} = 1737$$

Por lo que los soplantes de cada línea deberán suministrar un caudal de aire de 868.5 m³/h

Horas de funcionamiento: 16 h/d (A efectos del cálculo posterior del consumo energético), aunque realmente funciona 24 h/d con variador de frecuencia.

Seleccionaremos una soplante rotativa, que es lo que generalmente se coloca en EDAR pequeñas. En este caso se escoge dos compresores de émbolo rotativos Delta Hybrid modelo D24E, uno para cada línea, de la casa Aerzen.

Características de cada soplante:

- Tipo de construcción: compresores de émbolos rotativos
- Diseño: vacío
- Presión diferencial: -700 mBar
- Caudal volumétrico máximo: 1320 m³/h
- Potencia: 37 kW

- Unidades: 1 por línea + 1 reserva
- Horas de funcionamiento: 16 h/d (A efectos del cálculo posterior del consumo energético), aunque realmente funciona 24 h/d con variador de frecuencia



Difusores reactor biológico

La oxigenación al reactor biológico permite que la materia orgánica se descomponga en compuestos más simples. La transferencia de oxígeno se realiza mediante unos elementos llamados difusores.

Se calculan conociendo el caudal máximo de aire necesario por línea y el caudal máximo admisible por difusor. Suelen utilizarse difusores de disco de membrana y de burbuja fina.

Se busca a partir de datos de fabricantes el caudal máximo admisible por difusor. El caudal de aire de diseño de estos difusores suele oscilar entre 1,5 y 8,0 m³/h por difusor. Se puede tomar un valor medio entre 4-5 m³/h por difusor.

$$n^{\circ} \text{ de difusores} = \frac{\text{caudal máximo aire por línea}}{\text{caudal máximo por difusor}} = \frac{868.5}{4.5} = 193$$

Se considerará 193 difusores por línea.

Para la distribución de los difusores se puede considerar una distancia entre los centros de los difusores pertenecientes a la misma tubería de 0,90 m, y una distancia entre las distintas tuberías colocadas en paralelo de 1,20 m. (Revisar en función del número de difusores que salgan del cálculo y de las indicaciones de las parrillas de los fabricantes)

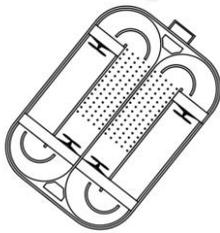
Se utilizará difusores 12'' de burbuja fina de la casa Barmatec que tiene las siguientes características:

- Número de difusores por línea: 193
- Caudal aire en operación: 2 a 12 m³/h
- Caudal de aire máximo: 15 m³/h
- Espesor tubería: 4 a 8 mm
- Diámetro abertura: 32 mm
- Material: EPDM



Vehiculadores (hélices) carrusel

El criterio empleado para el dimensionamiento de estas hélices es la potencia de agitación necesaria por metro cúbico de volumen a agitar que suele tomarse en 1-2 W/m³ para los reactores carrusel. El reactor tipo carrusel tiene un volumen de 1342.7 metros cúbicos por línea (siendo un total de dos líneas), se puede consultar el dimensionamiento en el anexo 7. Se considera un total de dos agitadores por línea como se muestra en la siguiente imagen:



La potencia necesaria por línea sería:

$$\text{Potencia por agitador (W)} = \frac{1342.7 \text{ (m}^3\text{)}}{2 \text{ agitadores}} * 2 \frac{\text{W}}{\text{m}^3} = 1342.7 \text{ W}$$

Se selecciona el agitador sumergible FLYGT tipo banana modelo compacto con reductora de la casa Xylem con las siguientes características:

- Empuje: 900 - 2200 Newtons
- Rendimiento: hasta 400 N/kW
- Potencia: 3 a 4.3 kW
- Diámetro de palas: 1.2 m
- Hélice: 90 - 140 rpm
- Método de instalación: 100x100 mm barra guía o tripode

Horas de funcionamiento: 24 h/d

Unidades: 2 por línea



Motobomba recirculación de fangos en exceso (Recirculación externa).

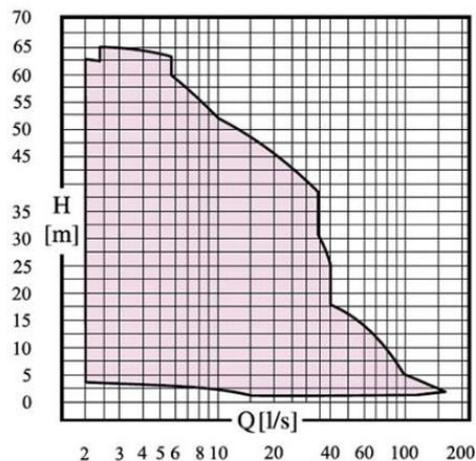
En la arqueta a la que van a parar los fangos procedentes de la purga del decantador se alojan una bomba sumergible, la cual envía los fangos decantados recirculándolos a la entrada del reactor biológico. Su funcionamiento en automático es mediante un temporizador, y manual en continuo. El temporizador se regula en función de los fangos decantados, debiendo comprobarse periódicamente la concentración de los mismos para regulando el tiempo de trabajo.

En el anexo 7 de dimensionamiento se calculó que la recirculación externa será igual al 100% del caudal que entra en la planta. El reactor tiene dos líneas, con lo cual la recirculación interna a bombear será la mitad de los 112.5 m³/hr. Se considerará un caudal de 56.25 m³/hr = 15.625 l/s.

La bomba se selecciona en función de:

- Caudal de recirculación externa necesario: 56.25 (m³/h)
- Para la altura de impulsión se considera:
 - o Cota de agua en la arqueta de entrada al reactor: 1116.310 msnm
 - o Cota de agua en el decantador secundario: 1115.759 msnm
 - o Altura del decantador secundario: 3+0.5 = 3.5m
- La altura H de bombeo será 4.05 metros.

Con el caudal y la altura de impulsión, se obtiene de las tablas de los fabricantes el modelo de bomba más adecuado para este proceso.



Características de la bomba sumergible

- Marca: Caprari
- Tipo: Sumergible
- Modelo: K+DN 65/200
- Altura manométrica máxima: 65 m
- Potencia: 1.5 kW
- Caudal Máximo: 160l/s

Horas de funcionamiento: 24 h/d

Unidades: 1 por línea + 1 reserva

Bomba dosificadora de FeCl₃

El objetivo de este equipo es la dosificación del cloruro férrico necesario para la precipitación del fósforo por vía química. En el anexo n°7 de dimensionamiento se calculó la cantidad de hierro necesaria para el proceso de eliminación de fósforo por vía química. Sumado a la riqueza del producto comercial, se podrá tener la dosis de FeCl₃.

Se calcula en función de la dosis de hierro (kg Fe/d) necesaria para precipitar el fósforo (calculada en el anexo 7 de dimensionamiento) y de la riqueza del producto comercial.

- Cantidad de Fe necesaria = 7.3 kg/día
- Riqueza de FeCl₃ comercial = 40%
- Densidad del producto comercial = 1,45 kg/l

$$\begin{aligned}
 \text{Dosis FeCl}_3 \text{ al } 40\% \left(\frac{l}{d} \right) &= 7.3 \frac{kg}{d} \text{ Fe a dosificar} * \frac{162.5 \text{ PM FeCl}_3}{55.8(g \text{ Fe en FeCl}_3) * 0.4 * 1.45} \\
 &= 36.66 \frac{l}{día} = 1.5275 \frac{l}{hora}
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el caudal a dosificar será de 0.764 l/hr por cada línea.

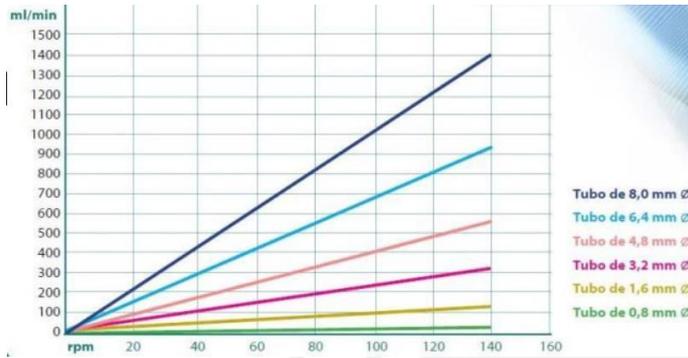
La bomba a utilizar será una peristáltica de la casa Boyser.

- Modelo: Serie DS-M
- Caudal máximo: 1.8 l/h

- Diámetros internos de tubo: 0.8 mm
- Frecuencia: 50 Hz
- Potencia: 0.2 kW

Horas de funcionamiento: 24 h/d

Unidades: 1 por línea + 1 reserva



DECANTADOR SECUNDARIO

Los equipos a dimensionar en esta etapa del proceso son los que siguen:

- Motorreductor de accionamiento del puente
- Bomba de fangos en exceso al espesador
- Bombeo de flotantes.

Motorreductor de accionamiento del puente

El puente rodante es un mecanismo de barrido continuo, de accionamiento perimetral, montado sobre un tanque circular. Este mecanismo sirve para la extracción de flotantes, por medio de una barredera superficial y extraer los fangos depositados en el fondo mediante rasquetas que los conducen a un concentrador central.

Dicho mecanismo sirve para la extracción de flotantes, por medio de una barredera superficial, y para la extracción de los fangos depositados en el fondo mediante un grupo de rasquetas que las conducen a un concentrador central.

Los fangos y los flotantes son evacuados por medio de dos bombas sumergibles de funcionamiento alternativo.

El puente es desplazado mediante un motorreductor eléctrico que transmite el movimiento a un eje unido a la rueda motriz. La transmisión del movimiento tiene lugar mediante piñon-rueda imprimiendo una velocidad final al puente menor de 1,2 m/min.

El modelo escogido es de la casa Hidro Metálica y tiene las siguientes características:

- Potencia: 0.18 kW
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión: 220/380 V
- Par transmisión: 300 Nm
- Velocidad: 2 a 2.87 rpm

Horas de funcionamiento: 24 h/d

Unidades: 1 por línea

Motobomba de evacuación de fangos al espesador

En la arqueta a la que van a parar los fangos procedentes de la purga del decantador se encuentra una bomba sumergible que envía el fango decantado al espesador. Su funcionamiento en automático es mediante un temporizador, y manual en continuo.

El caudal de fango a espesar se calcula teniendo en cuenta la producción diaria de fango calculada en el anexo 7 de dimensionamiento (427.8 kg/día) y la concentración de los mismos (2% para fango primario y 0,8% para fango en exceso)

La concentración la calculamos de la siguiente manera:

$$\text{Concentración} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{producción fango}}{\text{Volumen reactor}} * \frac{1}{0.02} = \frac{427.8}{2685.4 * 0.02} = 7.97 \text{ kg/m}^3$$

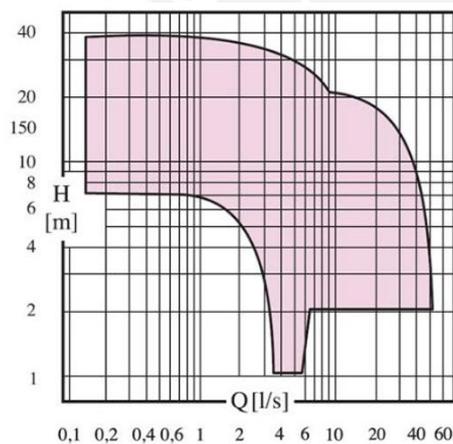
$$Q_F (\text{m}^3/\text{día}) = \frac{\text{Producción fango, kg/día}}{\text{Concentración, kg/m}^3} = \frac{427.8}{7.97} = 53.7 \text{ m}^3/\text{día}$$

Dicho caudal será dividido entre las dos líneas de tratamiento. El equipo funciona 2 horas diarias, el caudal a impulsar será:

$$Q_F \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = \frac{Q \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right)}{2 * 2} = \frac{53.7}{4} = 13.425 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}} = 3.73 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Sumado a lo anterior, la altura desde el fondo del decantador hasta a la cota superior del espesador es de 6 metros. La motobomba de evacuación de fangos al espesador será de la casa Caprari, con las siguientes características.

- Modelo: D
- Tipo: Electrobomba sumergible
- Caudal máximo: 50 l/s
- Altura manométrica máxima: 40 metros
- Unidades: 1 por línea + 1 reserva
- Potencia: 3 kW



Motobomba evacuación de flotantes

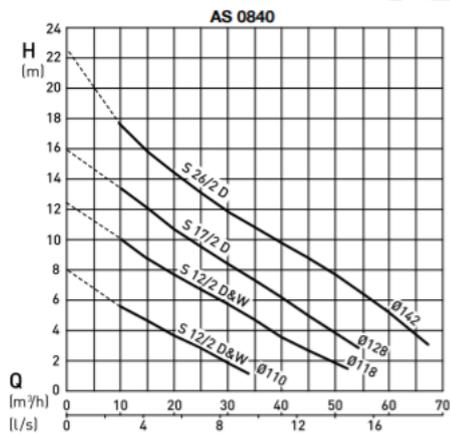
El objetivo de esta bomba es elevar los sobrenadantes procedentes del decantador secundario, recogidos en la arqueta de recogida de flotantes, a cabecera del pretratamiento.

La bomba puede seleccionarse considerando un caudal de flotantes de 10 m³/h de cada decantador y una altura manométrica de 5 m.c.a.

Horas de funcionamiento: 4 h/d (A efectos del consumo energético posterior)

La motobomba de evacuación de flotantes será de la casa SULZER con las siguientes características:

- Modelo: AS 0840 con impulsor monocanal abierto Contrablock con placa base en espiral
- Nombre bomba: As 0840 S12/2 D&W con diámetro 110 mm
- Paso de sólidos: 30 mm
- Tensión nominal: 220-240-400 V
- Corriente nominal: 3.29
- Velocidad: 2900 rpm
- Potencia absorbida: 1.77 kW
- Potencia en el eje del motor: 1.2 kW
- Unidades: 1 por línea + 1 reserva



LÍNEA DE FANGOS

Equipos a dimensionar:

- Espesador de gravedad
- Motobomba de evacuación de sobrenadantes del espesador
- Bombeo de depósito de fango espesado a deshidratación
- Centrífuga para deshidratación
- Bomba de fangos deshidratados a tolva de almacenamiento.

Espesador de gravedad

Motorreductor del puente del espesador. Sirve de pasarela y de apoyo para todo el conjunto (piquetas, rasquetas, eje de transmisión, brazos de espesamiento, casquillo guía y rascador de poceta). El giro del puente del espesador es provocado por un grupo motorreductor.

El motorreductor del puente del espesador que se utilizará será de la casa Hidro Metálica con las siguientes características:

- Modelo: EFGV-600
- Potencia: 0.18 kW
- Frecuencia: 50 Hz
- Tensión: 220/380 V
- Par transmisión: 8200 Nm
- Velocidad: 0.125 rpm

Horas de funcionamiento: 24 h/d

Unidades: 1 por línea

Motobomba evacuación de sobrenadantes del espesador

El objetivo de esta bomba es elevar los sobrenadantes procedentes del espesador a cabecera del pretratamiento.

La bomba se selecciona a partir del caudal de sobrenadante obtenido en el anexo 7 de dimensionamiento (41.45 m³/día) y considerando una altura manométrica de 5 m.c.a.

La bomba a escoger será de la casa AGP bombas y tendrá las siguientes características:

- Modelo: FLS 40-10
- Tipo: bomba sumergible multicelular con impulsores radiales
- Potencia: 3.7 kW
- Caudal máximo: 2.4 m³/hr
- Altura máxima: 18 m

Horas de funcionamiento: 16 h/d

Unidades: 1 por línea + 1 reserva



Bomba de depósito de fango espesado a deshidratación

Los fangos del espesador se conducen hasta la centrífuga mediante bombas que eviten romper en la medida posible el floculo formado y al mismo tiempo no presenten problemas ante variaciones de las características físicas del fango. Suelen usarse sistemas que constan de un cuerpo estanco en el que se aloja un husillo de tipo sinusoidal que da lugar a un movimiento del fluido denominado de desplazamiento positivo, similar al de un helicoide convencional pero que provoca una menor rotura de los floculos formados.

Se determina calculando el caudal de fango espesado, a partir de la producción de fango y de la concentración obtenida en el fango espesado (5%).

$$Q_F (\text{m}^3/\text{día}) = \frac{427.8 \text{ kg/día}}{0,05 \times 1050 \text{ kg/m}^3} = 8.15 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

La bomba funcionará 5 días a la semana durante 8 horas al día.

$$Q_F \left(\frac{\text{m}^3}{\text{h}} \right) = \frac{8.15 \left(\frac{\text{m}^3}{\text{día}} \right) \cdot 7 \text{ días}}{5 \text{ días} \cdot 8 \text{ h}} = 1.43 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Unidades: 1 por línea + 1 reserva

La bomba de tornillo helicoidal a utilizar será de la casa Netzsch y tendrá las siguientes características:

- Modelo: NM 015 BY
- Caudal máximo: 2.5 m³/hr
- Potencia: 0.75 kW
- Presión máxima: 24 bar
- Velocidad: 800 rpm



Centrífuga

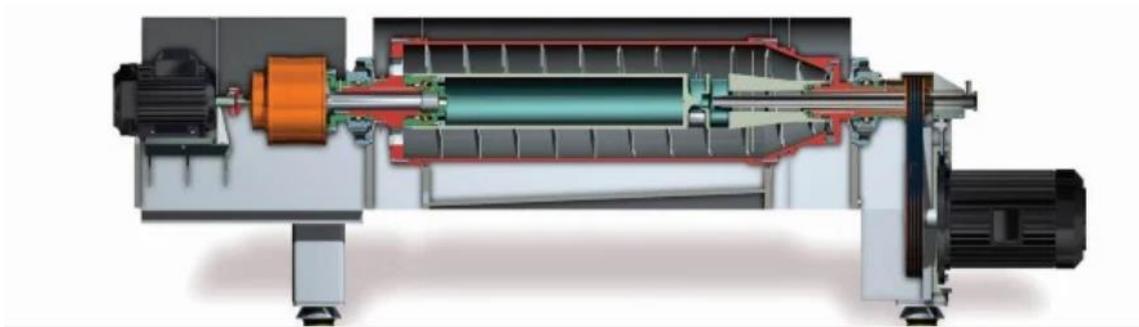
En la centrífuga la separación del agua y el fango tiene lugar en un rotor cilíndrico horizontal dotado de un tornillo sinfín transportador. El caudal de fango a centrifugar es el mismo que sale del espesador (8.15 m³/d)

Unidades: Las necesarias + 1 reserva

Horas de funcionamiento: 8 h/d (5 días a la semana)

La centrífuga a utilizar será de la casa Alfa Laval y tendrá las siguientes características:

- Modelo: ALDEC 10
- Peso máximo: 375 kg
- Potencia motor principal: 11 kW
- Potencia motor trasero: 3 kW
- control del motor trasero: Velocidad diferencial por correas y poleas, y por variador de frecuencia



Bombas dosificación de polielectrolito

La función de este equipo es dosificar la cantidad necesaria de polielectrolito para llevar a cabo la deshidratación de los fangos en la centrífuga.

El cálculo se realiza a partir de:

- Cantidad de materia seca (kg/d SS producido) considerando que la centrífuga sólo funciona 5 días a la semana y 8 horas al día
- Dosis de polielectrolito: 3 kg/Tn materia seca
- Concentración de la solución de polielectrolito: 1 g/l

Por tanto, la capacidad de la bomba dosificadora será:

$$\text{Materia seca} \left(\frac{tn}{h} \right) = \frac{\text{Producción fango} \left(\text{SS} \frac{kg}{d} \right) * 7}{5 * 8} = \frac{0.4278 * 7}{5 * 8} = 0.075 \text{ tn/h}$$

Dosis polielectrolito (kg/h) = 3 kg * 0.075 (tn/h) = 0.225 kg/h

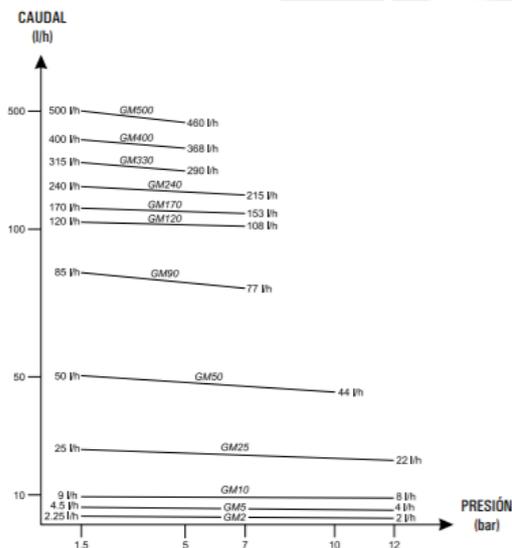
$$Q_{\text{polielectrolito}} \left(\frac{l}{h} \right) = \frac{\text{Dosis polielectrolito} \left(\frac{kg}{h} \right)}{0.001 \text{kg} * \frac{\text{polielectrolito}}{\text{lítro de mezcla}}} = \frac{0.225}{0.001} = 225 \text{ l/hr}$$

Horas de funcionamiento: 8 h/d (5 días a la semana)

Unidades: 1 por centrífuga + 1 reserva

La bomba dosificadora será de la casa Dosapro con las siguientes características:

- Tipo: bomba de membrana
- Modelo: GM 330
- Caudal máximo: 315 l/hr
- Presión máxima: 5 bar
- Longitud de carrera: 8 mm
- Velocidad motor: 1500 rpm
- Potencia: 0.18 kW





Bomba de fangos deshidratados a tolva de almacenamiento

La bomba suele ser tipo tornillo o husillo excéntrico.

Se calcula conociendo el caudal de fango deshidratado, considerando una sequedad del 22% y la altura de la impulsión será de 10 metros de altura manométrica.

$$Q_{\text{fango deshidratado}} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{d}} \right) = \frac{427.8 \left(\text{SS} \frac{\text{kg}}{\text{d}} \right) * 7}{5 * 220 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 2.72 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} = 0.68 \frac{\text{m}^3}{\text{hr}}$$

Horas de funcionamiento: 4 h/d (5 días a la semana)

Unidades: 1 por centrífuga + 1 reserva

La bomba que se utilizará será de la casa Netzsch con las siguientes características:

- Tipo: bomba NEMO C. pro
- Modelo: NM CY 10/750
- Velocidad: 1000 rpm
- Presión máxima: 10 bar
- Caudal máximo: 0.75 m³/h
- Par motor: 6Nm
- Potencia: 0.4 kW



Consumo de equipos

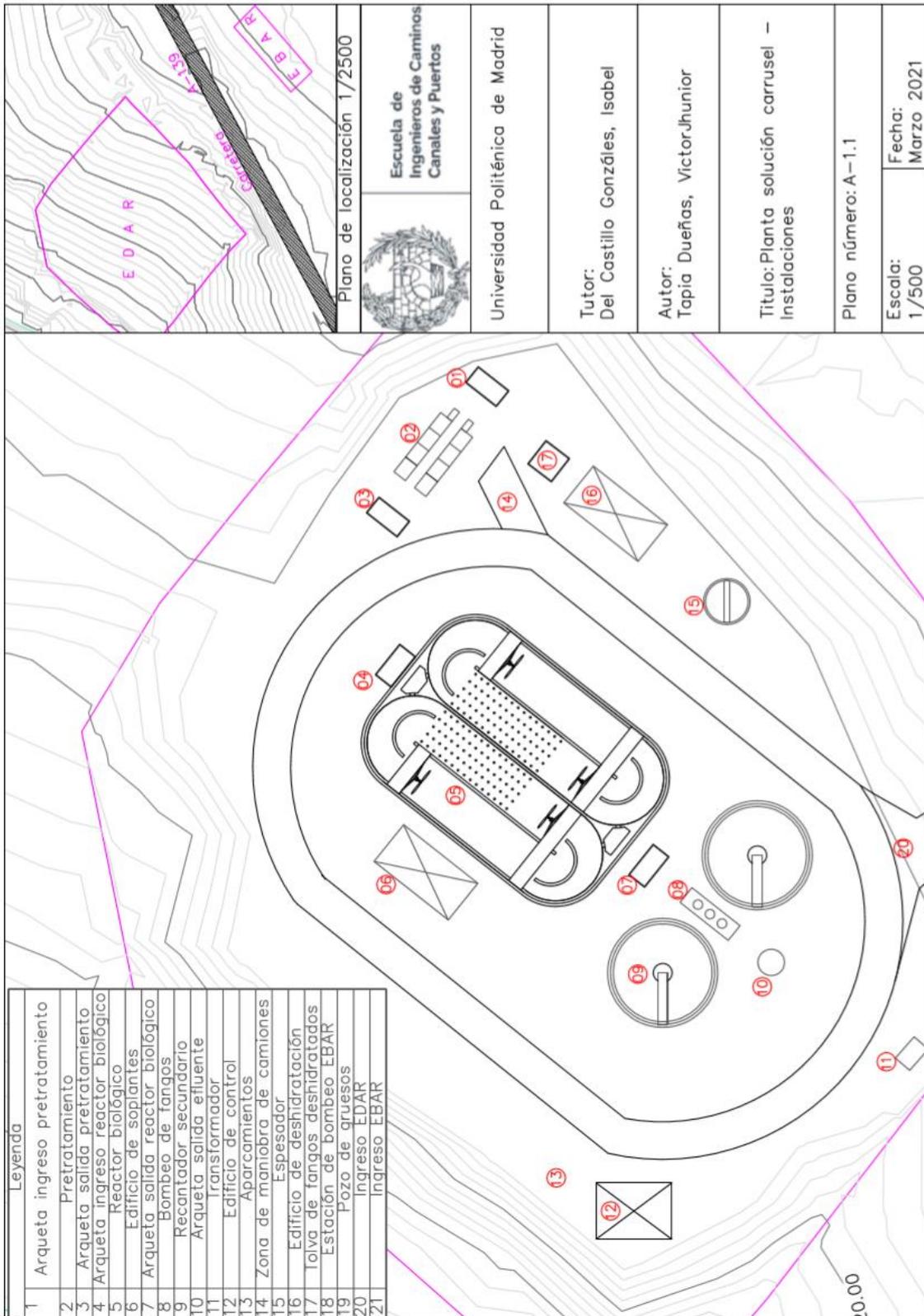
En las siguientes tablas se realizará un resumen de la información antes desarrollada del consumo energético de los equipos. Cabe mencionar que la potencia absorbida, en los casos que el catálogo no la indique, se tomara como el 70% de la potencia del motor. Además, se indican los equipos de jerarquía menor que no se dimensionaron en el presente anexo, pero que se tendrán en cuenta para el cálculo energético. Por último, se calculó de manera aproximada los consumos energéticos de otros componentes en función al área metrada en el plano mostrado en el anexo 1 del presente anexo con el fin de obtener unos ratios generales de la EDAR en función al caudal diario (2700 m³/d) y a la cantidad de habitantes equivalentes (9000).

| DESIGNACIÓN | Ud. Funcion. | Ud. Reserva | Rto. Estimado | Potencia motor (kW/ud.) | Potencia absorbida (kW/ud.) | Potencia instalada (kW) | Funcionamiento (horas/día) | Consumo (kWh/día) | Potencia total instalada (kW) | Consumo (kWh/día) |
|---|--------------|-------------|---------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------|
| POZO DE GRUESOS Y BOMBEO | | | | | | | | | | |
| Cuchara bivalva | 1 | | 0.83 | 2.00 | 1.40 | 2.00 | 1.0 | 1.69 | 3.10 | 2.82 |
| Reja automática de gruesos (predesbaste) | 1 | | 0.74 | | | 0.00 | 4.0 | 0.00 | | |
| Polipasto | 1 | | 0.68 | 1.10 | 0.77 | 1.10 | 1.0 | 1.13 | | |
| PRETRATAMIENTO COMPACTO | | | | | | | | | | |
| Motorreductor puente móvil del desarenador | 2 | | 0.68 | 0.55 | 0.39 | 1.10 | 12.0 | 13.59 | 12.46 | 183.15 |
| Motobomba extracción de arenas | 2 | | 0.81 | 1.10 | 0.77 | 2.20 | 12.0 | 22.81 | | |
| Motor rasqueta barrido de flotantes | 2 | | 0.68 | 0.18 | 0.13 | 0.36 | 24.0 | 8.89 | | |
| Tornillo tamiz compactador | 2 | | 0.74 | 1.10 | 0.77 | 2.20 | 5.0 | 10.41 | | |
| Soplante aireación | 2 | 1 | 0.87 | 3.30 | 2.31 | 6.60 | 24.0 | 127.45 | | |
| REACTOR BIOLÓGICO | | | | | | | | | | |
| Vehiculadores de corriente | 4 | | 0.85 | 3.00 | 2.10 | 12.00 | 24.0 | 237.18 | 91.75 | 1199.53 |
| Soplantes aireación | 2 | 1 | 0.95 | 37.00 | 25.90 | 74.00 | 16.0 | 872.42 | | |
| Bombas recirculación externa | 2 | 1 | 0.91 | 1.50 | 1.05 | 3.00 | 24.0 | 55.38 | | |
| Bomba dosificadora de cloruro férrico | 2 | 1 | 0.65 | 0.20 | 0.14 | 0.40 | 24.0 | 10.34 | | |
| Bomba de trasiego de cloruro férrico | 1 | | 0.77 | 0.75 | 0.45 | 0.75 | 4.0 | 2.34 | | |
| Ventilador edificio soplantes | 1 | | 0.81 | 0.50 | 1.05 | 0.50 | 16.0 | 20.74 | | |
| Polipasto | 1 | | 0.68 | 1.10 | 0.77 | 1.10 | 1.0 | 1.13 | | |
| DECANTACIÓN SECUNDARIA | | | | | | | | | | |
| Motorreductor puente decantadores 2º | 2 | | 0.68 | 0.18 | 0.13 | 0.36 | 24.0 | 8.89 | 9.90 | 31.13 |
| Bombeo flotantes del dec. 2º | 2 | 1 | 0.77 | 1.77 | 1.20 | 3.54 | 4.0 | 12.47 | | |
| Bomba de fangos en exceso a espesador | 2 | 1 | 0.86 | 3.00 | 2.10 | 6.00 | 2.0 | 9.77 | | |
| ESPEZAMIENTO POR GRAVEDAD | | | | | | | | | | |
| Motorreductor puente espesador | 2 | | 0.65 | 0.18 | 0.13 | 0.36 | 24.0 | 9.30 | 9.26 | 144.20 |
| Bomba impulsión fangos a deshidratación | 2 | 1 | 0.81 | 0.75 | 0.53 | 1.50 | 5.7 | 7.39 | | |
| Bomba sobrenadantes del espesador | 2 | 1 | 0.65 | 3.70 | 2.59 | 7.40 | 16.0 | 127.51 | | |
| CENTRÍFUGAS | | | | | | | | | | |
| Centrífugas de deshidratación | 1 | 1 | 0.93 | 3.00 | 2.10 | 3.00 | 5.7 | 12.87 | 5.03 | 19.93 |
| Sistema preparación polielectrolito | 1 | | 0.62 | 0.75 | 0.53 | 0.75 | 5.7 | 4.87 | | |
| Bombas dosificadoras polielectrolito | 1 | 1 | 0.68 | 0.18 | 0.13 | 0.18 | 5.7 | 1.06 | | |
| Polipasto | 1 | | 0.68 | 1.10 | 0.77 | 1.10 | 1.0 | 1.13 | | |
| IMPULSION FANGO DESHIDRATADO | | | | | | | | | | |
| Tornillo de descarga fango deshidratado a silos | 1 | 1 | 0.87 | 0.40 | 0.28 | 0.40 | 4.0 | 1.29 | 0.40 | 1.29 |
| TOTAL | | | | | | | | | 131.90 | 1582.05 |

| OTROS | Consumo (W/m ²) | Área (m ²) | Potencia instalada | Funcionamiento (h/día) | Consumo (KWh/d) |
|--|-----------------------------|------------------------|--------------------|------------------------|-----------------|
| Consumo equipos de control ordenadores y otros | 20 | 148 | 2.96 | 8 | 23.68 |
| Iluminación interior | 15 | 2200 | 33 | 6 | 198 |
| Iluminación espacios libres | 0.5 | 851 | 0.4255 | 8 | 3.404 |
| Iluminación viales | 1.5 | 950 | 1.425 | 8 | 11.4 |
| TOTAL | | | 37.81 | | 236.48 |

| | | |
|--------------------------------|------------------|----------------|
| TOTAL POTENCIA | (Kw) | 169.71 |
| TOTAL ENERGIA CONSUMIDA | (kWh/d) | 1818.54 |
| RATIO EDAR | (kWh/m3) | 0.67 |
| | (kWh/h-e) | 0.20 |

Anexo 1





Anexo N°11: Estudio Medioambiental

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Introducción y objetivo | 3 |
| Metodología | 4 |
| Definición y características del proyecto | 5 |
| Características del agua residual | 5 |
| Sistema de depuración | 5 |
| Obra civil para realizar en la EDAR | 6 |
| Uso de recursos y generación de residuos en la construcción | 6 |
| Movimiento de tierras | 6 |
| Tratamiento del terreno | 7 |
| Cimientos e infraestructuras | 7 |
| Acabados y puesta en marcha | 7 |
| Uso de recursos y gestión de residuos en la explotación | 7 |
| Contaminación producida | 7 |
| Riesgo de contaminación de acuíferos | 8 |
| Riesgos de erosión | 8 |
| Ubicación del proyecto | 8 |
| Medio natural presente en la zona de estudio | 10 |
| Red Natural 2000 | 10 |
| Flora y vegetación | 11 |
| Fauna | 11 |
| Otras zonas de interés público | 12 |
| Estudia de alternativas | 12 |
| Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos | 13 |
| Medidas a aplicar | 20 |
| Fase de construcción | 20 |
| Fase de explotación | 20 |
| Formas de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras | 21 |

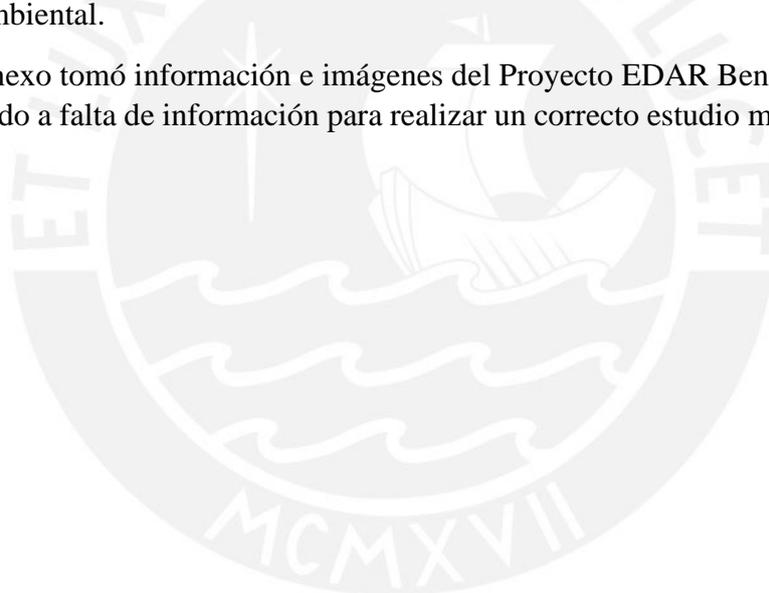
Introducción y objetivo

El impacto de un proyecto hace referencia a la alteración o modificación del transcurso natural de determinado sistema, debido a la acción del hombre. El impacto ambiental se centra más en el estudio de la modificación del transcurso natural de sistemas como la flora, fauna, geología, hidrología, entre otros. Cabe mencionar que un impacto ambiental es el efecto y no la causa que viene una acción humana sobre el medio ambiente. Por ejemplo, cuando una comunidad se asienta sobre un territorio y vierte al río desechos, el impacto no es el verter desechos, sino, el impacto es la concentración de contaminantes y materia orgánica que tendrá el río; y a la vez sus efectos como son la eutrofización o pérdida de fauna.

Un proyecto u obra civil que se realiza sobre el territorio tiene una implicancia sobre este, el cual debe ser identificados, cuantificados -en la medida en que se pueda- y proponer medidas que permitan reducir o compensar dichos impactos; todo esto con el fin de la protección del medio ambiente.

En el presente anexo se desarrollará una evaluación de impacto ambiental que supondrá la construcción y explotación de la EDAR de Benasque, conforme a la Ley 12/2013 de evaluación ambiental.

El presente anexo tomó información e imágenes del Proyecto EDAR Benasque de Pablo Romero, debido a falta de información para realizar un correcto estudio medioambiental.



Metodología

Dentro de la Ley de Evaluación Ambiental antes mencionada, podemos encontrar, en el grupo 8 (proyectos de ingeniería hidráulica y de gestión del agua), dentro del anexo II, que las depuradoras de menos de 150000 habitantes equivalentes deben pasar por una evaluación ambiental simplificada regulada en el título II, capítulo II y sección 2°. Dentro de este documento se puede encontrar que una evaluación ambiental simplificada requiere de:

- Definición y características del proyecto
- Ubicación del proyecto
- Alternativas estudiadas
- Evaluación de los efectos o impactos previsible directos e indirectos
- Medidas que permitan prevenir, reducir o compensar los efectos negativos relevantes contra el medio ambiente
- Forma de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas protectoras y correctoras

Dentro de la definición del proyecto, se mencionará las principales características del proyecto haciendo hincapié en aquellas que tienen un mayor impacto ambiental. También se describirá la flora y fauna existente en la zona de proyecto, así como las áreas de la Red Natural 2000 y áreas singulares. Dentro de la evaluación de efectos previsible o impactos ambientales, se analizarán los e identificaron los impactos mediante una matriz. Finalmente se plantearán unas medidas que permitan hacer frente a los impactos ambientales negativos y para el seguimiento de dichas medidas a lo largo de la vida útil del proyecto.

Definición y características del proyecto

La estación depuradora de aguas residuales de Benasque se ubicará en el lote 68, por encima de la carretera A-131 a la altura de la población de Anciles y río aguas debajo del municipio de Benasque en Huesca, Comunidad de Aragón. El proyecto recogerá el vertido de cinco puntos, mediante un bombeo EBAR1 ubicado en la cota 1097.5 sobre el nivel del mar, entre la depuradora EDAR (a cota 1115 msnm) y el río Esera. El caudal diario de agua bruta que entra en la depuradora se considera de 2700 metros cúbicos por día, con las siguientes concentraciones de contaminantes y materia orgánica.

Características del agua residual

| Contaminante | Nomenclatura | | Unidad |
|------------------------------|--------------|-----|--------|
| Demanda biológica de oxígeno | DBO5 | 200 | mg/l |
| Sólidos en suspensión | SST | 150 | mg/l |
| Nitrógeno | NTK | 50 | mg/l |
| Fósforo | PT | 5 | mg/l |

Sistema de depuración

El sistema de depuración elegido fue de aeración prolongada con un reactor biológico tipo carrusel el cual tiene una línea de fango y una línea de agua que son:

línea de agua

- Arqueta de llegada/aliviadero
- Pretratamiento compacto
- Arqueta de salida del pretratamiento
- Arqueta de entrada al reactor biológico
- Reactor biológico tipo carrusel
- Arqueta de salida del reactor biológico
- Decantador secundario
- Pozo de emisario

línea de fangos

- Decantado secundario de fangos
- Bombeo de fangos
- Recirculación de fangos
- Espesamiento por gravedad
- Deshidratación del fango

Las dimensiones de los elementos e instalaciones de la depuradora se pueden observar en el anexo 7 “Dimensionamiento de alternativas”, así como también el diámetro y materiales de las tuberías en el anexo 8 “Cálculos hidráulicos” del presente proyecto.

Obra civil para realizar en la EDAR

Para la estación depuradora será necesaria obra civil directamente relacionada al proceso de depuración de agua, pero también existe obra civil complementaria que no está relacionada directamente, pero que es necesaria. Este apartado es necesario para identificar las actuaciones que generen un impacto en la época de construcción del proyecto.

Obra civil de depuración

- Cimiento y losa base de los diferentes elementos que componen la línea de agua y fango
- Arqueta y aliviadero
- Reactor biológico
- Decantadores secundarios
- Espesadores
- Edificios de aeración y deshidratación
- Transformador de corriente para la estación depuradora
- Tuberías y obras de bombeo

Obra civil complementaria

- Obras preliminares de acceso a la zona de maquinaria
- Movimiento de tierras
- Compactación del terreno a la cota del proyecto
- Calzada de acceso de los camiones
- Cerco o muro que delimite la depuradora
- Calzada y zona de maniobra de camiones
- Cimentación y construcción de edificio de control de procesos

Uso de recursos y generación de residuos en la construcción

El uso de recursos se puede dividir entre dos principales etapas: Construcción; y explotación y demolición.

En el proceso de construcción, tanto de la obra complementaria y directa, se generan unos residuos a causa de los diferentes procesos de construcción, los cuales se clasificarán en función de la fase constructiva.

Movimiento de tierras

Se considera una cota de 1115 msnm con el fin de que no se necesite una aportación ni haya un excedente de tierra en el proceso de movimiento de tierras. Sin embargo, un movimiento de tierras implica el uso de maquinaria pesada, combustible y personal; además que se genera un residuo de vegetación, tierra orgánica o relleno que debe ser llevado a determinado lugar para su reciclado. También se debe considerar una excavación para el reactor y decantadores secundarios, ya que estos van enterrados a determinada cota de solera.

Tratamiento del terreno

En el caso de que el terreno requiera una capacidad portante mayor o que exista situaciones desfavorables, se procederá a realizar una mejora del terreno, la cual puede consistir en una compactación con precarga, un drenaje con grava en el caso en el que se requiera, así como también unas inclusiones rígidas de columnas de grava o jet grouting cuando se requiera mejorar las propiedades del suelo (ángulo de rozamiento, cohesión o densidad). Para todos estos procesos siempre se generan residuos, como hormigón, plástico grava, entre otros.

Cimientos e infraestructuras

El proceso requiere de una cantidad nada despreciable de personal al momento de realizar los vacados de hormigón, pero también requiere de maquinaria, así como de cemento, arena, grava y agua; o aditivos al concreto según se requiera. El proceso de encofrado requiere de moldes, que muchas veces son acero, y de apuntalamientos que podrían ser de madera o acero. Los procesos de pretensado o postensado requiere de maquinaria especial. Para el armado de acero siempre se realiza dobleces y cortes, los cuales generan residuos de acero. El proceso de vacado genera residuos de hormigón que no se puede aprovechar y se debe descartar, así como también se genera plástico.

Acabados y puesta en marcha

Esta etapa es una de las más importantes en un proyecto de obra civil, y quizá la que más residuos genera. Los acabos pueden ser desde tarrajeo, pintura o impermeabilizadores de concreto, hasta acabados arquitectónicos como son ventanas o puertas.

Se necesita recursos dentro de los procesos antes mencionados, pero también se requiere recursos en la etapa de puesta en marcha, como son las pruebas de carga de tuberías y de bombas; y primer llenado de reactores y decantadores.

En cuanto a los residuos que se generan, los principales son plásticos de los productos utilizados, así como también sobrantes de material utilizado, entre otros.

Uso de recursos y gestión de residuos en la explotación

La identificación y gestión de los residuos en la etapa de explotación se desarrollará con mayor profundidad en el anexo 14 “Gestión de Residuos” del presente proyecto. Así mismo los recursos en la etapa de explotación se desarrollarán en el anexo 16 “Explotación y mantenimiento”.

Contaminación producida

Cuando se menciona el impacto, no solo ambiental, que podría tener una obra civil y su explotación, se debe considerar para que personas o a que sistemas se genera una afección. El proyecto civil genera un impacto sonoro y levantamiento de polvo duran la etapa de construcción, principalmente el impacto sonoro que puede tener la construcción y explotación del proyecto de estación depuradora, que afectan a las personas y fauna existentes cerca del proyecto. Sin embargo, existen otros riesgos que considerar a la hora de realizar un estudio de impacto.

Riesgo de contaminación de acuíferos

Dentro del rango de estudio de suelos (calicatas de hasta 4 metros), se encontró que no existe acuíferos en la parcela, con lo cual no existe riesgo de contaminación de acuíferos.

Riesgos de erosión

Entiéndase la erosión como el fenómeno de desgaste de una superficie, en este caso el terreno, por la fricción continua de rose con otro cuerpo (generalmente el agua o viento que lleva partículas de suelo). En tal caso, la zona de estudio tiene un índice relativamente alto de erosión. Cabe mencionar que esta tasa se mide en toneladas de suelo transportado por hectárea y año. El valle de Benasque se estima que la tasa de erosión es de 50 a 100 toneladas por hectárea y por año de erosión (Archivo OPH 1286).

Ubicación del proyecto

La EDAR se ubicará en el lote 68 en el valle de Benasque, el cual tiene una referencia catastral I 5792108BH9159S0001BG del TM de Benasque. En el anexo 4: Topografía y cartografía se puede observar el levantamiento topográfico del terreno a utilizar. También los planos “b-1 curvas de nivel” y “plano de referencia catastral – localización” se podrá observar con más detalle la ubicación del proyecto.

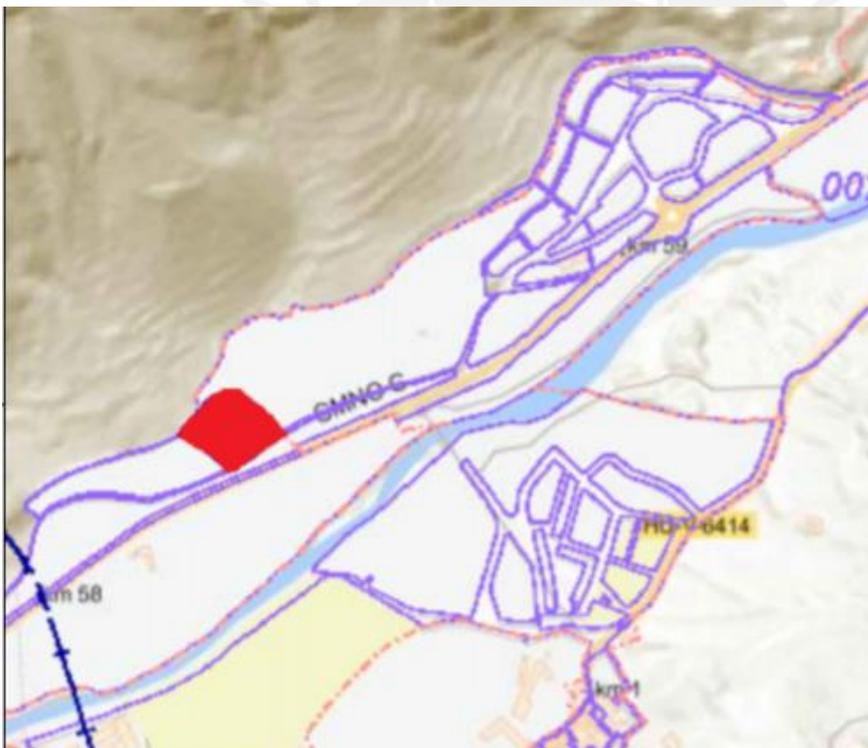


Ilustración 1: Referencia catastral de la EDAR

El valle de Benasque esta situada en el parque natural de Posets-Maladeta, en la comunidad de Aragón. En el valle de Benasque se puede diferenciar tres zonas con determinado uso del territorio: La margen del río Esera para el principal curso del agua, Las superficies aleadas al río como prados productivos para siembra o riegos, una pequeña porción para el cultivo, y pastos naturales de alta montaña como porcentaje más predominante. Aproximadamente la distribución del territorio del valle de Benasque es la siguiente:

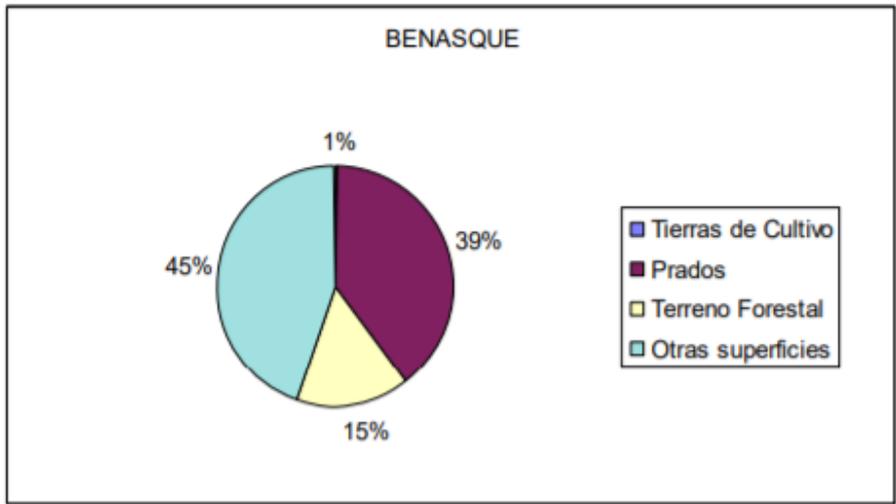


Ilustración 2: Distribución territorial del Valle de Benasque

Fuente: Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón 2003

Usos del suelo en Benasque

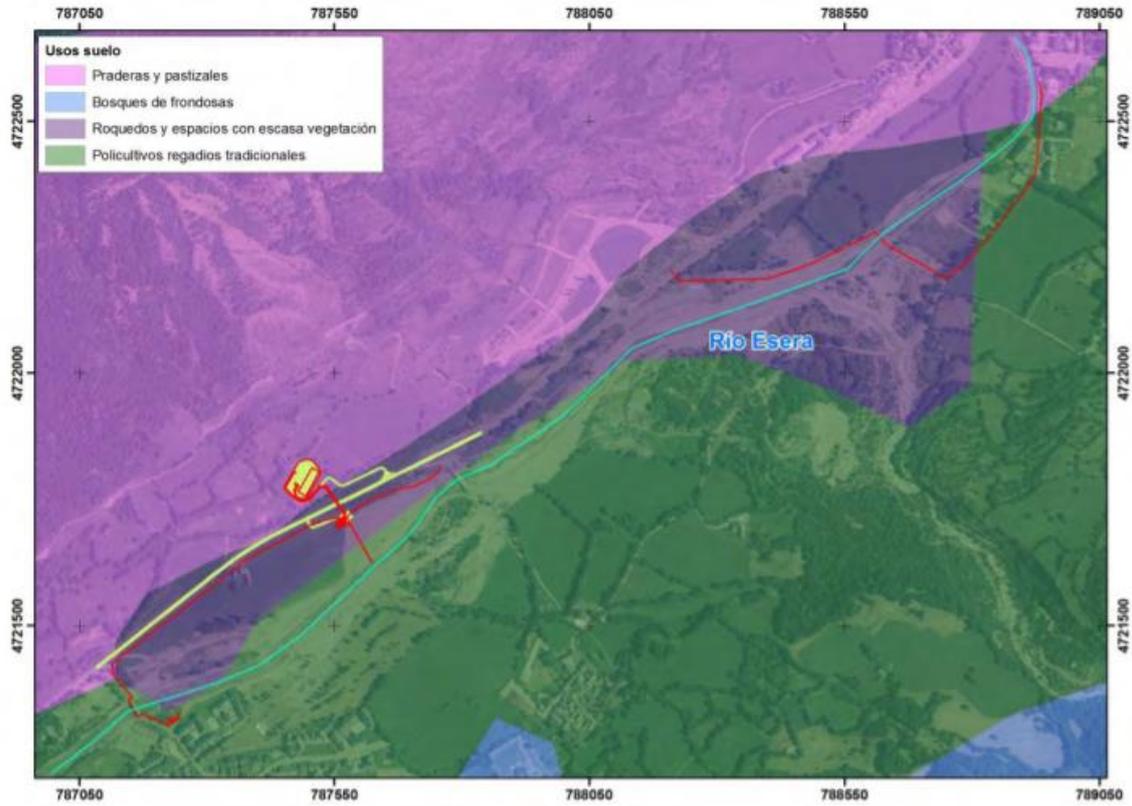


Ilustración 3: Usos del suelo del Valle de Benasque

Fuente: Mapas de series de vegetación, Rivas Martinez

Medio natural presente en la zona de estudio

El medio ambiente se considera abrupto con una pendiente de aproximadamente 20% y un clima de montaña, el cual causa una precipitación máxima de 120 mm por mes y que causa temperaturas de media en el rango de 1.7 a 19 grados centígrados en invierno y verano respectivamente. En el valle de Benasque se encuentran espacios de biodiversidad incluidos en la Red Natural 2000 y espacios protegidos, los cuales desarrollaremos a continuación.

Red Natural 2000

La zona donde se ubicará el proyecto se encuentra dentro de la Red Natura 2000. Los espacios de actuación son los siguientes:

LIC Rio Esera (1759 hectareas)

PORN Parque Natural de Posets-Maladeta.

Dicho Plan de Ordenación de Recursos Naturales engloba otras áreas de protección de distintos regímenes de protección:

- Parque natural de Posets-Maladeta
- Monumentos de los Glaciares Pirenaicos
- Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA): Posets-Maladeta, Cotiella-Sierra Ferrera, El Turbón-Sierra de Sis
- Lugares de Interés Comunitario (LIC): Chistau, Posets-Maladeta, Sierra de Chía y Congosto de Seira
- Habitats de la Directiva 92/43/CEE

En la siguiente figura se observa las zonas Red Natura 2000 de la Comunidad de Aragón

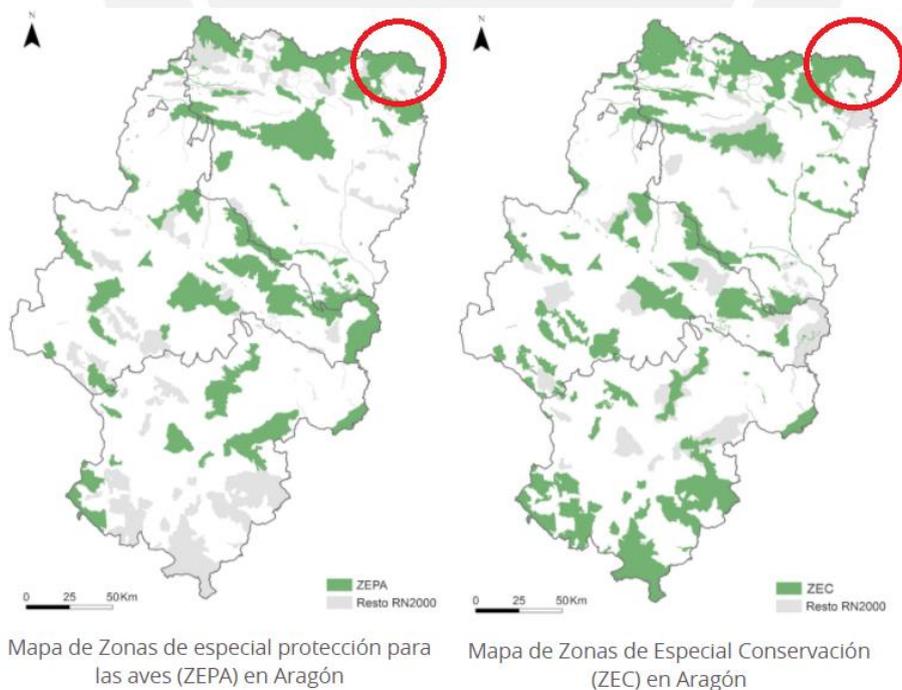


Ilustración 4: Mapa de zonas LIC y ZEPAS en la comunidad de Aragón

Fuente: Red Natura 2000, Gobierno de Aragón

Flora y vegetación

La zona de estudio presenta un clima de montaña con relativa alta precipitación dentro de un valle, en el cual las aguas transcurren hacia la rivera del río Esera. El valle favorece al crecimiento de vegetación típica de clima de montaña, pero en la actualidad se observa que la flora y vegetación presente difiere, de cierta medida, con la que podría crecer y desarrollarse en el medio. Esto es debido al uso que se le ha dado al territorio a lo largo de los años; recordemos que en la zona existe el embalse Esera, así como las poblaciones de Benasque, Linsoles y Arnciles, sin contar las edificaciones a lo largo del valle. A continuación, se mencionará las distintas formaciones presentes en el Valle de Benasque.

- Formaciones arbóreas
 - o Pinares subalpinos de *Pinus uncinata*
 - o Abetales
 - o Hayedos
 - o Abedulares y bosques mixtos mesohigrófilos
 - o Pinares de *Pinus sylvestris*
 - o Robledales con boja
- Formaciones arbustivas
 - o Enebrales y brezales
 - o Piornales y brezales acidófilos
 - o Bojedales y espinales de erizón
- Formaciones herbáceas
 - o Pastizales alpinos y subalpinos
- Vegetación de Roquedos y Gleras
 - o Comunidades de pedregales
 - o Comunidades casmofíticas
 - o Vegetación de ribera

Fauna

El valle de Benasque pertenece a la región Paleártica, cuya ecozona se divide en un gran número de unidades biogeográficas. Dentro de la península, incluido la zona pirenaica, se caracterizan por estar representadas por las unidades biogeográficas ibérica, mediterránea y atlántica. Dentro de toda la extensión montañosa pirenaica, se encuentra el Parque Natural de Posets-Maladeta aledaño al Valle de Benasque. La zona se caracteriza por ser una zona rocosa con hielo, pastizales, praderas y un terreno escarpado con una variación altitudinal importante que ha impedido la masificación humana en cierta medida. Esta característica escarpada y de difícil acceso ha facilitado el desarrollo de muchas especies animales. Sin embargo, existen especies animales en peligro de extinción.

En la Comunidad de Aragón existen especies bajo amenaza, un total de 93 especies animales, entre especies vulnerables, en peligro de extinción, sensibles a la alteración de su hábitat y de interés especial, según el Catálogo de Especies Amenazadas en Aragón. Dentro de la zona de estudio en particular (Valle de Benasque), se pueden mencionar las siguientes especies incluidas en dicho catálogo.

- Quebrantahuesos (*Gypaetus barbatus*)
- Milano real (*Milvus milvus*)

- Chova piquirroja (*Pyrrhocorax pyrrhocorax*)
- Nutria (*Lutra lutra*)
- Urogallo (*Tetrao urogallo*)
- Así como también algunas especies cinegéticas como el zorro (*Vulpes vulpes*), Jabalí (*Sus scrofa*), ciervo (*Cervus elaphus*), sarrío (*Rupicapra rupicapra*), entre otros.

Otras zonas de interés público

Dentro de la zona de estudio se encuentra el Monte de Utilidad Pública HU – 0.029 “Valle de la derecha del río Esera”. Así como también rutas o caminos los cuales unen lugares de pastoreo de productividad cambiante, las llamadas “vías pecuarias”. En la siguiente tabla se pueden observar las vías pecuarias presentes, Cabe resaltar la vía pecuaria H-00409, la cual interfiere repetidas veces con la infraestructura de la EDAR.

| VIA PECUARIA | NOMBRE VIA PECUARIA | TIPO DE VIA |
|--------------|-----------------------------|-------------|
| H-00199 | Cordel de Liri a la Picada | CORDEL |
| H-00261 | Vereda de Estós | VEREDA |
| H-00382 | Colada de Ardonés | COLADA |
| H-00408 | Colada de Eresue | COLADA |
| H-00409 | Colada de Eriste - Benasque | COLADA |
| H-00425 | Colada de Iseya | COLADA |
| H-00447 | Colada de L'ampriu | COLADA |
| H-00495 | Colada de Vallibierna | COLADA |
| H-00516 | Colada del Mon | COLADA |
| H-00962 | Colada Sesué - Benaque | COLADA |

Estudia de alternativas

Dentro del estudio de alternativas se contempló distintas tecnologías y procedimientos de depuración de aguas residuales, pero se escogió el proceso de aeración prolongada con un reactor biológico tipo carrusel. Las alternativas a escoger fueron tres: Aeración prolongada con flujo pistón, aeración prolongada con carrusel y no realizar proyecto. En el documento del proyecto se puede entrar con mayor detalle el análisis multicriterio realizado.

Resultados de multicriterio

| Resultado | | | | |
|-------------|-----------|---------|-----------|-------|
| Opción | Economico | Técnico | Ambiental | Total |
| Opción 1 | 0.32 | 0.27 | 0.33 | 0.31 |
| Opción 2 | 0.56 | 0.19 | 0.57 | 0.45 |
| Opción 3 | 0.12 | 0.54 | 0.10 | 0.24 |
| Ponderación | 0.4 | 0.3 | 0.3 | |

Esquema general de la instalación

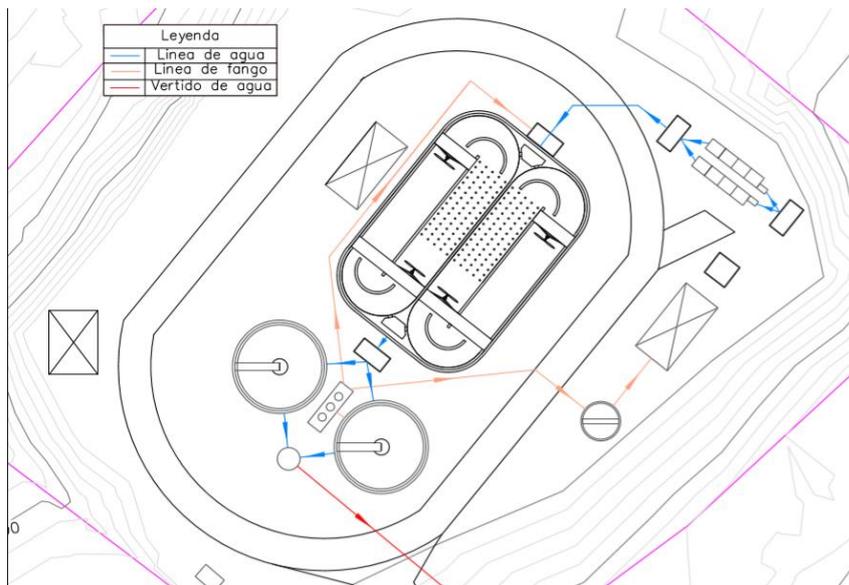


Ilustración 5: Esquema general del proceso de aeración prolongada

Evaluación de los efectos previsibles directos o indirectos

La construcción de una obra civil supone una serie de impactos ambientales, pero también la etapa de explotación supondrá un impacto. En este apartado se identificará los principales impactos y cuantificará la importancia del impacto.

Para identificar los impactos posibles, se procederá a realizar una matriz de impactos en determinado medio frente a la etapa de construcción y procesos constructivos relacionados a esta.

| | | MEDIO ABIÓTICO | | | | | | MEDIO BIÓTICO | | | | | MEDIO PERCEPTUAL | MEDIO SOCIOECONÓMICO Y CULTURAL | | | | |
|-------------|--------------------------------------|----------------|----------------|-------------|-------------|--------|---------------|---------------|----------|-------------------------|-------|------|------------------|---------------------------------|-----------------|------------|----------|-----------|
| | | Atmósfera | | Agua | | | | Vegetación | Habitats | Plantas Quebrantahuesos | Fauna | PORN | ZEC | Paisaje | Dominio Público | Patrimonio | Economía | Población |
| | | Calidad aire | Calidad sonora | Superficial | Subterránea | Suelos | Geomorfología | | | | | | | | | | | |
| Ejecución | Obras auxiliares y de instalación | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Despeje y desbroce | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Excavaciones y movimiento de tierras | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Transito de maquinaria pesada | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Explotación | Presencia colector | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | Funcionamiento EDAR | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Ilustración 6: Matriz de impactos

Fuente: Proyecto de EDAR de Benasque

El anterior gráfico muestra el impacto existente (segunda fila), según la etapa del proyecto (primera columna). La intersección de la fila y columna correspondiente marca si se encuentra el impacto o no: casilla color plomo corresponde a que dicho impacto afecta y se encuentra presente.

Para tratar de cuantificar el impacto generado, se procede a aplicar el método descrito por Conesa (1997). El método consiste en evaluar once características que tiene el impacto

sobre el medio ambiente y darles un índice según su importancia, para luego realizar una ponderación y obtener un índice global que indica si el impacto es positivo o negativo, y cuando negativo es.

Ecuación para el Cálculo de la Importancia (I) de un impacto ambiental:

$$I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$$

Dónde:

- \pm = Naturaleza del impacto.
- I = Importancia del impacto
- i = Intensidad o grado probable de destrucción
- EX = Extensión o área de influencia del impacto
- MO = Momento o tiempo entre la acción y la aparición del impacto
- PE = Persistencia o permanencia del efecto provocado por el impacto
- RV = Reversibilidad
- SI = Sinergia o reforzamiento de dos o más efectos simples
- AC = Acumulación o efecto de incremento progresivo
- EF = Efecto (tipo directo o indirecto)
- PR = Periodicidad
- MC = Recuperabilidad o grado posible de reconstrucción por medios humanos

El modelo del siguiente cuadro, indica la magnitud a considerar de cada una de las variables.

Si el índice I es positivo, el impacto será negativo. Pero si I es negativo, el impacto será negativo dependiendo del índice:

- Menor de 25, impacto compatible
- Entre 25 y 50, impacto moderado
- Entre 50 y 75, impacto severo
- Mayor de 75, impacto crítico

| Signo | | Intensidad (i) * | |
|----------------|----|------------------|----|
| Beneficioso | + | Baja | 1 |
| Perjudicial | - | Total | 12 |
| Extensión (EX) | | Momento (MO) | |
| Puntual | 1 | Largo plazo | 1 |
| Parcial | 2 | Medio plazo | 2 |
| Extenso | 4 | Inmediato | 4 |
| Total | 8 | Critico | 8 |
| Critica | 12 | | |

| Persistencia (PE) | | Reversibilidad (RV) | |
|----------------------|---|--|---|
| Fugaz | 1 | Corto plazo | 1 |
| Temporal | 2 | Medio plazo | 2 |
| Permanente | 4 | Irreversible | 4 |
| Sinergia (SI) | | Acumulación (AC) | |
| Sin sinergismo | 1 | Simple | 1 |
| Sinérgico | 2 | Acumulativo | 4 |
| Muy sinérgico | 4 | | |
| Efecto (EF) | | Periodicidad (PR) | |
| Indirecto | 1 | Irregular | 1 |
| Directo | 4 | Periódico | 2 |
| | | Continuo | 4 |
| Recuperabilidad (MC) | | $I = \pm [3i + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC]$ | |
| Recup. Inmediato | 1 | | |
| Recuperable | 2 | | |
| Mitigable | 4 | | |
| Irrecuperable | 8 | | |

* Admite valores intermedios.

Resultados de la evaluación de impacto ambiental

Ruido: el impacto es negativo moderado, con I=-28

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|------------------------|----------------|------------|
| Naturaleza del impacto | Perjudicial | - |
| Intensidad | Alta | 4 |
| Extensión | Puntual | 1 |
| Manifestación | Inmediato | 4 |
| Persistencia | Fugaz | 1 |
| Reversibilidad | Corto plazo | 1 |
| Recuperabilidad | Recuperable | 1 |
| Sinergia | No sinérgico | 1 |
| Acumulación | No acumulativo | 1 |
| Efecto | Directo | 4 |
| Periodicidad | Discontinuo | 1 |

Aire: el impacto es irrelevante, con I=-23

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|------------------------|----------------|------------|
| Naturaleza del impacto | Perjudicial | - |
| Intensidad | Media | 2 |
| Extensión | Puntual | 1 |
| Manifestación | Inmediato | 4 |
| Persistencia | Temporal | 2 |
| Reversibilidad | Corto plazo | 1 |
| Recuperabilidad | Recuperable | 1 |
| Sinergia | No sinérgico | 1 |
| Acumulación | No acumulativo | 1 |
| Efecto | Directo | 4 |
| Periodicidad | Discontinuo | 1 |

Medio hidrológico: impacto negativo irrelevante, I=-24

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|------------------------|----------------|------------|
| Naturaleza del impacto | Perjudicial | - |
| Intensidad | Media | 2 |
| Extensión | Parcial | 2 |
| Manifestación | Inmediato | 4 |
| Persistencia | Fugaz | 2 |
| Reversibilidad | Corto plazo | 1 |
| Recuperabilidad | Recuperable | 1 |
| Sinergia | No sinérgico | 1 |
| Acumulación | No acumulativo | 1 |

| | | |
|---------------------|--------------------|----------|
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | <i>4</i> |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Discontinuo</i> | <i>1</i> |

Geomorfología: Impacto negativo moderado, I=-26

| <i>CRITERIO</i> | <i>VALORACIÓN</i> | <i>PUNTUACIÓN</i> |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Naturaleza del impacto</i> | <i>Perjudicial</i> | <i>-</i> |
| <i>Intensidad</i> | <i>Media</i> | <i>2</i> |
| <i>Extensión</i> | <i>Puntual</i> | <i>1</i> |
| <i>Manifestación</i> | <i>Inmediato</i> | <i>4</i> |
| <i>Persistencia</i> | <i>Fugaz</i> | <i>1</i> |
| <i>Reversibilidad</i> | <i>Medio plazo</i> | <i>2</i> |
| <i>Recuperabilidad</i> | <i>Recuperable</i> | <i>1</i> |
| <i>Sinergia</i> | <i>No sinérgico</i> | <i>1</i> |
| <i>Acumulación</i> | <i>No acumulativo</i> | <i>1</i> |
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | <i>4</i> |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Continuo</i> | <i>4</i> |

Suelo: Impacto irrelevante, I=-19

| <i>CRITERIO</i> | <i>VALORACIÓN</i> | <i>PUNTUACIÓN</i> |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Naturaleza del impacto</i> | <i>Perjudicial</i> | <i>-</i> |
| <i>Intensidad</i> | <i>Baja</i> | <i>1</i> |
| <i>Extensión</i> | <i>Puntual</i> | <i>1</i> |
| <i>Manifestación</i> | <i>Inmediato</i> | <i>4</i> |
| <i>Persistencia</i> | <i>Fugaz</i> | <i>1</i> |
| <i>Reversibilidad</i> | <i>Corto plazo</i> | <i>1</i> |
| <i>Recuperabilidad</i> | <i>Recuperable</i> | <i>1</i> |
| <i>Sinergia</i> | <i>No sinérgico</i> | <i>1</i> |
| <i>Acumulación</i> | <i>No acumulativo</i> | <i>1</i> |
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | <i>4</i> |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Discontinuo</i> | <i>1</i> |

Vegetación: Impacto negativo moderado, I=-26

| <i>CRITERIO</i> | <i>VALORACIÓN</i> | <i>PUNTUACIÓN</i> |
|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| <i>Naturaleza del impacto</i> | <i>Perjudicial</i> | <i>-</i> |
| <i>Intensidad</i> | <i>Media</i> | <i>2</i> |
| <i>Extensión</i> | <i>Puntual</i> | <i>1</i> |

| | | |
|------------------------|-----------------------|----------|
| <i>Manifestación</i> | <i>Inmediato</i> | <i>4</i> |
| <i>Persistencia</i> | <i>Fugaz</i> | <i>1</i> |
| <i>Reversibilidad</i> | <i>Corto plazo</i> | <i>2</i> |
| <i>Recuperabilidad</i> | <i>Recuperable</i> | <i>1</i> |
| <i>Sinergia</i> | <i>No sinérgico</i> | <i>1</i> |
| <i>Acumulación</i> | <i>No acumulativo</i> | <i>1</i> |
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | <i>4</i> |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Continuo</i> | <i>4</i> |

Fauna: Impacto negativo irrelevante, I=-25

| <i>CRITERIO</i> | <i>VALORACIÓN</i> | <i>PUNTUACIÓN</i> |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Naturaleza del impacto</i> | <i>Perjudicial</i> | <i>-</i> |
| <i>Intensidad</i> | <i>Media</i> | <i>2</i> |
| <i>Extensión</i> | <i>Puntual</i> | <i>1</i> |
| <i>Manifestación</i> | <i>Inmediato</i> | <i>4</i> |
| <i>Persistencia</i> | <i>Fugaz</i> | <i>1</i> |
| <i>Reversibilidad</i> | <i>Corto plazo</i> | <i>1</i> |
| <i>Recuperabilidad</i> | <i>Recuperable</i> | <i>1</i> |
| <i>Sinergia</i> | <i>No sinérgico</i> | <i>1</i> |
| <i>Acumulación</i> | <i>No acumulativo</i> | <i>1</i> |
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | <i>4</i> |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Continuo</i> | <i>4</i> |

Paisaje: Impacto negativo moderado, I=-26

| <i>CRITERIO</i> | <i>VALORACIÓN</i> | <i>PUNTUACIÓN</i> |
|-------------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Naturaleza del impacto</i> | <i>Perjudicial</i> | <i>-</i> |
| <i>Intensidad</i> | <i>Media</i> | <i>2</i> |
| <i>Extensión</i> | <i>Puntual</i> | <i>1</i> |
| <i>Manifestación</i> | <i>Inmediato</i> | <i>4</i> |
| <i>Persistencia</i> | <i>Fugaz</i> | <i>1</i> |
| <i>Reversibilidad</i> | <i>Medio plazo</i> | <i>2</i> |
| <i>Recuperabilidad</i> | <i>Recuperable</i> | <i>1</i> |
| <i>Sinergia</i> | <i>No sinérgico</i> | <i>1</i> |
| <i>Acumulación</i> | <i>No acumulativo</i> | <i>1</i> |
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | <i>4</i> |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Continuo</i> | <i>4</i> |

LIC Rio Esera: Impacto moderado, I=-26

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|------------------------|----------------|------------|
| Naturaleza del impacto | Perjudicial | - |
| Intensidad | Media | 2 |
| Extensión | Puntual | 1 |
| Manifestación | Inmediato | 4 |
| Persistencia | Fugaz | 1 |
| Reversibilidad | Medio plazo | 2 |
| Recuperabilidad | Recuperable | 1 |
| Sinergia | No sinérgico | 1 |
| Acumulación | No acumulativo | 1 |
| Efecto | Directo | 4 |
| Periodicidad | Continuo | 4 |

Habitad del quebrantahuesos: Impacto negativo moderado, I=-26

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|------------------------|----------------|------------|
| Naturaleza del impacto | Perjudicial | - |
| Intensidad | Media | 2 |
| Extensión | Puntual | 1 |
| Manifestación | Inmediato | 4 |
| Persistencia | Fugaz | 1 |
| Reversibilidad | Medio plazo | 2 |
| Recuperabilidad | Recuperable | 1 |
| Sinergia | No sinérgico | 1 |
| Acumulación | No acumulativo | 1 |
| Efecto | Directo | 4 |
| Periodicidad | Continuo | 4 |

Dominio público: Impacto negativo moderado, I=-26

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|------------------------|----------------|------------|
| Naturaleza del impacto | Perjudicial | - |
| Intensidad | Media | 2 |
| Extensión | Puntual | 1 |
| Manifestación | Inmediato | 4 |
| Persistencia | Fugaz | 1 |
| Reversibilidad | Medio plazo | 2 |
| Recuperabilidad | Recuperable | 1 |
| Sinergia | No sinérgico | 1 |
| Acumulación | No acumulativo | 1 |
| Efecto | Directo | 4 |
| Periodicidad | Continuo | 4 |

Patrimonio cultural: Impacto negativo moderado, I=-26

| CRITERIO | VALORACIÓN | PUNTUACIÓN |
|-------------------------------|-----------------------|------------|
| <i>Naturaleza del impacto</i> | <i>Perjudicial</i> | - |
| <i>Intensidad</i> | <i>Media</i> | 2 |
| <i>Extensión</i> | <i>Puntual</i> | 1 |
| <i>Manifestación</i> | <i>Inmediato</i> | 4 |
| <i>Persistencia</i> | <i>Fugaz</i> | 1 |
| <i>Reversibilidad</i> | <i>Medio plazo</i> | 2 |
| <i>Recuperabilidad</i> | <i>Recuperable</i> | 1 |
| <i>Sinergia</i> | <i>No sinérgico</i> | 1 |
| <i>Acumulación</i> | <i>No acumulativo</i> | 1 |
| <i>Efecto</i> | <i>Directo</i> | 4 |
| <i>Periodicidad</i> | <i>Continuo</i> | 4 |

Fuente: Proyecto de EDAR de Benasque de Pablo Romero

Medidas a aplicar

Las medidas propuestas en este apartado tienen como fin la prevención y corrección de los efectos ambientales negativos del proyecto

Fase de construcción

El procedimiento a realizar para menguar el impacto ambiental de un proyecto en etapa de construcción se detalla en el Programa de Vigilancia Ambiental respecto a los siguientes temas:

- Provisiónamiento de materiales primas
- Equipos y maquinaria
- Desechos
- Producción
- Almacenamiento
- Manipulación de materiales
- Mantenimiento
- Limpieza

Se debe prestar atención especial a los consumos de recursos, tanto de agua, energía eléctrica y combustibles líquidos.

Fase de explotación

Dentro de la fase de explotación, los principales impactos serán el ruido, olores y lodos generados. Respecto a los ruidos procedentes de los bombeos o maquinas de aeración, se procede a la construcción de un cuarto de máquinas que aisle el ruido. Los olores generados en el pretratamiento se procederán a ubicar los elementos alejados del cuarto de control, en donde se encontrará el personal. En cuanto a los lodos generados, se procederá a un proceso de deshidratación y trasladados por camiones para su eliminación o reutilización.

Formas de realizar el seguimiento que garantice el cumplimiento de las medidas protectoras y correctoras

El Programa de Vigilancia Ambiental debe ser adecuado a la norma vigente (Ley 21/2013), la cual designa a un órgano, designado por la comunidad autónoma, la función competente de seguimiento y cumplimiento de la declaración de impacto ambiental. En dicha declaración se especifica que el órgano ambiental podrá recabar información necesaria de los procedimientos de las medidas protectoras y correctoras a implementar en el Programa de Vigilancia Ambiental. En base a dicha información, se realizará un seguimiento y evolución del cumplimiento de las medidas aplicadas, para realizar las observaciones y conclusiones pertinentes. El contratista está obligado a facilitar toda la información que el órgano designado lo requiera, así como el cumplimiento de las observaciones realizadas por dicho órgano.





Anexo 12: Control de Calidad

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN | 3 |
| PLAN DE GARANTÍA DE CALIDAD | 4 |
| ORGANIZACIÓN | 4 |
| Medios y personal | 4 |
| Funciones y personal | 4 |
| Representante | 5 |
| CRITERIOS GENERALES DEL PLAN DE GARANTÍA DE CALIDAD | 5 |
| Subcontratos y aprovisionamiento | 5 |
| Procedimientos sujetos a la aprobación de la Administración | 6 |
| Criterios para la fabricación, construcción y montaje | 6 |
| Materiales | 6 |
| Inspecciones, pruebas y ensayos | 7 |
| Tratamiento de no conformidades | 7 |
| Legalización de equipos | 8 |
| Informe final de control de calidad (IFCC)..... | 8 |
| DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES | 8 |
| Programa de puntos de inspección | 8 |
| Procedimientos | 9 |
| Informe final de control de calidad | 9 |
| PLAN DE GARANTÍA DE LA CALIDAD DE OBRA CIVIL..... | 10 |
| CONTROL DE MATERIALES | 10 |
| Hormigón | 10 |
| Rellenos, base y subbase | 10 |
| Materiales bituminosos | 11 |
| Acero corrugado..... | 12 |
| Áridos para la fabricación de hormigones..... | 12 |
| Cemento para la fabricación de hormigones | 13 |
| Tubería de PVC..... | 14 |
| Tubería de fundición dúctil | 15 |
| CONTROL DE EJECUCIÓN | 17 |
| ZAPATAS | 17 |
| PANTALLAS | 18 |
| SOLERAS | 18 |
| PILARES Y MUROS | 19 |
| FORJADOS Y VIGAS..... | 20 |

INTRODUCCIÓN

El diseño estructural en una obra civil considera que los elementos cumplen con ciertas características resistentes y de durabilidad. Sin embargo, al momento de construir o suministrar cierto elemento a la obra, existe una incertidumbre de que los materiales usados tengan unas características resistentes y de durabilidad inferior o no deseadas a las consideraras en la etapa de diseño. Esta incertidumbre se toma en cuenta al momento de diseñar los elementos bajo un Estado de Límite Último al dividir las características resistentes por un factor de seguridad.

A pesar de lo anterior mencionado, las características de los materiales deben seguir bajo un procedimiento de control riguroso, ya que podría comprometer la correcta funcionalidad de la obra civil. En el presente apartado se desarrollará un Plan de Garantía de Calidad en el cual se menciona las obligaciones y derechos que tiene la Administración y los proveedores, bajo la Ley de Contratos. Seguidamente se desarrollará un Plan de Garantía de la Calidad de Obra Civil en la cual se menciona la metodología a tomar para asegurar la calidad de los principales materiales a utilizar y procedimientos de ejecución.



PLAN DE GARANTÍA DE CALIDAD

El diseño, la construcción, el montaje, la puesta en marcha, la explotación y el mantenimiento de plantas de depuración de aguas residuales requieren de un sistema de control de calidad. Para ello, se identifica todos los equipos que serán sometidos a inspección y control, así como el control de ejecución.

ORGANIZACIÓN

Se pretende plantear un Sistema de Gestión de Calidad, basado en la norma ISO 9001

Medios y personal

Se proporcionará los recursos humanos y materiales necesarios para la correcta realización del programa en mención. Además, se establecerá la capacitación requerida para el personal encargado.

Funciones y personal

Las funciones mencionadas a continuación hacen mención a el personal relacionado con la construcción de la obra civil

Gerencia

- Definición y desarrollo de la política de calidad
- Dirigir la política general
- Supervisar, implantar y cerrar las acciones correctivas y preventivas
- Aplicar la normativa correspondiente, asegurando el cumplimiento del Sistema de Calidad establecido
- Política de contratación de personal y convenios
- Auditorías internas y externas
- Emitir, distribuir y mantener actualizada la documentación relativa a la calidad
- Evaluación de proveedores
- Aprobar los programas de puntos de inspección

Administración

- Facturación
- Contabilidad

Compras

- Adquisición de materiales y equipos
- Relación con los proveedores

Ejecución

- Emisión de planos constructivos y especificaciones de materiales, identificando en las mismas, la obra a la que se destinarán
- Emisión y control de instrucción de montaje
- Emisión y envío de planos, especificaciones y Programas de Puntos de Inspección

Encargado de obra

- Realizar las supervisiones de obra siguiente el Programa de Puntos de Inspección
- Control de materiales de obra aplicando los criterios de aceptación definidos y ubicación en zonas determinadas

- Informar al Departamento de Calidad y Gestión Medioambiental de las no conformidades que se detecten

Oficina técnica

- Elaboración de planos, lista de planos, lista de materiales y nomenclaturas
- Revisión y visto bueno de los planos, lista de materiales y nomenclaturas
- Elaboración, revisión y mantenimiento de los planos y nomenclatura de los equipos normalizados

Representante

Se designará al Coordinador de Calidad y éste a su vez al Director de Calidad y Gestión Medioambiental, el cual actúa por delegación en el ámbito de toda la obra con la autoridad y responsabilidad definida y suficiente, a fin de asegurar que se ponen en práctica los requisitos establecidos por las normativas actuales de manera permanente.

CRITERIOS GENERALES DEL PLAN DE GARANTÍA DE CALIDAD

Deben cumplirse los siguientes requisitos

- El Contratista o Suministrador deberá remitir a la Administración, en el momento de la oferta, una propuesta de programa PPI cuya aplicación específica responda al alcance ofertado y que cumpla los requisitos establecidos en la especificación de compra y en el Pliego de Condiciones Técnicas.
- La Administración evaluará la propuesta recibida del Contratista o suministrador y le comunicará su aprobación o comentarios antes de la adjudicación del pedido.
- Basándose en estos comentarios, el Suministrador o Contratista hará las correspondientes modificaciones, hasta obtener la aprobación de la propuesta de Programas de Puntos de Inspección (PPI) por parte de la Administración quedando incorporada la documentación contractual.
- Una vez adjudicado el pedido, el suministrador o contratista enviará una nueva edición de dicho Programa de Puntos de Inspección en base al alcance y realización de la fabricación o construcción.
- La administración hará los correspondientes comentarios y procederá a su posterior aprobación.

Subcontratos y aprovisionamiento

- El suministrador o contratista asegurará que sus posibles subcontratistas cumplan con los requisitos íntegros del pedido, incluidos los relativos a la calidad exigida
- Cuando el suministrador o contratista prevea utilizar servicios subcontratados de elementos relevantes, deberá transmitir íntegramente estos requisitos al subcontratista para su cumplimiento, así como la información técnica necesaria y suficiente, siendo exclusiva responsabilidad suya ante la Administración que el subcontratista proporcione los registros y documentos de su trabajo.
- Cualquier subcontratista trabajará bajo las ordenes y responsabilidad del suministrador o contratista y cumplirá en su totalidad con los requisitos del pedido principal
- El suministrador o contratista deberá enviar a la administración información y/o comentarios copia de la parte técnica y de calidad de los pedidos o subcontratistas y proveedores

- El suministrador o contratista enviará a la Administración para aprobación y/o comentarios una lista preliminar de los proveedores y subcontratistas que puedan intervenir en la obra o en el suministro de los materiales, equipos o componentes, con indicación expresa de las partes a suministrar por cada uno de ellos.
- La Administración se reserva el derecho de excluir a los proveedores o subcontratistas que considere oportuno y sobre todo a aquellos que pudieran estar afectados por las cláusulas de prohibición de contratar con las Administraciones Públicas. La lista de proveedores y subcontratistas definitivos será propuesta a aprobación, por escrito, a la Administración

Procedimientos sujetos a la aprobación de la Administración

- El contratista elaborará un listado de procedimientos que piense utilizar en las distintas fases del montaje o de fabricación. La administración indicará cuales deben ser enviados para su aprobación o información.
- La administración podrá en su caso requerir procedimientos no listados por el suministrador o contratista, por considerarlos necesarios, o que respondan a algún proceso específico de la obra o de fabricación y que afecten a la calidad de trabajos.
- La administración cuando proceda aprobará o comentará los procedimientos enviados por el suministrador o contratista, siendo responsabilidad de este, la inclusión de los comentarios realizados.
- Todos los procedimientos sujetos a aprobación necesitarán estar aceptados por la Administración antes de su utilización.
- Los plazos establecidos se fijarán de acuerdo a:
 - o Envío por parte del suministrador o contratista a la administración antes de su utilización.
 - o La administración responderá por escrito, enviando su aprobación o comentarios en diez días, como máximo, contados desde la fecha de recepción.

Criterios para la fabricación, construcción y montaje

- Previamente al comienzo de la fabricación, construcción y montaje es indispensable que se encuentren aprobados por la Administración, el Programa de Puntos de Inspección y todos los procedimientos aplicables.
- El suministrador o contratista o sus subcontratistas no podrán realizar trabajo alguno, ya sean unidades de obra, montaje o fabricación de partes o componentes, sin que estén amparados por la correspondiente autorización de la Administración o sus representantes.

Materiales

- La norma que regirá el tipo de certificados de calidad requeridos será UNE-36801/92 a menos que se indique otra cosa en la documentación del contrato.
- El suministrador o contratista podrá proponer otros tipos de certificación para algún elemento concreto de su suministro. La administración considerará expresamente la aprobación de la propuesta.
- Todos los materiales estarán amparados por su correspondiente certificado y existirá una correspondencia inequívoca de marcas entre materiales y certificados que los avalan.

Inspecciones, pruebas y ensayos

- El suministrador o contratista deberá asegurarse, que antes de proceder a cualquier tipo de inspección o ensayo, estén debidamente aceptados y/o aprobados por la Administración, todos los documentos concordantes con esta actividad, tales como Programas de Puntos de Inspección y procedimientos aplicables.
- El suministrador o contratista deberá supervisar todas las actividades a efectuar, tanto las propias como las realizadas por sus subcontratistas, a fin de asegurarse el cumplimiento de todos los requisitos contractuales.
- La Administración o sus representantes tendrán el derecho de inspección en cualquier fase del montaje, de todos los materiales, equipos o componentes objeto de este contrato, así como el acceso a las instalaciones del suministrador o contratista y de sus subcontratistas.
- La Administración podrá mantener inspectores fijos a pie de obra, en las instalaciones o en los talleres del suministrador o contratista o subcontratistas, en cuyo caso, deberán facilitarles un despacho debidamente acondicionado, sin cargo alguno.
- La Administración está facultada para rechazar los ensayos y pruebas efectuadas por el suministrador o contratista o sus subcontratistas, y requerir repetición o mayor alcance de sus mismos.
- Los puntos de espera y/o presencia de la Administración o sus representantes, se articularán a través de los Programas de Puntos de Inspección. Estos puntos de espera y/o presencia deberán ser notificados a la Administración como mínimo con una semana de antelación a la fecha de realización. En caso de renuncia expresa, el suministrador o contratista facilitará a la Administración los correspondientes informes o protocolos que se generen, para su conocimiento y/o aprobación.
- El suministrador o contratista deberá establecer y mantener al día un sistema, que como mínimo identifique, codifique, clasifique y archive, todos los registros de calidad, que se deberán mantener durante un periodo de 5 años, contados desde la fecha de entrega del informe de Control de Calidad para demostrar objetivamente, que se han cumplido todos los requisitos contractuales.
- El suministrador o contratista establecerá documentalmente que todos los equipos de inspección, medición y ensayo estén identificados y debidamente calibrados por laboratorio competente, dentro de los plazos de calibración establecidos, y que su exactitud o precisión es la adecuada, así como que su almacenamiento no altera su precisión.

Tratamiento de no conformidades

- Todas las acciones correctivas de desviaciones que afecten a la calidad de los trabajos deben ser sometidas previamente a su ejecución, a la aprobación de la Administración, quien se reserva el derecho a exigir la aprobación de la Ingeniería que realizó el diseño.
- La Administración o sus representantes, están facultados para emitir informes de las desviaciones detectadas, quedando el suministrador o contratista obligado a realizar las acciones correctivas solicitadas.

- Todas las no conformidades detectadas tanto por la Administración como por el suministrador o contratista que afecten a cualquier equipo, parte o componente, deberán ser resueltas antes de proceder a su realización o montaje.
- El suministrador o contratista establecerá un sistema para identificar los materiales, componentes y documentos no conformes con los requisitos establecidos contractualmente, para evitar su uso o instalación inadvertida.

Legalización de equipos

- Es responsabilidad del suministrador o contratista, el cumplimiento con la Reglamentación Oficial que en su caso sea aplicable, en los términos que tales Reglamentos determinan.
- El suministrador o contratista deberá facilitar a la administración, la información técnica necesaria, que precise como usuario del componente / equipo / instalación, para obtener autorización de instalación y puesta en servicio de sus instalaciones, dentro de los plazos que la Administración determine,

Informe final de control de calidad (IFCC)

- Al término del Contrato o pedido, en un plazo máximo de 30 días de la fecha de la recepción provisional de la instalación o equipo, el suministrador o contratista entregará a la Administración tres ejemplares debidamente ordenados mediante índice, de toda la documentación de constituye el Informe Final de Control de Calidad (IFCC).
- Previamente a su envío, el IFCC, deberá de estar aceptado por la Administración o sus representantes que, de forma expresa, autorizará su envío.
- El contenido del IFCC estará estructurado según se define posteriormente en estos Requisitos, debiendo el Suministrador o Contratista, previamente a su confección, someter el índice a la aprobación de la Administración.
- El IFCC que elabore el suministrador o contratista principal, deberá contener los IFCC parciales de los subcontratistas si los hubiera.
- Es obligación del contratista tener actualizado el IFCC.

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

Programa de puntos de inspección

- El programa de Puntos de Inspección desarrollará una descripción lógica, de todas aquellas operaciones y procesos de la fabricación o de la obra que sean susceptibles de control, de acuerdo con los estándares de calidad comúnmente aceptados, incluyendo los requisitos que se imponen a través de los documentos que conforman el contrato o pedido. Este desarrollo comenzará con la recepción de materiales, siendo el último punto de revisión del IFCC.
- Para cada operación se indicará, siempre que se aplicable, la referencia del plano y procedimiento, la participación de Gestión de Calidad del suministrador o contratista y se dejará un espacio en blanco para que la Administración pueda marcar sus puntos de inspección.
- Lo anteriormente indicado, se hará siempre extensivo a los subcontratistas y proveedores de componentes cuando la importancia de estos lo requiera.
- Una vez finalizada la fabricación o montaje, existirá evidencia objetiva, (mediante protocolos y firmas en el PPI), de que se han realizado las inspecciones, pruebas y ensayos programadas en el PPI.

- El suministrador o contratista levantará un Acta de cada uno de los controles, ensayos y pruebas que se realicen, sean o no presenciados por la Administración o sus representantes, facilitándoles copia cuando sea requerida, con independencia de la obligación de coleccionarlas y remitirlas en su día con el Informe Final de Control de Calidad.

Procedimientos

- El suministrador o contratista elaborará los procedimientos, tanto generales como específicos, de aplicación en cada fase de la fabricación, construcción o montaje.
- Todos los procedimientos se redactarán cumpliendo con lo requerido en la documentación contractual aplicable y sus códigos de referencia, incluyendo criterios de aceptación y/o rechazo.
- Se considerarán como contractuales la última edición de los Códigos y Normas de Calidad y Seguridad vigentes, en la fecha de adjudicación del contrato o pedido.

Informe final de control de calidad

El contratista elaborará el Informe Final de Control de Calidad, teniendo en cuenta lo indicado anteriormente.

La documentación que debe comprender el IFCC se divide en:

- Documentación general
 - o Contrato
 - o Especificaciones técnicas y excepciones aprobadas por la Administración
 - o Procedimiento de soldadura y registros de homologación
 - o Otros procedimientos (tratamientos térmicos, pinturas, etc)
 - o Planes generales con cotas definitivas
 - o Toda la información y documentación solicitada en la Especificación Técnica u otra documentación aplicable
- Documentación específica de cada componente de suministro
 - o Especificaciones de compra a proveedores y suministro
 - o PPI aprobado y cumplimentado
 - o Certificado de materiales o elementos
 - o Localización de materiales y soldadura, plano o croquis
 - o Certificación de materiales de soldadura
 - o Informes de reparaciones mayores, indicando localización
 - o Informes de disconformidades
 - o Certificados y resultados de pruebas de presión
 - o Certificado de limpieza química de las tuberías y decapado de soldaduras
 - o Ensayos y Pruebas de banco y/o plataforma
 - o Control de rendimientos
 - o Procedimiento de soldadura y registro de homologación
 - o Certificados de cualificación de soldadores
 - o Informes y protocolos de inspecciones, ensayos, pruebas, etc
 - o Documentación requerida por Reglamentos Oficiales aplicables
 - o IFCC de subcontratistas, estructurado según lo indicado anteriormente

PLAN DE GARANTÍA DE LA CALIDAD DE OBRA CIVIL CONTROL DE MATERIALES

Hormigón

Características técnicas

Las características que deben seguir los hormigones se encuentran en la norma EHE08

Toma de muestras

La toma de muestras del hormigón fresco se realizará según el procedimiento descrito en la Norma UNE 83 300/84. Cuando sea necesaria la extracción de probetas testigo de hormigón endurecido se efectuará según la Norma UNE 83 302/84.

Ensayos de control

En la siguiente documentación se puede encontrar los procedimientos normalizados a seguir para los ensayos.

- Fabricación y conservación de probetas de hormigón, según UNE 83 301/91.
- Refrentado de probetas de hormigón, según UNE 83 303/84.
- Rotura por compresión, según UNE 83 304/84.
- Rotura por flexotracción, según UNE 83 305/86.
- Rotura por tracción indirecta, según UNE 83 306/85.
- Determinación del índice de rebote, según UNE 83 307/86.
- Determinación de la velocidad de propagación de los impulsos ultrasónicos, según UNE83 308/86.
- Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según UNE 83 309/93.
- Determinación de la permeabilidad, según UNE 83 310/90.
- Determinación del tiempo de fraguado, según UNE 83 311/86.
- Determinación de la densidad del hormigón endurecido, según UNE 83 312/90.
- Medida de la consistencia, método Cono de Abrams, según UNE 83 313/90.
- Medida de la consistencia, método Vebe, según UNE 83 314/90.
- Determinación de la densidad del hormigón fresco, según UNE 83 317/91

Condiciones de aceptación o rechazo

La consistencia de cada amasada analizada estará comprendida dentro de la tolerancia correspondiente al tipo elegido en el Pliego de Condiciones Particulares. El incumplimiento de esta condición implicará el rechazo automático de la amasada.

Cuando la resistencia estimada de un lote (fest) sea inferior a la resistencia característica de proyecto (fck) será de aplicación el apartado 88.5. de la Instrucción EHE-08

Rellenos, base y subbase

Características técnicas

Las características que deberán cumplir los rellenos, bases o subbases se encuentran en el documento 3 de pliego de prescripciones técnicas.

Preparación de las muestras para ensayo

Las muestras de suelos o materiales granulares se someterán al proceso de preparación descrito en la Norma NLT 101/72.

Ensayos de control

Los ensayos a determinar las características de los materiales son los siguientes:

- Análisis granulométrico, según NLT 104/91.
- Determinación de límite líquido, según NLT 105/91.
- Determinación del Límite plástico, según NLT 106/91. (P-17-12) Proyecto de reurbanización de Sagardo Plaza, en Astigarraga Anexo N°8 – Control de calidad 20
- Proctor Normal, según NLT 107/91.
- Proctor Modificado, según NLT 108/91.
- Determinación del índice CBR de laboratorio, según NLT 111/87.
- Determinación del equivalente de arena, según NLT 113/87.
- Contenido en materia orgánica, según NLT 117/72.
- Determinación de la resistencia al desgaste Los Ángeles, según NLT 149/91.
- Caras de fractura según NLT 358/90.

Condiciones de aceptación o rechazo

Los materiales deberán cumplir las características indicadas en el Pliego de Prescripciones de la obra o en su defecto en los capítulos correspondientes del Pliego PG-3.

El director de obra podrá aceptar materiales que no cumplan alguna de las características marcadas cuando considere que no altera sensiblemente la calidad de los mismos.

El Técnico cualificado analizará los resultados obtenidos en los ensayos de compactación y en función de los criterios previamente pactados se aceptará o no la compactación de la tongada realizada.

Materiales bituminosos

Características técnicas

Las características que deberán cumplir los rellenos, bases o subbases se encuentran en el documento 3 de pliego de prescripciones técnicas o en su defecto en el artículo 542 del Pliego PG-3.

Toma de muestras

Se considerará las normas NLT-314 y NTL-348 para la toma de muestras de los materiales bituminosos en cuestión.

Ensayos de control

Para los ensayos se deberán seguir las pautas planteadas en el Pliego PG-3

- Para los áridos, Artículo 542.2.2
- Para los ligantes bituminosos, Artículos 210 y 211

Los ensayos aplicables a la mezcla fabricada serán:

- Ensayo Marshall, según NLT-159
- Determinación del contenido de ligante, según NTL-164
- Análisis granulométrico del componente mineral, según NLT-165
- Determinación de la densidad de las mezclas compactadas, según NTL-168

Condiciones de aceptación o rechazo

Las mezclas bituminosas deben cumplir con las especificaciones en el Documento 3 de Pliego de Prescripciones Técnicas o en su defecto el Artículo 542 del Pliego PG-3.

Acero corrugado

Características técnicas

Las características del acero corrugado para el hormigón armado se muestran en la norma EHE-08

En el caso de barras corrugadas de acero soldable, se deberá tener en cuenta las características descritas en los capítulos 7 y 8 de la Norma UNE 36 068/94.

Ensayos de control

Los ensayos se deben efectuar según la siguiente normativa:

- Determinación del límite elástico, carga de rotura y alargamiento, según UNE 7 474 (1)/92.
- Determinación de la sección equivalente, según UNE 36 068/94 ó UNE 36 099 (1)/86.
- Determinación de la ovalización, según UNE 36 068/94 o UNE 36 099 (1)/86.
- Determinación de las características geométricas de los resaltos, según UNE 36 068/94 ó UNE 36 099 (1)/86.
- Ensayo de doblado-desdoblado, según UNE 36 068/94 o UNE 36 099 (1)/86.
- Ensayo de aptitud al soldeo, según Apartado 90.4. de la Instrucción EHE-08.

Condiciones de aceptación o rechazo

El apartado 90.5 de la norma EHE-08 se aplicará para la aceptación o rechazo del acero corrugado. En el caso de barras de acero corrugado soldable, el Director de Obra podrá aplicar los criterios que se muestra en el apartado 13.2.5 de la norma UNE 36 068/94.

Áridos para la fabricación de hormigones

Características técnicas

Las características de los áridos que se vayan a emplear en la obra civil se encuentran en el artículo 28 de la norma EHE-08.

Ensayos de control

Ensayos comunes para la arena y la grava:

- Análisis granulométrico, según EN 933-1(97).
- Contenido de finos que pasa por el tamiz UNE 0,063 mm, según EN 933-1(97).
- Terrones de arcilla, según UNE 7 133 (58).

- Determinación de partículas de bajo peso específico, según UNE 7 244 (71).
- Compuestos de azufre expresados en SO₃= y referidos al árido seco, según UNE EN 1744- 1(99).
- Reactividad potencial con los álcalis del cemento, según UNE 146507(99).
- Estabilidad frente a disoluciones de sulfato magnésico, según UNE EN 1367(99).
- Determinación cuantitativa de cloruros, según UNE EN 1744-1(99).

Ensayos específicos para la arena:

- Determinación de la materia orgánica, según UNE EN 1744-1(99).
- Determinación de la friabilidad de la arena, según UNE EN 1097-1(99).
- Determinación de la absorción de agua, según UNE 83 133/90.
- Determinación del equivalente de arena, según UNE 83 131/90.
- Determinación del azul de metileno para arenas calizas, según UNE EN 933-9(99).
- Determinación del % de CaCO₄ en áridos calizos, según UNE 103 200/93.

Ensayos específicos de gravas:

- Determinación de partículas blandas, según UNE 7 134 (58).
- Determinación del coeficiente de forma, según UNE 7 238 (71).
- Determinación de la absorción de agua, según UNE 83 134/90.
- Determinación de la resistencia al desgaste Los Ángeles, según UNE 1097-2(99).
- Determinación del índice de lajas, según UNE EN 933-3(99).

Condiciones de aceptación o rechazo

Los áridos que tengan las siguientes características serán rechazadas, salvo justificación especial que no altere las propiedades de los hormigones.

- Áridos que contengan sulfuros oxidables.
- Escorias que contengan silicatos inestables o compuestos ferrosos.
- Áridos que no cumplan alguna de las limitaciones contempladas en el apartado 28º de la Instrucción EHE-08.
- El tamaño máximo del árido sea mayor que los límites indicados en el apartado 28.2. de la instrucción EHE-08.

Cemento para la fabricación de hormigones

Características técnicas

Las características del hormigón están detalladas en el Pliego RC-08 y en la norma EHE-08

Ensayos de control

Los ensayos para realizar se detallan en la tabla 13 del Pliego RC-97, los cuales se realizarán bajo los siguientes criterios.

- Pérdida al fuego, según UNE EN 196-2 96.
- Residuo insoluble, según UNE EN 196-2 96.

- Trióxido de azufre, según UNE EN 196-2 96.
- Determinación del contenido de cloruros, según UNE 80 217/91
- Determinación del contenido de sulfuros, según UNE EN196-2 96.
- Determinación del óxido de aluminio, según UNE 80 217 91.
- Puzolanidad, Según UNE EN 196-5 96.
- Determinación del principio y fin de fraguado, según UNE EN 196-3 96.
- Determinación de la estabilidad de volumen, según UNE EN 196-3 96.
- Determinación de las resistencias mecánicas, según UNE EN 198-1 96.
- Determinación del calor de hidratación, según UNE 80 118/86.
- Blancura, según UNE 80 117/87.
- Determinación de composición potencial, según UNE 80 304/86
- Finura de molido, según UNE 80 122/91 ó UNE 80 108/86.
- Peso específico real, según UNE 80 103/86.
- Superficie específica Blaine, según UNE 80 122/91.
- Determinación de la humedad, según UNE 80 220/85.
- Contenido de adiciones, según UNE 80 216/91.
- Determinación del óxido de calcio libre, según UNE 80 243/86.
- Determinación del dióxido de carbono, según UNE 80 217/91.
- Determinación del titanio, según UNE 80 228/88

Condiciones de aceptación o rechazo

Bajo las siguientes causas, el hormigón se rechazará

- Cuando el cemento no esté homologado.
- Cuando al cemento no le acompaña el certificado de garantía del fabricante (hoja de características del cemento).
- Cuando no se cumpla alguna de las especificaciones.

Tubería de PVC

Características técnicas

En el Documento 3 de Pliego de Prescripciones Técnicas se detalla las principales características que debe tener el tubo PVC a emplear.

Ensayos de control

- Tolerancia dimensional.
- Densidad UNE 53 020.
- Coeficiente de dilatación UNE 53 126.
- Temperatura de reblandecimiento UNE 53 118.
- Resistencia a la tracción y alargamiento UNE 53 112.
- Absorción de agua UNE 53 112.
- Opacidad UNE 53 039.
- Comportamiento al calor UNE 53 389.
- Resistencia al impacto UNE 53 112.
- Flexión transversal UNE 53 323.
- Rigidez anelar SN4.
- Prueba con aire (método "L") según La Norma UNE-EN 1610:1998. Se describe a continuación:

La tubería a ensayar debe ser taponada con un balón neumático de cierre u obturador hermético del diámetro adecuado en cada extremo.

El material indicado para la realización de la prueba será el siguiente:

- Balones obturadores del diámetro o diámetros adecuados
- Válvula de cierre, válvula de regulación de presión y válvula de seguridad (que salte cuando la presión sea superior a 0,45 kg/cm² //bar// 45 kPa
- Manómetro con precisión del 10% del incremento de presión
- Cronómetro
- Compresor (1000 l de capacidad).

Las presiones de ensayo y las caídas de presión permitidas vienen definidos en función del diámetro nominal y los distintos tipos de tuberías.

Seguridad en la realización de la prueba de aire: Recomendaciones en la prueba realización de la prueba de aire:

Es muy importante desde el punto de vista de la seguridad que la prueba se realice correctamente para ello una serie de útiles indicaciones serian las siguientes:

- Instalar y ajustar los balones obturadores de tal manera que se prevenga la explosión del tubo por exceso de presión.
- Asegurar el anclaje de los tubos para evitar su desenchufado.
- Equipo de presión con regulador y/o válvula de seguridad con un valor de seguridad de 0,45 kg/cm² // 0,45 bar // 45 kPa para evitar el desplazamiento de los balones obturadores y la rotura de la tubería por exceso de presión.
- Despresurizar el tramo ensayado antes de aflojar el balón obturador para su sustitución.
- Colocar primero el balón obturador arriba del tramo, para impedir que el agua penetre y se acumule en la línea de prueba. Esto es importante cuando se tienen altos niveles de aguas freáticas.



Condiciones de aceptación o rechazo

Los materiales utilizados en conducciones deben cumplir con lo estipulado en el capítulo 9 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para tuberías de saneamiento de poblaciones.

Tubería de fundición dúctil

Características técnicas

Se seguirá la normativa UNE EN 598

Ensayos de control

Son preceptivas las dos pruebas siguientes de la tubería instalada en la zanja:

- Prueba de presión interior mediante aire y desinfección
- Prueba de estanqueidad.

El Contratista proporcionará todos los elementos precisos para efectuar estas pruebas, así como el personal necesario, el director de las obras podrá suministrar los manómetros o equipos medidores, si lo estima conveniente, o comprobar los suministrados por el Contratista.

Prueba de presión interior y desinfección

Se ha descrito en el apartado anterior la prueba de estanqueidad mediante aire a realizar. La desinfección se realizará con hipoclorito sódico subiendo la concentración de cloro hasta 10 ppm/l, midiendo a las 24 horas y que no de inferior a 8 ppm/l, lavar la tubería y realizar prueba de potabilidad en la depuradora.

Prueba de estanqueidad

Después de haberse completado satisfactoriamente la prueba de presión interior deberá realizarse la de estanqueidad.

La presión de prueba de estanqueidad será la presión de trabajo existente en el tramo de la tubería objeto de la prueba para tuberías de presión y 1 kg/cm² para conducciones sin presión.

La pérdida se define como la cantidad de agua que debe suministrarse al tramo de tubería en prueba mediante un bombín tarado, de forma que se mantenga la presión de prueba de estanqueidad después de haber llenado la tubería de agua y haberse expulsado el aire.

La duración de la prueba de estanqueidad será de dos horas y la pérdida en este tiempo será inferior al valor dado por la fórmula:

$$V = K L D$$

En la cual:

V = Pérdida total en la prueba, en litros.

L = Longitud del tramo objeto de la prueba, en metros.

D = Diámetro interior, en metros.

K = 0,36 (Tuberías de fundición).

De todas formas, cualesquiera que sean las pérdidas fijadas, si éstas son sobrepasadas, el Contratista, a sus expensas, reparará todas las juntas y tubos defectuosos; asimismo, está obligado a reparar cualquier pérdida de agua apreciable, aun cuando el total sea inferior al admisible.

CONTROL DE EJECUCIÓN

Antes de iniciar la ejecución de la estructura, la Dirección Facultativa, deberá aprobar el Programa de control de la constructora, redactado a partir del presente plan de control y de los procedimientos de autocontrol del constructor.

El programa de control de la constructora deberá incluir como mínimo el control de ejecución de las siguientes unidades de obra:

- Zapatas.
- Pantallas.
- Soleras.
- Pilares.
- Muros
- Vigas.
- Forjado

Al presente proyecto se exigirá un nivel de control de ejecución normal, y se dividirá en el siguiente número de lotes de ejecución, según la tabla 92.4 de la EHE.

ZAPATAS

A continuación, se describen los controles a realizar:

Previamente al montaje de las armaduras.

- Se comprobará topográficamente que tras el vertido del encachado la cota inferior de zapata y que el espesor de la misma es la prevista en los planos.
- Se comprobará que se respeta las dimensiones y replanteo en planta de los planos y en todo caso las desviaciones producidas son acordes con el Anexo nº11 de la EHE-08.
- Se deberá constatar que el proceso de armado de las mismas se ha efectuado según el artículo 69 de la EHE-08.
- Se deberá comprobar que las planillas de montaje están de acuerdo con los planos de proyecto.

Una vez montada la armadura.

- Se comprobará la geometría real de la armadura montada y su correspondencia con los planos de proyecto.
- Se comprobará la disposición de los separadores, la distancia entre los mismos y sus dimensiones de forma que quede garantizado el recubrimiento explicitado en los planos.
- Se deberá corroborar que se han previsto las esperas para el resto de elementos.

Antes del vertido del hormigón.

- Se deberá corroborar la limpieza del fondo.
- Se comprobará que se han previsto los adecuados medios de puesta en obra, vibración y curado del hormigón.

Durante el vertido

- Se controlará que no se forman juntas frías entre las diferentes tongadas y que no se producen segregaciones.

Una vez finalizada

- Se comprobará que cumplen con la geometría de proyecto

PANTALLAS

A continuación, se describen los controles a realizar:

Previamente al montaje de las armaduras

- Se deberá constatar que el proceso de armado de las mismas se ha efectuado según el artículo nº69 de la EHE-08.
- Se deberá comprobar que las planillas de montaje están de acuerdo con los planos de proyecto.
- Se deberá constatar que se han previsto las esperas en los muros, forjados y pilares.
- Se deberá constatar que los encofrados y cimbras cumplen con los requerimientos del punto 68 de la EHE-08.

Una vez montada la armadura

- Se comprobará la geometría real de la armadura montada y su correspondencia con los planos de proyecto.
- Se deberá corroborar que se han previsto las esperas para el resto de elementos estructurales en su caso.

Antes del vertido del hormigón

- Se comprobará que el replanteo de los encofrados está en consonancia con el Anexo nº11 de la EHE.
- Se comprobará la disposición de los separadores, la distancia entre los mismos y sus dimensiones de forma que quede garantizado el recubrimiento explicitado en los planos.
- Se comprobará que se han previsto los adecuados medios de puesta en obra, vibración y curado del hormigón.

Durante el vertido

- Se controlará que no se forman juntas frías entre las diferentes tongadas y que no se producen segregaciones.

Una vez finalizada

- Se comprobará que cumplen con la geometría de proyecto.

SOLERAS

A continuación, se describen los controles a realizar:

Previamente al montaje de las armaduras.

- Se comprobará topográficamente que tras el vertido del encachado la cota inferior de solera y el espesor del mismo es el previsto en los planos.

- Se comprobará que se respeta las dimensiones y replanteo en planta de los planos y en todo caso las desviaciones producidas son acordes con el Anexo n°11 de la EHE-08.
- Se deberá constatar que el proceso de armado de las mismas se ha efectuado según el artículo n°69 de la EHE-08.
- Se deberá comprobar que las planillas de montaje están de acuerdo con los planos de proyecto.

Una vez montada la armadura.

- Se comprobará la geometría real de la armadura montada y su correspondencia con los planos de proyecto.
- Se comprobará la disposición de los separadores, la distancia entre los mismos y sus dimensiones de forma que quede garantizado el recubrimiento explicitado en los planos.
- Se deberá corroborar que se han previsto las esperas para el resto de elementos.

Antes del vertido del hormigón.

- Se deberá corroborar la limpieza del fondo.
- Se comprobará que se han previsto los adecuados medios de puesta en obra, vibración y curado del hormigón.

Durante el vertido

- Se controlará que no se forman juntas frías entre las diferentes tongadas y que no se producen segregaciones.

Una vez finalizada

- Se comprobará que cumplen con la geometría de proyecto.

PILARES Y MUROS

A continuación, se describen los controles a realizar:

Previamente al montaje de las armaduras.

- Se deberá constatar que el proceso de armado de las mismas se ha efectuado según el artículo n°69 de la EHE-08.
- Se deberá comprobar que las planillas de montaje están de acuerdo con los planos de proyecto.
- Se deberá constatar que se han previsto las esperas de arranque de los muros y pilares.

Una vez montada la armadura.

- Se comprobará la geometría real de la armadura montada y su correspondencia con los planos de proyecto.
- Se deberá corroborar que se han previsto las esperas para el resto de elementos estructurales en su caso.

Antes del vertido del hormigón.

- Se deberá constatar que los encofrados cumplen con los requerimientos del punto 68.3 de la EHE08.
- Se comprobará que el replanteo de los encofrados está en consonancia con el Anexo n°11 de la EHE.- Se comprobará la disposición de los separadores, la distancia entre los mismos y sus dimensiones de forma que quede garantizado el recubrimiento explicitado en los planos.
- Se comprobará que se han previsto los adecuados medios de puesta en obra, vibración y curado del hormigón.

Durante el vertido

- Se controlará que no se forman juntas frías entre las diferentes tongadas y que no se producen segregaciones.

Una vez finalizada

- Se comprobará que se cumplen con la geometría de proyecto.

FORJADOS Y VIGAS

A continuación, se describen los controles a realizar:

Previamente al montaje de las armaduras.

- Se deberá constatar que el proceso de armado de las mismas se ha efectuado según el artículo n°69 de la EHE-08.
- Se deberá comprobar que las planillas de montaje están de acuerdo con los planos de proyecto.
- Se deberá constatar que se han previsto las esperas de arranque en los muros, pantallas y pilares.
- Se deberá constatar que los encofrados y cimbras cumplen con los requerimientos del punto 68 de la EHE-08.

Una vez montada la armadura.

- Se comprobará la geometría real de la armadura montada y su correspondencia con los planos de proyecto.
- Se deberá corroborar que se han previsto las esperas para el resto de elementos estructurales en su caso.

Antes del vertido del hormigón.

- Se comprobará que el replanteo de los encofrados está en consonancia con el Anexo n°11 de la EHE.
- Se comprobará la disposición de los separadores, la distancia entre los mismos y sus dimensiones de forma que quede garantizado el recubrimiento explicitado en los planos.
- Se comprobará que se han previsto los adecuados medios de puesta en obra, vibración y curado del hormigón.

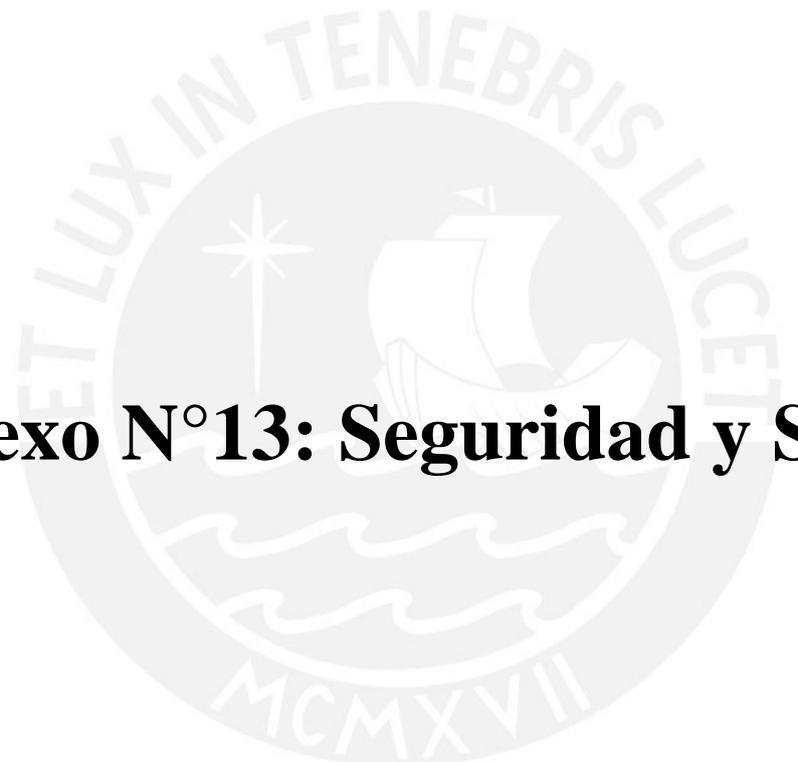
Durante el vertido

- Se controlará que no se forman juntas frías entre las diferentes tongadas y que no se producen segregaciones.

Una vez finalizada

- Se comprobará que se cumplen con la geometría de proyecto.





Anexo N°13: Seguridad y Salud

Tabla de contenido

| | |
|---|-----------|
| Introducción..... | 3 |
| Normativa..... | 4 |
| Características de la obra..... | 5 |
| Identificación de riesgos y normas preventivas..... | 7 |
| Riesgos durante la fase de obra..... | 7 |
| Obras auxiliares..... | 7 |
| Vaciados de hormigón..... | 7 |
| Excavación, zanjas y trincheras | 8 |
| Relleno de tierras..... | 8 |
| Encofrado | 9 |
| Manipulación de hormigón y ferralla..... | 10 |
| Instalaciones eléctricas | 11 |
| Riesgos de la maquinaria y medios auxiliares | 11 |
| Pala cargadora | 11 |
| Retroexcavadora..... | 12 |
| Bulldozer | 13 |
| Rodillo compactador | 14 |
| Camión de transporte | 15 |
| Camión hormigonero..... | 16 |
| Camión grúa | 16 |
| Bomba de hormigón | 17 |
| Compresor | 18 |
| Soldadura..... | 18 |
| Taladro | 19 |
| Andamios metálicos | 19 |
| Escaleras..... | 20 |
| Equipo de protección personal | 21 |
| Instalaciones, formación y provisionamiento..... | 24 |
| Instalaciones provisionales | 24 |
| Formación de seguridad y salud | 24 |
| Botiquines | 24 |
| PRESUPUESTO..... | 26 |
| Anexo 1 | 28 |

Introducción

El presente anexo tiene como principal objetivo analizar e identificar los principales riesgos en la etapa de construcción de la obra civil y establecer un plan de previsiones para prevenir los riesgos inherentes al normal desarrollo de las diferentes actividades, anticipándose a la ocurrencia de estos riesgos e interponiendo medidas encaminadas a la disminución o eliminación de la ocurrencia de dichos riesgos.



Normativa

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma que indica la obligación de un realizar un documento sobre prevención de riesgos laborales en la cual determine el cuerpo básico de garantías y responsabilidades precisas para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

Según el artículo de dicha Ley, el estudio de Prevención de Riesgos Laborales deberá incluir como mínimo los siguientes documentos:

- Memoria descriptiva de los procedimientos, equipos técnicos y medios auxiliares que hayan de utilizarse o cuya utilización pueda preverse; identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas técnicas necesarias para ello.
- Deberá realizarse una descripción de los servicios sanitarios y comunes de que deberá estar dotado el centro de trabajo de la obra.
- Pliego de condiciones particulares en el que se tendrá en cuenta las normas legales y reglamentarias aplicables a las especificaciones técnicas propias de la obra de que se trate.
- Planos en los que se desarrollarán los gráficos y esquemas necesarios para la mejor definición y comprensión de las medidas preventivas definidas en la memoria, con expresión de las especificaciones técnicas necesarias,
- Medidas de todas aquellas unidades o elementos de seguridad y salud en el trabajo que hayan sido definidos o proyectados
- Presupuesto que cuantifique el conjunto de gastos previstos para la aplicación y ejecución del estudio de seguridad y salud.

Con el anexo 6 de dicha Ley, el responsable técnico competente realizará el estudio básico que consistirá principalmente en la identificación de los riesgos que pueden ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello y la relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse.

Además de la anterior normativa, se tendrá en cuenta la siguiente legislación a la hora de realizar el presente anexo.

Ley 31/1995, de 8 de noviembre

De Prevención de Riesgos Laborales

Ley 54/2003, de 12 de diciembre

De reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales

Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo

Por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención

Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo

Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido

Real Decreto 681/2003, de 12 de junio

Sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo

Real Decreto 614/2001, de 8 de junio

Sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico

Características de la obra

El presente proyecto contempla la construcción de una estación de depuración de aguas residuales (EDAR) como necesidad de tratamiento de aguas residuales del municipio de Benasque, que actualmente vierte al río Ésera. Dicho proyecto viene siendo parte del Plan de Depuración del Pirineo, el cual es gestionado por el Gobierno de Aragón.

La EDAR tiene provisto cubrir una necesidad de depuración de 9000 habitantes equivalentes, con una tecnología de aeración prolongada con reactor tipo carrusel. El agua residual vendrá bombeada desde una estación de bombeo EBAR1 con un caudal de diseño, según los requerimientos de contaminación y caudales que indiquen el respectivo estudio. Finalmente se verterá el agua depurada en el río Ésera, bajo las condiciones de concentración de contaminantes exigidos por norma.

El agua bruta llega bombeada a la entrada del pretratamiento, el cual es un pretratamiento compacto. El agua residual entra por la brida del desbaste para pasar por un tamiz que separa el agua de las partículas sólidas. Estas a su vez son elevadas mediante un tornillo de Arquímedes hacia la parte más alta de la máquina para ser ahí compactadas y deshidratadas para ser almacenadas. El agua filtrada pasa a la siguiente cámara donde se le inyecta aire desde la base con el fin de que las burbujas de adhieran a los sólidos orgánicos y grasas, facilitando la flotación para luego ser retirados por una barredera superficial. En cuanto a las arenas que decantan, estas son conducidas por un tornillo sinfín horizontal hasta la entrada de un tornillo de Arquímedes que las va retirando hasta su almacenamiento.

El reactor biológico tendrá la función de degradar la materia orgánica, nitrificar, desnitrificar y eliminación de fosforo mediante adición de reactivos.

La línea de fango empieza a la salida del decantados secundario, en donde el caudal que no se recircula se trata de espesar en un espesador de gravedad con el fin de reducir su volumen del fango. Seguidamente se reducirá la cantidad de agua del fango mediante una deshidratación con centrifugas.

En cuanto a los principales elementos de la estación, se mencionan a continuación

línea de agua

- Arqueta de llegada/aliviadero
- Pretratamiento compacto
- Arqueta de salida del pretratamiento

- Arqueta de entrada al reactor biológico
- Reactor biológico tipo carrusel
- Arqueta de salida del reactor biológico
- Decantador secundario
- Pozo de emisario

línea de fangos

- Decantado secundario de fangos
- Bombeo de fangos
- Recirculación de fangos
- Espesamiento por gravedad
- Deshidratación del fango

En el anexo 1 del presente anexo se puede observar el terreno con los elementos pertenecientes a la EDAR.

En cuanto a la ejecución de la obra civil, se considerará las siguientes partidas y la siguiente maquinaria como las más críticas a considerar en el estudio.

Riesgos durante la fase de construcción

- Obras auxiliares
- Vaciados de hormigón
- Excavación, zanjas y trincheras
- Relleno de tierras
- Encofrado
- Manipulación de hormigón
- Instalaciones eléctricas

Riesgos de la maquinaria

- Pala
- Retroexcavadora
- Bulldozer
- Retrocargadora
- Rodillo compactador
- Camión de transporte
- Camión hormigonero
- Camión grúa
- Bomba de hormigón
- Compresor
- Compactadores de mano
- Soldadura
- Rozadora eléctrica
- Taladro
- Andamios metálicos
- Escaleras

Identificación de riesgos y normas preventivas

En las siguientes líneas se identificarán los riesgos más comunes y críticos que podrían suceder en el transcurso de cada etapa constructiva, así mismo se plantearán normas preventivas a cumplir con el fin de evitar o reducir la probabilidad de ocurrencia de dichos accidentes.

Riesgos durante la fase de obra

Obras auxiliares

Esta etapa abarca las partidas de inicio de obra y acondicionamiento del terreno para trabajos posteriores. Pueden considerarse el acondicionamiento del terreno para la entrada de camiones, la construcción de oficinas provisionales, cercos perimétricos provisionales, etc

Riesgos posibles

- Caída de materiales pesados
- Caídas del personal con una altura mayor de 1.5 metros
- Riesgos eléctricos
- Atropellos de maquinaria
- Incendios

Normas preventivas

- Señalización de vías
- Señalización de zonas de acopio
- Equipo de protección individual
- Instalación de extintores
- Se indicará el riesgo eléctrico en cada instalación

Vaciados de hormigón

Partida importante, ya que contempla un importante volumen de trabajo en toda obra civil de concreto armado.

Riesgos posibles

- Caída de materiales pesados
- Caída del personal en zona de vaciado
- Atropello de maquinaria concretera
- Riesgos eléctricos
- Abertura de encofrados en pleno vaciado

Normas preventivas

- Señalización de la zona de vaciado en la cual se señalará la zona del camión y de los operarios
- Se mantendrá una distancia adecuada a la máquina de vaciado

- El operario encargado de maniobrar la manguera concretora estará siempre con un arnés
- Se realizará la prueba del correcto ensamblado de los encofrados a fin de vaciar el hormigón
- Equipo de protección individual

Excavación, zanjas y trincheras

Partida que comprende las obras de movimiento de tierras, tales como los taludes o desmontes para acondicionar el terreno, así como la excavación de trincheras para los reactores biológicos y demás elementos de la EDAR que irán parcialmente enterrados.

Riesgos posibles

- Caída de personal dentro de las zanjas
- Atrapamiento del personal en huecos de más de 1.5 metros
- Riesgo de que el personal se quede enterrado por el desprendimiento de un talud
- Caída de rocas o bolones
- Inundaciones
- Golpes o choques con la maquinaria

Normas preventivas

- Se efectuará un correcto estudio geológico sobre el nivel freático y se construirá sistemas de drenado
- Los operarios que se encuentren a más de 1.5 metros debajo de la superficie tendrán que trabajar con arnés de seguridad
- Los operarios que se encuentren trabajando cerca de una zanja tendrán que trabajar con arnés de seguridad
- Se revisará siempre el talud con el fin de que no tengan una pendiente mayor a la estipulada en el diseño del talud
- En caso de encontrarse con un terreno con presencia importante de bolones, se procederá a colocar una malla de seguridad en el talud
- Se establecerá un sistema de señalización
- Se tratará de parar el movimiento de tierra cuando se presente una importante lluvia y en el caso en que no se pueda, se procederá a colocar plásticos en los taludes
- El personal siempre debe utilizar los equipos de protección personal
- Se procederá a realizar una charla a inicio de obra con el fin de dar a conocer los riesgos posibles y las normas preventivas antes mencionadas

Relleno de tierras

Esta etapa comprende principalmente el relleno de terraplenes

Riesgos posibles

- Caída de personal
- Golpes del personal con la maquinaria

- Caída o vuelco de vehículos
- Colapso de suelo mal compactado
- Riesgo de que el personal se quede enterrado por el desprendimiento de un talud

Normas preventivas

- Se debe tener una comunicación por radio entre el operario de la maquinaria y el personal en tierra
- El personal deberá utilizar chalecos reflectivos cuando están cerca a las maquinarias de movimiento de tierras
- Señalización reflectiva de zonas en las que opera la maquinaria
- La maquinaria deberá contar con bocinas de retroceso
- Se deberá verificar el talud con el fin de que se cumpla lo que estipula el diseño del terraplén
- Se prohíbe la manipulación de la maquinaria por personal no cualificado y certificado
- La maquinaria deberá tener actualizada sus certificaciones de buen funcionamiento siempre que entren a obra
- El personal deberá siempre tener su respectivo equipo de protección personal

Encofrado

El encofrado de los elementos de hormigón requiere un especial cuidado, en especial en los encofrados de lozas con puntales.

Riesgos posibles

- Mal apuntalamiento de los encofrados, lo que causaría un derrame de hormigón y áridos
- Golpes con el martillo en la mano durante el apuntalamiento
- Caídas del personal
- Accidentes al clavar los clavos
- Atrapamiento del personal dentro de los encofrados
- Riesgos eléctricos
- Corte de alguna parte del cuerpo con máquinas cortadoras de madera
- Peligro con los clavos y desperdicios que pueden traer lesiones en el pie

Normas preventivas

- Los operarios deberán usar sus equipos de protección personal durante la ejecución de la obra
- Los operarios deberán usar arneses de seguridad cuando trabajen a una altura considerable
- Antes del vertido del hormigón, se comprobará la estabilidad de los encofrados
- Se prohíbe fumar o hacer fuego cerca de los encofrados
- Señalización correspondiente y barandas en zonas con peligro de caída
- Se dispondrá de una zona de acopios de los desperdicios y otra de los clavos, y bajo ningún motivo se dejará clavos sueltos en el suelo

- Se procederá a indicar una zona de ascenso y descenso para subir a plantas superiores en las cuales no tengan unas escaleras

Manipulación de hormigón y ferralla

En toda obra civil, el material más empleado es el hormigón estructural. Los principales riesgos encontrados pueden ser la manipulación de ferralla que sucede cuando se estructura las armaduras de acero.

Riesgos posibles

- Golpes con maquinaria y martillo
- Accidentes con máquina cortadora de acero
- Caída de personas a alturas importantes
- Contacto con el hormigón y la piel que produce dermatitis
- Aplastamiento de dedos

Normas preventivas de la manipulación de ferralla

- Señalización de la zona de trabajo de ferralla, así como la zona de desplazamiento con un mínimo de 60 centímetros
- Se habilitará una zona de acopio de material y de desperdicios o sobrantes
- Se prohíbe el transporte aéreo de acero, salvo que se requieran elevaciones de acero. En tal caso se tendrá las medidas de seguridad necesarias expuestas en el expediente técnico
- La elevación de acero y ferralla se procederá usando ganchos de grúa y arneses en mínimo tres puntos de la armadura

Normas preventivas de la manipulación de hormigón

- El personal no podrá estar, bajo ningún caso, detrás o en los puntos ciegos de la máquina mezcladora
- Se prohíbe cargar el cubo de elevación de hormigón con una carga mayor a su capacidad máxima
- Se comprobará los soportes de la máquina que sube el cubo de hormigón
- El operario deberá utilizar los equipos de protección personal y no deberá dejar alguna superficie de piel expuesta
- La tubería de hormigoneo se apoyará siempre sobre caballetes o soportes, principalmente en los tramos inestables
- Un operario siempre se encontrará al final de la tubería de hormigoneo cuando esta esté vaciando hormigón
- Se comprobará el correcto funcionamiento de la tubería hormigonera antes de empezar a vaciar
- El camión mezclador deberá tener las respectivas certificaciones de calidad y buen funcionamiento correspondientes
- Se prohíbe transitar sobre los encofrados
- Se dispondrá siempre de señalización correspondiente y accesos seguros con un mínimo de 60 centímetros de ancho

Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas que se deberán realizar en la obra comprenden desde el transformador, hasta las instalaciones de puntos de tomacorriente, incluyendo las tomas de poder para la conexión de máquinas y bombas desde la red eléctrica. En el presente proyecto no se tratará más a fondo dichas instalaciones eléctricas.

Riesgos posibles

- Los principales riesgos que podrían suceder son los relacionados a la descarga eléctrica de un operario

Normas preventivas

- El operario deberá hacer uso de su equipo de protección personal
- No se permitirá realizar instalaciones eléctricas en presencia de agua
- No se permitirá realizar instalaciones eléctricas en presencia de lluvia, a menos que se cuente con un sistema de protección de lluvia
- Las mangueras eléctricas deberán tener señalización y no deberán cruzar un espacio de desplazamiento, a menos que tengan la correspondiente protección.
- Se deberá tener siempre señalización de “peligro electricidad” ubicadas en las zonas previstas y se tendrá siempre muestras para sustituir al deterioro
- Los cuadros de distribución o conexión eléctrica no se ubicarán en lugares inapropiados, tales como mesetas de las escaleras, junto al borde de forjados, etcétera

Riesgos de la maquinaria y medios auxiliares

Pala cargadora

Riesgos posibles

- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario

Normas preventivas

- Señalización del área en que la maquinaria trabajara
- El operario ni ningún personal deberá estar en los puntos ciegos de la maquina o detrás de ella
- Para subir o bajar de la pala cargadora se deberá tener un acceso y la maquinaria deberá estar parada y apagada
- La maquinaria deberá estar apagada cuando se realice alguna modificación o mantenimiento de la maquinaria

- La cuchara deberá estar apoyada en el suelo cuando se realice mantenimiento o alguna modificación en la maquinaria
- La batería se deberá manipular con equipo de protección de manos
- No quitar los frenos de la máquina cuando se este realizando algún tipo de cambio
- La pala cargadora deberá tener protección antivuelco
- La pala cargadora debe siempre llevar un botiquín de primeros auxilios
- Se prohíbe subir o bajar de la pala en pleno movimiento
- Se deberá vigilar siempre la presión de las llantas de la pala, así como las cocadas de los neumáticos

Retroexcavadora

Riesgos posibles

- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario

Normas preventivas

- Señalización del área en que la maquinaria trabajara
- El operario ni ningún personal deberá estar en los puntos ciegos de la maquina o detrás de ella
- Para subir o bajar de la retroexcavadora cargadora se deberá tener un acceso y la maquinaria deberá estar parada y apagada
- La maquinaria deberá estar apagada cuando se realice alguna modificación o mantenimiento de la maquinaria
- La cuchara deberá estar apoyada en el suelo cuando se realice mantenimiento o alguna modificación en la maquinaria
- La batería se deberá manipular con equipo de protección de manos
- No quitar los frenos de la máquina cuando se esté realizando algún tipo de cambio
- La retroexcavadora deberá tener protección antivuelco
- La retroexcavadora debe siempre llevar un botiquín de primeros auxilios
- Se prohíbe subir o bajar de la pala en pleno movimiento
- Se deberá vigilar siempre la presión de las llantas de la retroexcavadora, así como las cocadas de los neumáticos
- Tener precaución al manipular los aceites del sistema hidráulico, ya que pueden ser inflamables
- El operario deberá abrocharse el cinturón y ajustar el asiento y los mandos antes de iniciar la marcha de la retroexcavadora
- Se prohíbe el transporte de personas u objetos en la retroexcavadora
- El operario no podrá cargar pesos excesivos a los que indica el fabricante de la máquina

- No se podrá realizar otro trabajo paralelo al que realiza la retroexcavadora en las trincheras

Bulldozer

Riesgos posibles

- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario

Normas preventivas

- Señalización del área en que la maquinaria trabajara
- El operario ni ningún personal deberá estar en los puntos ciegos de la maquina o detrás de ella
- Para subir o bajar del bulldozer se deberá tener un acceso y la maquinaria deberá estar parada y apagada
- La maquinaria deberá estar apagada cuando se realice alguna modificación o mantenimiento de la maquinaria
- La cuchara deberá estar apoyada en el suelo cuando se realice mantenimiento o alguna modificación en la maquinaria
- La batería se deberá manipular con equipo de protección de manos
- No quitar los frenos de la máquina cuando se esté realizando algún tipo de cambio
- El bulldozer deberá tener protección antivuelco
- El bulldozer debe siempre llevar un botiquín de primeros auxilios
- Se prohíbe subir o bajar de la pala en pleno movimiento
- Se deberá vigilar siempre la presión de las llantas de la retroexcavadora, así como las cocadas de los neumáticos
- Tener precaución al manipular los aceites del sistema hidráulico, ya que pueden ser inflamables
- El operario deberá abrocharse el cinturón y ajustar el asiento y los mandos antes de iniciar la marcha del bulldozer
- Se prohíbe el transporte de personas u objetos en el bulldozer
- El operario no podrá cargar pesos excesivos a los que indica el fabricante de la máquina
- No se podrá realizar otro trabajo paralelo cerca al área de acción del bulldozer
- Antes de iniciar el trabajo del bulldozer, los trabajadores deberán comprobar que la zona de trabajo no tenga terrenos o algún objeto, como árboles, que sean inestables

Rodillo compactador

Riesgos posibles

- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario

Normas preventivas

- Los operarios deberán tener una certificación técnica que acredite el conocimiento suficiente para manejar la maquinaria
- Los operarios recibirán capacitación permanente acerca de los riesgos y medidas preventivas
- Señalización del área en que la maquinaria trabajara
- El operario ni ningún personal deberá estar en los puntos ciegos de la maquina o detrás de ella
- Para subir o bajar del rodillo se deberá tener un acceso y la maquinaria deberá estar parada y apagada
- La maquinaria deberá estar apagada cuando se realice alguna modificación o mantenimiento de la maquinaria
- La batería se deberá manipular con equipo de protección de manos
- No quitar los frenos de la máquina cuando se esté realizando algún tipo de cambio
- El rodillo deberá tener protección antivuelco
- El rodillo debe siempre llevar un botiquín de primeros auxilios
- Se prohíbe subir o bajar del rodillo en pleno movimiento
- Se deberá vigilar siempre la presión de las llantas del rodillo, así como las cocadas de los neumáticos
- Tener precaución al manipular los aceites del sistema hidráulico, ya que pueden ser inflamables
- El operario deberá abrocharse el cinturón y ajustar el asiento y los mandos antes de iniciar la marcha del rodillo
- Se prohíbe el transporte de personas u objetos en el rodillo
- No se podrá realizar otro trabajo paralelo cerca al área de acción del rodillo
- Antes de iniciar el trabajo del rodillo, los trabajadores deberán comprobar que la zona de trabajo no tenga terrenos o algún objeto, como árboles, que sean inestables
- El maquinista deberá comprobar siempre que la zona de accionamiento estará despejada

Camión de transporte

Riesgos posibles

- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario

Normas preventivas

- El operario deberá accionar el freno de mano cuando se esté llenando la tolva del camión
- Señalización del área en que la maquinaria trabajara
- El operario ni ningún personal deberá estar en los puntos ciegos de la maquina o detrás de ella
- Para subir o bajar del camión se deberá tener un acceso y la maquinaria deberá estar parada y apagada
- La maquinaria deberá estar apagada cuando se realice alguna modificación o mantenimiento de la maquinaria
- La tolva deberá estar apoyada en el camión cuando se realice mantenimiento o alguna modificación en la maquinaria
- La batería se deberá manipular con equipo de protección de manos
- No quitar los frenos de mano de la máquina cuando se esté realizando algún tipo de cambio
- El camión debe siempre llevar un botiquín de primeros auxilios
- Se prohíbe subir o bajar del camión en pleno movimiento
- Se deberá vigilar siempre la presión de las llantas del camión, así como las cocadas de los neumáticos
- Tener precaución al manipular los aceites del sistema hidráulico, ya que pueden ser inflamables
- El operario deberá abrocharse el cinturón y ajustar el asiento y los mandos antes de iniciar la marcha del camión
- Se prohíbe el transporte de personas u objetos en el camión
- El operario no podrá cargar pesos excesivos a los que indica el fabricante de la máquina
- No se podrá realizar otro trabajo paralelo cerca al área de acción del camión, a excepción de la retroexcavadora que llena la tolva del camión
- Antes de iniciar el trabajo del camión, los trabajadores deberán comprobar que la zona de trabajo no tenga terrenos o algún objeto, como árboles, que sean inestables

Camión hormigonero

Riesgos posibles

- Accidentes producto del tráfico durante el traslado del material
- Vuelco del camión
- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario
- Dermatitis generada por el contacto piel hormigón

Normas preventivas

- La señalización de la zona por la cual maniobra el camión hormigonero, así como el operario que señala y autoriza las acciones del camión
- El recorrido del camión hormigonero dentro de la obra se realizará solo por los caminos provisionales para camiones
- El acceso del camión hormigonero al terreno de la EDAR se realizará por los caminos provisionales para camiones de acceso
- Las operaciones de vertido y bombeo de hormigón se realizarán bajo las mismas normas preventivas del anexo de Seguridad y Salud en los apartados de manipulación de hormigón y acero, así como en el apartado de encofrado
- Los operarios deberán verificar que no se encuentren personas en los puntos muertos y detrás del camión cuando se inicie la marcha

Camión grúa

Riesgos posibles

- Vuelco de la grúa
- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario
- Caída de material elevado por grúa

Normas preventivas

- Señalización del área de trabajo de la grúa cuando se ubique esta en la posición definitiva de trabajo
- Se revisará el correcto anclaje a la tierra mediante los gatos estabilizadores

- La grúa deberá tener el suficiente contrapeso de bloques de hormigón, según la carga máxima que se vaya a levantar
- Se deberá contar con mínimo dos operarios de la grúa: uno dentro de la grúa para operar la máquina, y otro para indicar por radio las acciones de tener en cuenta
- Se prohíbe levantar cargas mayores a las establecidas
- Se prohíbe arrastrar o remolcar camiones
- Se tratará de evitar las oscilaciones o balanceo elevadas de los objetos a levantar o las cargas
- Los operarios deberán contar con la respectiva certificación y deberán tener un mínimo de experiencia trabajando con grúas
- Se evitará, en lo posible, que el brazo de la grúa esté por encima de personas u objetos importantes
- El operario no podrá abandonar la grúa cuando tiene suspendida una carga
- El señalador deberá siempre usar vestimenta reflectiva

Bomba de hormigón

Riesgos posibles

- Accidentes producto del tráfico durante el traslado del material
- Vuelco del camión
- Atropello
- Vibraciones sobre terrenos inestables
- Golpes
- Caída de personal de la maquinaria
- Quemaduras durante el mantenimiento de la máquina
- Desplome de taludes en la excavación
- Choque con otros vehículos cercanos o con determinada instalación
- Máquina sin frenos o fuera de control por falta de operario
- Dermatitis generada por el contacto piel hormigón

Normas preventivas

- La señalización de la zona por la cual maniobra el camión hormigonero, así como el operario que señala y autoriza las acciones del camión
- El recorrido del camión hormigonero dentro de la obra se realizará solo por los caminos provisionales para camiones
- El acceso del camión hormigonero al terreno de la EDAR se realizará por los caminos provisionales para camiones de acceso
- Las operaciones de vertido y bombeo de hormigón se realizarán bajo las mismas normas preventivas del anexo de Seguridad y Salud en los apartados de manipulación de hormigón y acero, así como en el apartado de encofrado
- Los operarios deberán verificar que no se encuentren personas en los puntos muertos y detrás del camión cuando se inicie la marcha
- Las bombas deberán tener su respectiva revisión técnica, así como su certificado de calidad correspondiente
- La bomba deberá ubicarse sobre un soporte horizontal fijo y estable

- La bomba de hormigón solo se podrá utilizar con los áridos indicados bajo el fabricante

Compresor

Riesgos posibles

- Aplastamiento
- Vuelco
- Atrapamiento de personal operario
- Rotura de la manguera de presión
- Emanación de gases tóxicos

Normas preventivas

- El compresor deberá estar en una zona señalada con una distancia mínima de 2 metros de los demás equipos
- El compresor deberá estar ubicado en una plataforma fija y horizontal
- El compresor deberá tener la característica de “silenciosos” para evitar la contaminación sonora
- Las operaciones de mantenimiento y provisionamiento de aceites o combustibles se realizarán cuando la máquina este desenchufada de la fuente de poder
- Las mangueras, conectadas al compresor, deberán siempre estar en buen estado

Soldadura

Riesgos posibles

- Caídas de personas a una altura considerable
- Atrapamientos en huecos de zanjas o encofrados
- Colapso o derrumbe la estructura metálica
- Quemaduras
- Peligro eléctrico
- Heridas en los ojos a causa de la soldadura
- Riesgos en el pie por materiales punzocortantes en el suelo

Normas preventivas

- Se deberá tener mucho orden en el área de trabajo, así como limpieza de residuos de las soldaduras
- El personal que soldará deberá siempre tener su equipo de protección personal, así como una protección especial para las manos
- El personal que soldará deberá siempre contar con protección hacia los ojos y la cara
- El personal no deberá mirar directamente al arco voltaico que se genera en plena soldadura
- El encargado de seguridad siempre velará por la correcta ventilación del área de trabajo de los soldadores, ya que se produce humos tóxicos y peligrosos

- Deberá tener un soporte para dejar la pinza cuando el operario no está trabajando, ya que puede haber accidentes de quemado de piel
- Se deberá desconectar el equipo cada vez que se haya una pausa de larga duración
- El soldador deberá contar con la suficiente capacitación y estar acreditado para tal fin
- Se suspenderán los trabajos de soldadura bajo condiciones meteorológicas complicadas, en especial de lluvia
- La zona de trabajo no deberá tener zonas húmedas o pisos mojados conductores de la electricidad

Taladro

Riesgos posibles

- Riesgo eléctrico
- Atrapamiento en zanjas o encofrados
- Cortes o perforación de la mano
- Golpes en el cuerpo

Normas preventivas

- Se deberá contar con una señalización de la zona de trabajo
- La zona de trabajo deberá estar siempre limpia
- El operario deberá apoyar el objeto a taladrar en una superficie fija o robusta para evitar deslizamientos del objeto
- Escoger siempre la broca a taladrar dependiendo del objeto a taladrar, así como el tamaño y grosor de la broca
- El operario deberá desconectar el taladro cuando vaya a realizar una pausa prolongada
- El operario no manipulará la broca en el aire, este esperará a tener apoyado la broca en el objeto a taladrar para empezar
- Se deberá contar con un soporte en el cual dejar el taladro cuando no se esté utilizando
- El operario deberá siempre llevar protección de manos
- El operario deberá llevar puesto el equipo de protección personal

Andamios metálicos

Riesgos posibles

- Caídas a alturas considerables
- Atrapamientos
- Caídas de objetos de alturas considerables
- Caída del andamio

Normas preventivas

- Los andamios se asentarán en superficies compactadas en el caso que sea sobre terreno

- Los andamios se asentarán en superficies horizontales
- Ningún personal podrá subirse a los andamios si no se ha arriostrado correctamente los andamios y se haya revisado la estabilidad de los mismos
- Los tornillos y mordazas deberán estar ajustados
- La plataforma a colocar deberá estar correctamente atornillada a los andamios
- Los andamios se montarán a máximo una distancia de 30 centímetros del paramento vertical en el cual se trabajará
- Los objetos apoyados en las plataformas deberán estar correctamente anclados a la plataforma
- Se deberá suspender el trabajo en andamios bajo condiciones de viento intenso mayores a 60 km/h y cuando la altura sea mayor de 5 metros, a excepción de que se prevea la seguridad de los trabajadores y andamios
- Los operarios que trabajan en altura deberán tener arneses anclados al paramento vertical en el cual se está trabajando
- Se prohíbe realizar algún tipo de preparamiento o mezcla de materiales. Todos estos ya deberán estar listos para ser aplicados de forma directa

Escaleras

Riesgos posibles

- Caída de alturas considerables
- Golpes contra objetos
- Caída de objetos

Normas preventivas

- Las escaleras deberán apoyarse sobre superficies estables y horizontales
- Las escaleras de madera deberán tener la suficiente inclinación y estar apoyada sobre superficies rugosas verticales
- Los largueros y peldaños (travesaños) deberán estar en correcto funcionamiento
- Los peldaños deberán tener la suficiente rugosidad
- Las escaleras metálicas deberán estar pintadas con pintura anticorrosiva, y en el caso de que la escalera esté corroída, se procederá a remplazar la escalera
- Las escaleras de madera deberán estar dotadas con una cadena de seguridad que agarre los dos largueros a la altura de la mitad
- Las escaleras de tijera no se utilizarán para sustentar plataformas de trabajo
- El personal no podrá transportar pesos superiores a 25 kilos por la escalera

Equipo de protección personal

Los equipos de protección personal varían dependiendo de la función que realice el operario o trabajador. En este apartado se desarrollará el presupuesto del equipamiento básico que todo trabajador en obra debe tener, además se mencionará equipo de protección personal especializados para determinadas partidas.

Según el Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo los equipos de protección personal comprenden en:

PROTECTORES DE LA CABEZA

- Cascos de seguridad (obras públicas y construcción, minas e industrias diversas)
- Cascos de protección contra choques e impactos
- Prendas de protección para la cabeza (gorros, gorras, sombreros, etc., de tejido, de tejido recubierto, etc.)
- Cascos para usos especiales (fuego, productos químicos, etc.).

PROTECTORES DEL OÍDO

- Protectores auditivos tipo “tapones”
- Protectores auditivos desechables o reutilizables
- Protectores auditivos tipo “orejeras”, con arnés de cabeza, bajo la barbilla o la nuca
- Cascos antirruido
- Protectores auditivos acoplables a los cascos de protección para la industria.
- Protectores auditivos dependientes del nivel
- Protectores auditivos con aparatos de intercomunicación.

PROTECTORES DE LOS OJOS Y DE LA CARA

- Gafas de montura “universal”
- Gafas de montura “integral” (uni o biocular).
- Gafas de montura “cazoletas”
- Pantallas faciales
- Pantallas para soldadura (de mano, de cabeza, acoplables a casco de protección para la industria).

PROTECCIÓN DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS

- Equipos filtrantes de partículas (molestas, nocivas, tóxicas o radiactivas).
- Equipos filtrantes frente a gases y vapores.
- Equipos filtrantes mixtos
- Equipos aislantes de aire libre
- Equipos aislantes con suministro de aire
- Equipos respiratorios con casco o pantalla para soldadura
- Equipos respiratorios con máscara amovible para soldadura
- Equipos de submarinismo.

PROTECTORES DE MANOS Y BRAZOS

- Guantes contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, vibraciones).

- Guantes contra las agresiones químicas
- Guantes contra las agresiones de origen eléctrico
- Guantes contra las agresiones de origen térmico
- Manoplas
- Manguitos y mangas.

PROTECTORES DE PIES Y PIERNAS

- Calzado de seguridad
- Calzado de protección
- Calzado de trabajo
- Calzado y cubrecalzado de protección contra el calor
- Calzado y cubrecalzado de protección contra el frío
- Calzado frente a la electricidad
- Calzado de protección contra las motosierras
- Protectores amovibles del empeine
- Polainas
- Suelas amovibles (antitérmicas, antiperforación o antitranspiración).
- Rodilleras.

PROTECTORES DE LA PIEL

- Cremas de protección y pomadas.

PROTECTORES DEL TRONCO Y EL ABDOMEN

- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes, proyecciones de metales en fusión)
- Chalecos, chaquetas y mandiles de protección contra las agresiones químicas.
- Chalecos termógenos
- Chalecos salvavidas
- Mandiles de protección contra los rayos X
- Cinturones de sujeción del tronco
- Fajas y cinturones antivibraciones.

PROTECCIÓN TOTAL DEL CUERPO

- Equipos de protección contra las caídas de altura
- Dispositivos anticaídas deslizantes
- Arneses
- Cinturones de sujeción
- Dispositivos anticaídas con amortiguador
- Ropa de protección
- Ropa de protección contra las agresiones mecánicas (perforaciones, cortes)
- Ropa de protección contra las agresiones químicas
- Ropa de protección contra las proyecciones de metales en fusión y las radiaciones infrarrojas
- Ropa de protección contra fuentes de calor intenso o estrés térmico
- Ropa de protección contra bajas temperaturas
- Ropa de protección contra la contaminación radiactiva

- Ropa antipolvo
- Ropa antigás
- Ropa y accesorios (brazaletes, guantes) de señalización (retroreflectantes, fluorescentes).



Instalaciones, formación y provisionamiento

Instalaciones provisionales

Dentro del cumplimiento de un estudio de seguridad y salud, se dispondrá de instalaciones provisionales que satisfagan la necesidad de alimento e higiene de los trabajadores en obra. Estos espacios deberán dimensionarse conforme el número de trabajadores que se tendrá en la obra, además con los ratios sugeridos por norma. Estos son:

- Caseta de aseos: inodoros aislados con puerta, lavados y duchas con su respectiva privacidad y agua caliente. Se instalará una ducha por cada 10 trabajadores, como mínimo.
- Caseta para vestuarios: espacios con puerta de privacidad y taquillas para guardar objetos de los trabajadores. La superficie deberá ser, por lo menos, de dos metros cuadrados por cada operario
- Comedor provisional: mesas y sillas que no se encuentren bajo el sol

Formación de seguridad y salud

Dentro de la obra se encargará un jefe de seguridad que certifique el cumplimiento del presente anexo de seguridad y salud en la obra. Además, este se encargará de realizar charlas diarias acerca de los riesgos y consecuencias de los accidentes, así como de las normas preventivas.

Botiquines

En obra se deberá asegurar un espacio para colocar botiquines generales, aparte de los botiquines que se podría encontrar en el bulldozer, retroexcavadora, entre otras maquinarias. Aquellos botiquines generales deberán contener material médico para atender un accidente o emergencia, detener sangrado, así como estabilizar al accidentado hasta que llegue una ambulancia en caso de accidentes graves. El botiquín deberá estar situado en una zona visible, accesible y protegido de las lluvias. El contenido del botiquín deberá ser el siguiente:

- Agua oxigenada
- Alcohol
- Tintura de yodo
- Agujas inyectables
- Gasas esterilizadas
- Vendas
- Agua de azahar
- Analgésicos
- Medicamentos para la piel, ojos y estomago
- Anestésicos locales
- Guantes esterilizados
- Tijeras y pizas
- Abrebocas
- tónico cardíaco de urgencia

- cuerda para hacer torniquete
- pastillas para el dolor



PRESUPUESTO

Para el presupuesto de la implantación del plan de seguridad y salud del presente anexo, se tendrá en cuenta precios conforme al mercado de la Comunidad de Aragón. Se considera que en el proyecto se contarán con un promedio de 15 trabajadores en horario jornal normal. Además, se realizó un estimado de la cantidad de elementos de señalización en función del área de trabajo y comparando con proyectos similares. Finalmente, las instalaciones, botiquines y extintores se provisionarán conforme a normativa.

| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio / ud | Importe |
|------------------------------|---|----------|----------|----------------|---------|
| Protección individual | | | | | |
| Casco | | und | 15 | 1.07 | 16.05 |
| Arneses | Sistemas anticaídas | und | 15 | 93.44 | 1401.6 |
| Gafas | Protección ocular | und | 15 | 3.17 | 47.55 |
| Guantes | Protección de manos | und | 15 | 4.1 | 61.5 |
| Guantes | Protección de soldadores | und | 15 | 2.76 | 41.4 |
| Calzado | Calzado de seguridad punta de acero | und | 15 | 25.12 | 376.8 |
| Ropa | Ropa de protección reflectiva | und | 15 | 9.99 | 149.85 |
| Ropa | Popa de protección para trabajos expuestos al frío o lluvia | und | 15 | 6.99 | 104.85 |
| Mascarilla | Mascarilla | und | 15 | 51.91 | 778.65 |

| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio / ud | Importe |
|-----------------------------|--|----------|----------|----------------|---------|
| Protección colectiva | | | | | |
| Vallado perimetral | Vallado de limitación de excavaciones abiertas | metro | 500 | 2.83 | 1415 |
| Tapón de plástico | Tapón de plástico para protección de extremos descubiertos de armadura | und | 1000 | 0.22 | 220 |
| Tapas de arqueta | Tapas de protección para arquetas abiertas | und | 20 | 11.02 | 220.4 |
| Barandillas de seguridad | Barandillas de seguridad para protección de bordes | metro | 200 | 11.32 | 2264 |
| Pasarela de protección | Pasarela de protección de paso de peatones | und | 10 | 180.4 | 1804 |

| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio / ud | Importe |
|---------------------------------|--|----------|----------|----------------|---------|
| Señalización provisional | | | | | |
| señalización de chapa | Señalización de chapa de acero galvanizado triangular | und | 8 | 65.18 | 521.44 |
| Señalización provisional | Señalización de chapa de acero retrorreflectiva | und | 8 | 22.71 | 181.68 |
| Cinta de señalización | Cinta de señalización con soportes hincados al terreno | metro | 500 | 2.72 | 1360 |
| Barrea de seguridad | Barrera metálica de seguridad | und | 200 | 20.73 | 4146 |

| | | | | | |
|--------------|--|-------|------|-------|--------|
| Cono | Cono | und | 150 | 24.45 | 3667.5 |
| Valla móvil | Valla móvil | metro | 800 | 2.97 | 2376 |
| Tubo naranja | Tubo naranja reflejante con los respectivos apoyos | metro | 1000 | 2.01 | 2010 |

| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio und | Importe |
|---|---|----------|----------|------------|---------|
| Instalaciones de higiene y salud | | | | | |
| Alquiler caseta | Alquiler caseta prefabricada para vestuario hombres | und | 18 | 200.53 | 3609.5 |
| Alquiler caseta | Alquiler caseta prefabricada para vestuario mujeres | und | 18 | 200.53 | 3609.5 |
| Alquiler caseta | Alquiler caseta prefabricada para comedor | und | 18 | 269.53 | 4851.5 |
| Alquiler aseo | Alquiler de aseos provisionales | und | 18 | 138.33 | 2489.9 |
| Accesorios | Accesorios para caseta de vestuario | und | 5 | 144.36 | 721.8 |
| Accesorios | Accesorios para caseta de comedor | und | 5 | 197.34 | 986.7 |
| Limpieza | Limpieza instalaciones de higiene y bienestar | horas | 140 | 16.04 | 2245.6 |

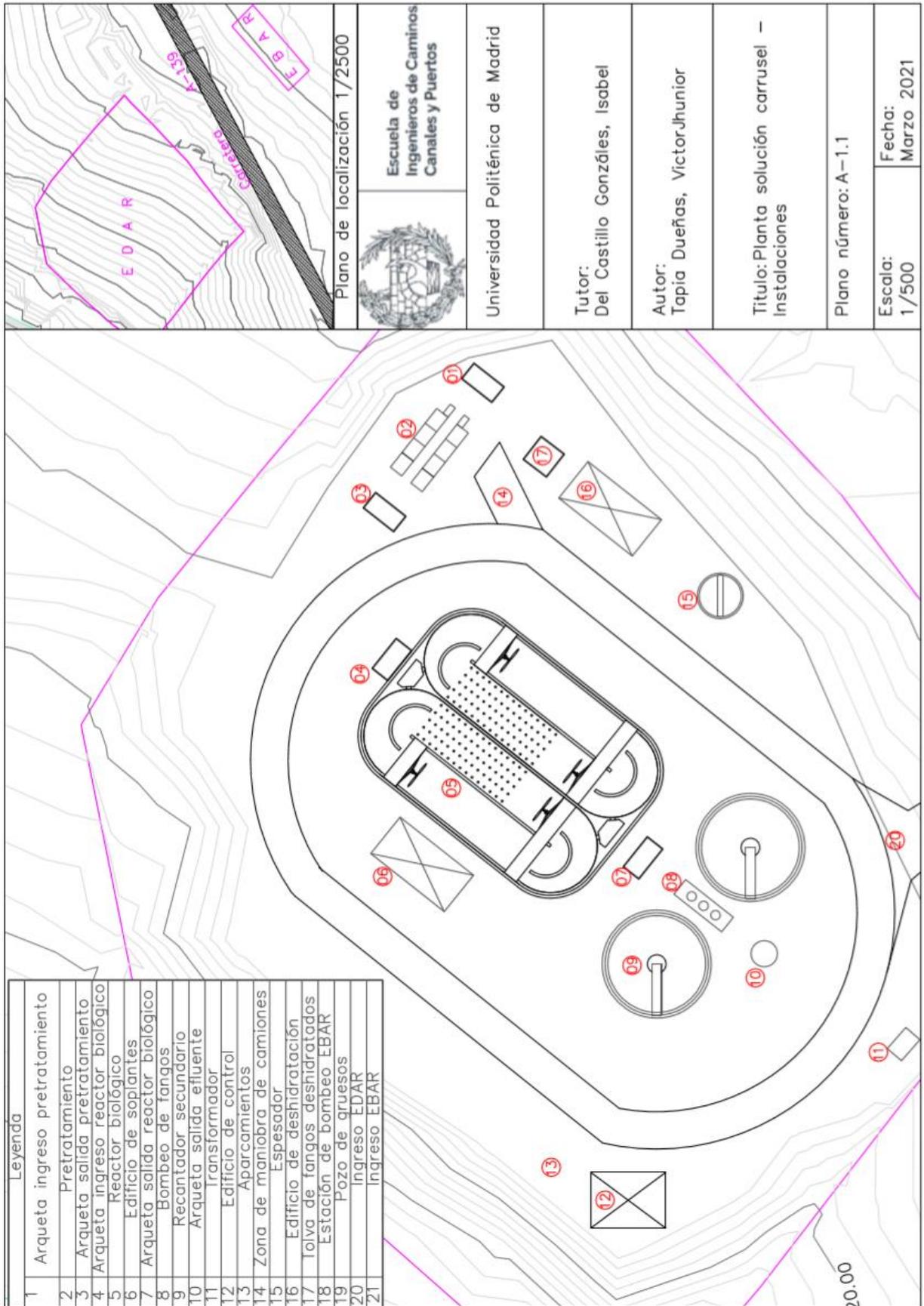
| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio / ud | Importe |
|-------------------|-------------|----------|----------|-------------|---------|
| Botiquines | | | | | |
| Botiquines | | und | 5 | 26.29 | 131.45 |
| Reposición | | und | 2 | 49.37 | 98.74 |

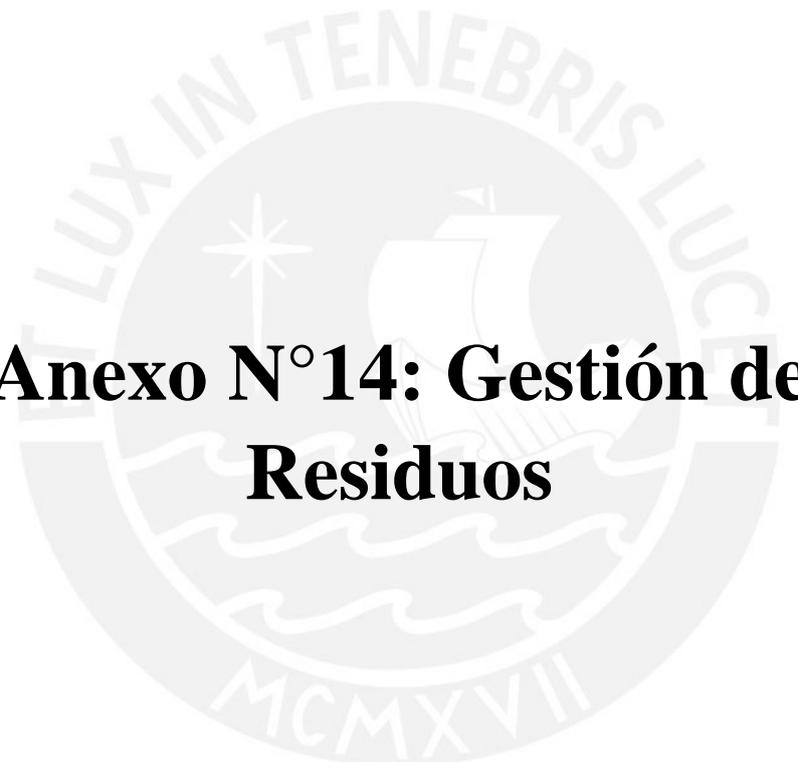
| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio / ud | Importe |
|---------------------------------|---|----------|----------|-------------|---------|
| Reuniones y capacitación | | | | | |
| Reuniones y capacitación | Reuniones de seguridad y salud | und | 18 | 21.54 | 387.72 |
| Capacitación | Capacitación y charlas de seguridad y salud | und | 18 | 127.73 | 2299.1 |

| Item | Descripción | Medición | Cantidad | Precio / ud | Importe |
|-------------------------------|---------------------------------------|----------|----------|-------------|---------|
| Extinción de incendios | | | | | |
| Extintor | Extintor de polvo ABC de 6 kg PR.INC. | und | 10 | 193.5 | 1935 |

| | |
|--------------|--------------|
| Total | 46531 |
|--------------|--------------|

Anexo 1

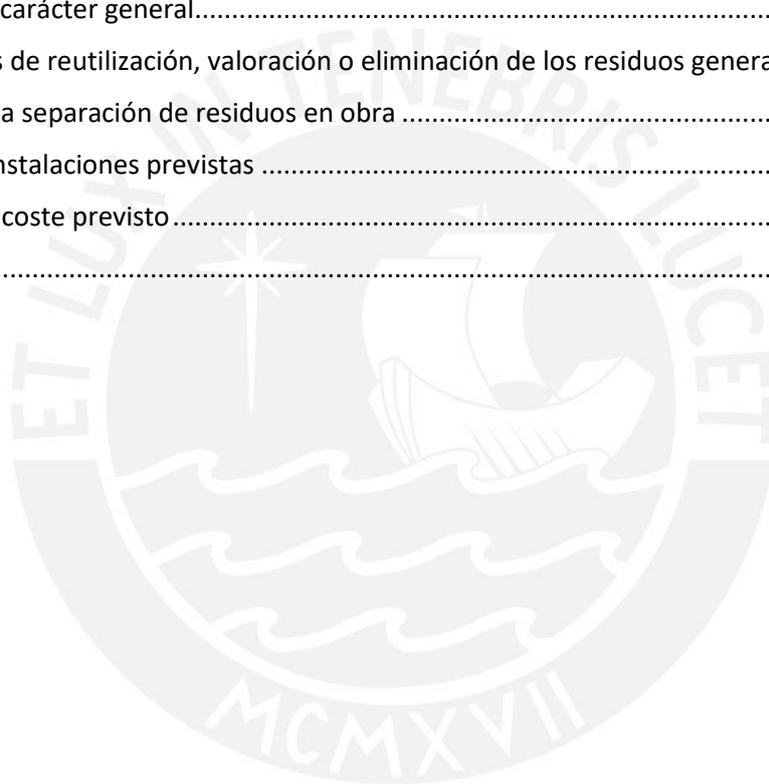




Anexo N°14: Gestión de Residuos

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| Introducción | 3 |
| Normativa..... | 4 |
| Características de la obra | 5 |
| Clasificación y descripción de los residuos..... | 6 |
| Estimación de los residuos generados en la construcción..... | 7 |
| Medidas de prevención de residuos | 9 |
| Medidas de carácter general..... | 9 |
| Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de los residuos generados en obra ... | 9 |
| Medidas para la separación de residuos en obra | 11 |
| Planos de las instalaciones previstas | 12 |
| Valoración del coste previsto | 12 |
| Anexo 1..... | 13 |



Introducción

La construcción civil es una actividad que genera una gran cantidad de residuos, tanto durante la construcción como en la etapa de explotación y la demolición posterior al cierre de la obra civil. Estos residuos generan un importante impacto ambiental cuando no se tiene un plan de gestión de residuos, por lo que en el presente anexo se desarrollará un Plan de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición, conforme lo dispuesto en el artículo 4 del Decreto 262/2006 de la Comunidad Autónoma de Aragón, aplicado al proyecto constructivo de la EDAR de Benasque.

El presente anexo tomó información e imágenes del Proyecto EDAR Benasque de Pablo Romero, debido a falta de información para realizar un correcto estudio de gestión de residuos.



Normativa

El Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD). Este decreto define como “residuo de construcción y demolición” a cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de “residuo” incluida en el artículo 3.a) de la Ley 10/1998, de 21 de abril, se genere en una obra de construcción o demolición. Así mismo, define los “residuos inertes” como aquello residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otros materiales con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana.

Las obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición, señaladas en el Artículo 4 del presente Real Decreto, son la inclusión, en el proyecto de ejecución de la obra, un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contará como mínimo con:

- Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generan en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.
- Las medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Las operaciones de reutilización, valoración o eliminación a que se destinarán los residuos que se generen en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra.
- Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación, y otras.
- Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición.

Características de la obra

El presente proyecto contempla la construcción de una estación de depuración de aguas residuales (EDAR) como necesidad de tratamiento de aguas residuales del municipio de Benasque, que actualmente vierte al río Ésera. Dicho proyecto viene siendo parte del Plan de Depuración del Pirineo, el cual es gestionado por el Gobierno de Aragón.

La EDAR tiene provisto cubrir una necesidad de depuración de 9000 habitantes equivalentes, con una tecnología de aeración prolongada con reactor tipo carrusel. El agua residual vendrá bombeada desde una estación de bombeo EBAR1 con un caudal de diseño, según los requerimientos de contaminación y caudales que indiquen el respectivo estudio. Finalmente se verterá el agua depurada en el río Ésera, bajo las condiciones de concentración de contaminantes exigidos por norma.

El agua bruta llega bombeada a la entrada del pretratamiento, el cual es un pretratamiento compacto. El agua residual entra por la brida del desbaste para pasar por un tamiz que separa el agua de las partículas sólidas. Estas a su vez son elevadas mediante un tornillo de Arquímedes hacia la parte más alta de la máquina para ser ahí compactadas y deshidratadas para ser almacenadas. El agua filtrada pasa a la siguiente cámara donde se le inyecta aire desde la base con el fin de que las burbujas de adhieran a los sólidos orgánicos y grasas, facilitando la flotación para luego ser retirados por una barredera superficial. En cuanto a las arenas que decantan, estas son conducidas por un tornillo sinfín horizontal hasta la entrada de un tornillo de Arquímedes que las va retirando hasta su almacenamiento.

El reactor biológico tendrá la función de degradar la materia orgánica, nitrificar, desnitrificar y eliminación de fósforo mediante adición de reactivos.

La línea de fango empieza a la salida del decantados secundario, en donde el caudal que no se recircula se trata de espesar en un espesador de gravedad con el fin de reducir su volumen del fango. Seguidamente se reducirá la cantidad de agua del fango mediante una deshidratación con centrifugas.

En cuanto a los principales elementos de la estación, se mencionan a continuación

línea de agua

- Arqueta de llegada/aliviadero
- Pretratamiento compacto
- Arqueta de salida del pretratamiento
- Arqueta de entrada al reactor biológico
- Reactor biológico tipo carrusel
- Arqueta de salida del reactor biológico
- Decantador secundario
- Pozo de emisario

línea de fangos

- Decantado secundario de fangos
- Bombeo de fangos
- Recirculación de fangos

- Espesamiento por gravedad
- Deshidratación del fango

Clasificación y descripción de los residuos

La Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, recoge todos los residuos de construcción y demolición generados en obra. Se debe clasificar los residuos en dos grupos:

RCD de nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación. Excepto las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.

RCD de nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

RCD Nivel I

| RCD: Tierras y pétreos de la excavación | |
|---|--|
| Código | Descripción |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 |

RCD Nivel II

| RCD: Naturaleza no pétreo | |
|---------------------------|--|
| Código | Descripción |
| 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 |
| 17 02 01 | Madera |
| 17 04 05 | Hierro y acero |
| 17 04 06 | Metales mezclados |
| 20 01 01 | Papel |
| 17 02 03 | Plástico |
| 17 02 02 | Vidrio |
| 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los códigos 17 08 01 |

| RCD: Naturaleza pétreo | |
|------------------------|---|
| Código | Descripción |
| 01 04 08 | Residuos de grava y toca triturada distintos de los mencionados en el código 01 04 07 |
| 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla |
| 17 01 01 | Hormigón |
| 17 01 02 | Ladrillos |
| 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos |
| 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos y materiales cerámicos distintas de las especificaciones en el código 17 01 06 |

| RCD: Potencialmente peligrosos y otros | |
|--|---|
| Código | Descripción |
| 20 02 01 | Residuos biodegradables |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales |
| 13 02 05 | Aceites usados (minerales no clorados de motor) |
| 20 01 21 | Tubos fluorescentes |
| 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminado |
| 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices |
| 15 01 11 | Aerosoles vacíos |

Estimación de los residuos generados en la construcción

La estimación de las cantidades es importante cuando se requiere realizar un Plan de Residuos de Construcción y Demolición, principalmente para plantear una estrategia para el reciclaje o de gestionar su reutilización. Sin embargo, resulta difícil conocer de manera exacta las cantidades de materiales que conforman este tipo de residuos, por lo que se realizará una estimación basada en los estudios realizados por la Comunidad de Madrid de la composición en peso de los RCDs que van a sus vertederos. La siguiente tabla muestra dicha composición en porcentaje de residuos nivel II:

| PRODUCTOS DE ORIGEN PÉTREO | 75% | |
|---------------------------------------|------|--------------|
| Ladrillos, azulejos y otros cerámicos | 54% | CER 17 01 00 |
| Hormigón | 12% | CER 17 01 00 |
| Piedra | 5% | |
| Arena, grava y otros áridos | 4% | |
| PRODUCTOS MIXTOS DE CONSTRUCCIÓN | 25% | |
| Madera | 4% | CER 17 02 01 |
| Vidrio | 0,5% | CER 17 02 02 |
| Plástico | 1,5% | CER 17 02 02 |
| Metales | 2,5% | CER 17 04 00 |
| Asfalto | 5% | CER 17 03 00 |
| Yeso | 0,2% | CER 17 01 00 |
| Papel | 0,3% | CER 17 07 00 |
| Basura | 7% | CER 17 07 00 |
| Otros | 4% | CER 17 07 00 |

El volumen total de residuos nivel II se puede estimar como un 2% de la superficie construida total. Con el volumen se puede conocer el peso total de dichos residuos sabiendo la densidad tipo (entre 1.5 y 0.5 tn/m³). Finalmente se tendrá los pesos y volumen de cada residuo utilizando la tabla anterior.

Supondremos que la superficie construida será de 10000 metros cuadrados

| Estimación de residuos | |
|---|-------------------------|
| Superficie Construida total | 10000,00 m ² |
| Volumen de residuos (S x 0,02) | 200,00 m ³ |
| Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m ³) | 1,10 Tn/m ³ |
| Toneladas de residuos | 220,00 Tn |

En el caso de los residuos nivel I se estimará que el volumen de tierra procedentes de la excavación será de 43000 metros cúbicos, también consideraremos una densidad tipo de 1.1 tn/m³. Con todo lo anterior, se tendrá las siguientes tablas que resume el volumen y peso de los residuos nivel I y nivel II.

| RCDs Nivel I | | | | |
|---|--|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| | | Tn | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RDC | | Toneladas de cada tipo de RDC | Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5) | m ³ Volumen de Residuos |
| 1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN | | | | |
| Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto | | 47300,00 | 1,10 | 43000,00 |

| RCDs Nivel II | | | | |
|--|--------------|-------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| | % | Tn | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RDC | % de peso | Toneladas de cada tipo de RDC | Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5) | m ³ Volumen de Residuos |
| RCD: Naturaleza no pétreo | | | | |
| 1. Asfalto | 0,050 | 11,00 | 1,30 | 8,46 |
| 2. Madera | 0,040 | 8,80 | 0,60 | 14,67 |
| 3. Metales | 0,025 | 5,50 | 1,50 | 3,67 |
| 4. Papel | 0,003 | 0,66 | 0,90 | 0,73 |
| 5. Plástico | 0,015 | 3,30 | 0,90 | 3,67 |
| 6. Vidrio | 0,005 | 1,10 | 1,50 | 0,73 |
| 7. Yeso | 0,002 | 0,44 | 1,20 | 0,37 |
| TOTAL estimación | 0,140 | 30,80 | | 32,29 |

| | | | | |
|---|--------------|---------------|------|---------------|
| RCD: Naturaleza pétreo | | | | |
| 1. Arena Grava y otros áridos | 0,040 | 8,80 | 1,50 | 5,87 |
| 2. Hormigón | 0,120 | 26,40 | 1,50 | 17,60 |
| 3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos | 0,540 | 118,80 | 1,50 | 79,20 |
| 4. Piedra | 0,050 | 11,00 | 1,50 | 7,33 |
| TOTAL estimación | 0,750 | 165,00 | | 110,00 |

| | | | | |
|---|--------------|--------------|------|---------------|
| RCD: Potencialmente peligrosos y otros | | | | |
| 1. Basuras | 0,800 | 176,00 | 0,90 | 195,56 |
| 2. Potencialmente peligrosos y otros | 0,030 | 6,60 | 0,50 | 13,20 |
| TOTAL estimación | 0,110 | 24,20 | | 208,76 |

Fuente: Proyecto de EDAR de Benasque

Medidas de prevención de residuos

Medidas de carácter general

El objetivo principal del presente plan es minimizar la generación de residuos durante la ejecución de las obras civiles en la EDAR Benasque. Para tal efecto, se tendrán en cuenta las siguientes medidas:

- Se dará prioridad al uso de materiales que prevengan de procesos de reciclado.
- Se dará prioridad al uso de materiales con la menor cantidad posible de material de embalaje.
- Durante la ejecución de la obra, se procederá a la reutilización de todos aquellos materiales y elementos que sean reutilizables, con el fin de generar una menor cantidad de elementos para eliminar y no generar un aprovisionamiento innecesario.
- Se humedecerá los pasos de camiones en el momento en que transiten estos. Esto con el fin de minimizar la generación de polvo durante los procesos de aprovisionamiento o cuando sea necesario el movimiento de camiones o maquinaria.
- La maquinaria que genere una importante cantidad de residuos peligrosos, por ejemplo, aceites de motor, por su antigüedad o mal funcionamiento, será reemplazada y no se permitirá su operación en la obra.
- Se priorizará el uso de energías renovables en las instalaciones de obra.
- Se utilizará materiales con mayor vida útil, en lo posible.

Cabe mencionar que se tratará de reutilizar todos los RCDs nivel I en la propia obra. El terreno excavado se utilizará para compensar el terreno de relleno con el fin de tener una superficie homogénea a una cota de 1115 metros sobre el nivel del mar. Se deberá tener en cuenta el esponjamiento del terreno excavado, así como la compactación del terreno de relleno.

Operaciones de reutilización, valoración o eliminación de los residuos generados en obra

El mayor porcentaje de residuos no peligrosos serán RCDs de nivel I producto de la excavación. Como se indicó líneas arriba, se priorizará la reutilización de los excedentes del terreno de excavación en el relleno. La cota del terreno propuesta para la EDAR se consideró justamente con el fin de que haya una compensación de terreno excavado y relleno. En caso de haber excedentes de terreno, se procederá a recubrir zonas aledañas, con el fin de no tener que transportar el terreno, ya que, de manera provisional, se supone que la cantidad de terreno sobrante no será un volumen importante.

Los residuos no peligrosos que no se puedan reutilizar, tales como basura, plásticos o restos de origen no pétreos, se procederán a retirar a un espacio de almacenamiento, para su posterior reciclado.

Los residuos contaminantes o peligrosos se tratarán con precaución y se retirarán de la obra, almacenándolo en contenedores especiales para dichos contaminantes, y estos contenedores deberán estar bajo techo y con un cobertor impermeabilizado, de tal manera que no signifiquen un riesgo para la salud o higiene de los trabajadores. El constructor se encargará de lo antes mencionado, para luego entregarlo al respectivo gestor de residuos

correspondiente. Este gestor deberá especificar, en el contrato de subcontratista, el respectivo tratamiento que se le dará a los residuos bajo la Directiva 91/689/CEE relativa a los residuos peligrosos.

La utilización de residuos inertes o de procedencia pétreo, podrán valorarse su reutilización, previa valoración y a criterio del constructor. Los residuos que no se vayan a reutilizar, deberán ser llevados a un vertedero autorizado.

En las siguientes tablas se puede observar el destino final de los residuos.

RCD Nivel I

| RCD: Tierras y pétreos de la excavación | | |
|---|--|---------------|
| Código | Descripción | Destino |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Reutilización |

RCD Nivel II

| RCD: Naturaleza no pétreo | | |
|---------------------------|--|-------------------------|
| Código | Descripción | Destino |
| 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del Código 17 03 01 | Planta de reciclaje RCD |
| 17 02 01 | Madera | Gestor autorizado RNP |
| 17 04 05 | Hierro y acero | Gestor autorizado RNP |
| 17 04 06 | Metales mezclados | Gestor autorizado RNP |
| 20 01 01 | Papel | Gestor autorizado RNP |
| 17 02 03 | Plástico | Gestor autorizado RNP |
| 17 02 02 | Vidrio | Gestor autorizado RNP |
| 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los códigos 17 08 01 | Gestor autorizado RNP |

| RCD: Naturaleza pétreo | | |
|------------------------|---|-------------------------|
| Código | Descripción | Destino |
| 01 04 08 | Residuos de grava y toca triturada distintos de los mencionados en el código 01 04 07 | Planta de reciclaje RCD |
| 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla | Planta de reciclaje RCD |
| 17 01 01 | Hormigón | Planta de reciclaje RCD |
| 17 01 02 | Ladrillos | Planta de reciclaje RCD |
| 17 01 03 | Tejas y materiales cerámicos | Planta de reciclaje RCD |

| | | |
|----------|---|-------------------------|
| 17 01 07 | Mezclas de hormigón, ladrillos y materiales cerámicos distintas de las especificaciones en el código 17 01 06 | Planta de reciclaje RCD |
|----------|---|-------------------------|

| RCD: Potencialmente peligrosos y otros | | |
|--|---|-------------------------|
| Código | Descripción | Destino |
| 20 02 01 | Residuos biodegradables | Planta de reciclaje RSU |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Planta de reciclaje RSU |
| 13 02 05 | Aceites usados (minerales no clorados de motor) | Gestor autorizado RP |
| 20 01 21 | Tubos fluorescentes | Gestor autorizado RP |
| 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminado | Gestor autorizado RP |
| 08 01 11 | Sobrantes de pintura o barnices | Gestor autorizado RP |
| 15 01 11 | Aerosoles vacíos | Gestor autorizado RP |

Donde:

- RCD: Residuo de construcción y demolición
- RNP: Residuo no peligroso
- RSU: Residuos sólidos urbanos
- RP: Residuo peligroso

Medidas para la separación de residuos en obra

En el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008 se indica las cantidades mínimas (en toneladas) de cada tipo de residuos a partir de los cuales se tienen que almacenar en fracciones.

| | |
|-----------------------------|-------|
| Hormigón | 80 T |
| Ladrillos, tejas, cerámicos | 40 T |
| Metales | 2 T |
| Madera | 1 T |
| Vidrio | 1 T |
| Plásticos | 0,5 T |
| Papel y cartón | 0,5 T |

Los residuos generados durante la fase de obras se almacenarán en los puntos limpios. Estos puntos limpios son áreas libres destinadas al almacenamiento temporal y selectivo de los residuos. Para la puesta en marcha de dichos puntos, bastará la señalización respectiva y la instalación de contenedores abiertos o cerrados según su necesidad. Los puntos limpios deberán tener las siguientes características.

- Accesible para todo el personal de obra.
- Señalización respectiva.
- Accesible para los camiones de transporte encargados de la retirada de los residuos.

- No estar ubicado en una zona que cause una interferencia en el normal desarrollo de las obras.
- No estar ubicado en una zona que interrumpa el funcionamiento de la maquinaria.

Residuos de separación obligatoria, según el artículo 5.5:

- Metal
- Madera
- Plástico
- Papel y cartón

Planos de las instalaciones previstas

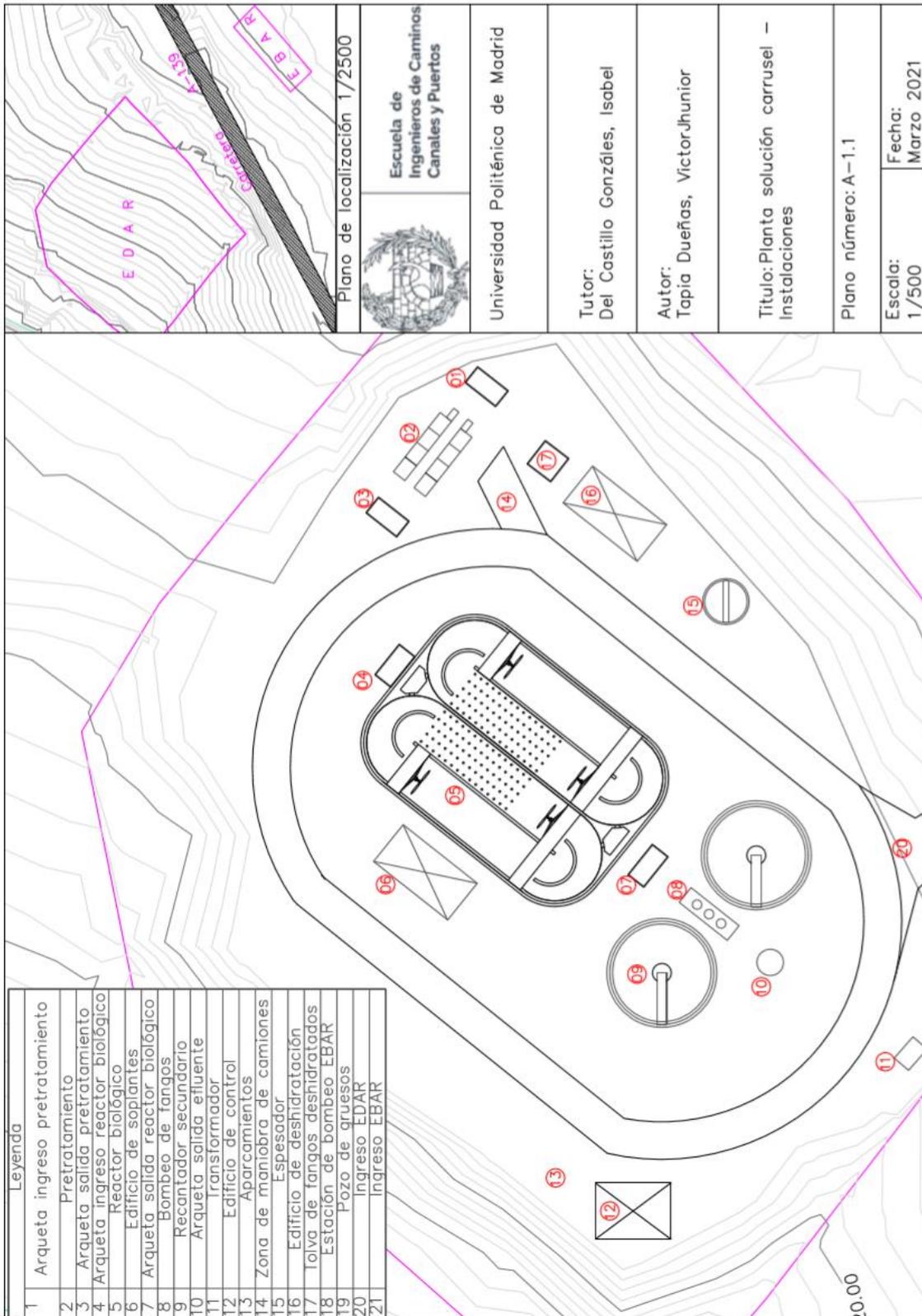
Los puntos limpios se ubicarán en la zona número 13 “aparcamientos” que se muestran en el plano mostrado en el anexo 1 del presente anexo.

Valoración del coste previsto

Se realiza una estimación de la gestión de residuos en base a precios de plantas, vertederos, gestores locales indicados en proyectos similares. Se considerará 500 euros como gasto fijo de costos no considerados en las clasificaciones de residuos.

| RCDs | Estimación tn | Precio (euros/Tn) | Importe (euros) |
|------------------------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| RCDs Nivel I | | | |
| Tierras y pétreos de la excavación | 47300 | 3.72 | 175956 |
| RCDs Nivel II | | | |
| RCDs Naturaleza pétreo | 165 | 7.54 | 1244.1 |
| RCDs Naturaleza no pétreo | 30.8 | 5.69 | 175.25 |
| RCDs Potencialmente peligrosos | 6.6 | 115.43 | 761.84 |
| Otras gestiones | | | 500 |
| Total | | | 178637.19 |

Anexo 1





Anexo N°15: Prescripciones Técnicas

Contenido

| | |
|--|----|
| 1. OBJETO..... | 4 |
| 2. DIRECTIVAS | 5 |
| 2.1 Directivas de la U.E. | 5 |
| 2.2 Legislación española | 6 |
| 2.3 Legislación Autonómica | 8 |
| 3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES..... | 10 |
| 3.1 Apartado 1: Descripción de la obra y normativa aplicable | 10 |
| 3.1.1 Bases de partida | 10 |
| 3.1.2 Línea de tratamiento proyectada | 11 |
| 3.1.3 Implantación general | 11 |
| 3.1.4 Línea piezométrica | 12 |
| 3.1.5 Descripción de las obras e instalaciones..... | 12 |
| 3.2 Apartado 2: Características de los materiales | 26 |
| 3.2.1 Movimiento de tierras | 26 |
| 3.2.2 Drenajes | 27 |
| 3.2.3 Firmes..... | 27 |
| 3.2.4 Obras de hormigón | 32 |
| 3.2.5 Estructuras metálicas | 36 |
| 3.2.6 Obras de edificación | 37 |
| 3.2.7 Tuberías, instalaciones y equipos | 39 |
| 3.2.8 Red de saneamiento | 39 |
| 3.2.9 Red de abastecimiento y riego | 40 |
| 3.2.10 Red de alumbrado | 40 |
| 3.2.11 Red de energía eléctrica | 41 |
| 3.2.12 Red de telefonía | 42 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.2.13 | Jardinería | 42 |
| 3.3 | Apartado 3: Ejecución de las obras | 45 |
| 3.3.1 | Movimiento de tierras | 45 |
| 3.3.2 | Obras de hormigón | 48 |
| 3.3.3 | Edificación | 56 |
| 3.4 | Apartado 4: Medición y abono de las obras | 58 |
| 3.4.1 | Prescripciones generales | 58 |
| 3.4.2 | Obras de movimientos de tierra..... | 59 |
| 3.4.3 | Obras de firmes y drenajes | 61 |
| 3.4.4 | Obras de conducción | 62 |
| 3.4.5 | Obras de hormigón en masa | 63 |
| 3.5 | Apartado 5: Disposiciones finales..... | 64 |
| 3.5.1 | Programa de trabajo..... | 64 |
| 3.5.2 | Replanteo previo de las obras | 64 |
| 3.5.3 | Disposiciones legales complementarias | 64 |
| 3.5.4 | Revisión de planos y medidas | 65 |
| 3.5.5 | Prescripciones generales para la ejecución de las obras | 65 |
| 3.5.6 | Ensayos y reconocimientos | 65 |
| 3.5.7 | Medidas de protección y limpieza | 65 |
| 3.5.8 | Prueba que debe efectuarse antes de recepción | 66 |
| 3.5.9 | Revisión de precios | 66 |
| 3.5.10 | Plazo de garantía | 67 |

1. OBJETO

El presente Pliego de Prescripciones Técnicas constituye el conjunto de especificaciones, prescripciones, criterios y normas que definen todos los requisitos técnicos de las obras que son objeto del Proyecto de construcción de la nueva EDAR de Benasque (Huesca). Se utilizó el formato de Prescripciones Técnicas proporcionado por la profesora Isabel del Castillo.

El contratista proporcionará al Director de Obra y a los representantes o delegados de éste toda clase de facilidades para los replanteos, reconocimientos, mediciones y pruebas de los materiales, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en este Pliego, permitiendo el acceso a todas las partes de la Obra e incluso a los talleres y fábricas donde se produzcan los materiales o se realicen los trabajos para las obras.



2. DIRECTIVAS

2.1 Directivas de la U.E.

- DIRECTIVA 75/440/CEE, relativa a la calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable en los Estados miembros.
- DIRECTIVA 76/160/CEE, relativa a la calidad de las aguas de baño.
- DIRECTIVA 78/659/CEE, relativa a la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces.
- DIRECTIVA 91/271/CEE, relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas (30.5.91).
- DIRECTIVA (MARCO) 76/464/CEE de 4/5/1976, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático de la Comunidad.
- DIRECTIVA 80/068/CEE, relativa a la protección de aguas subterráneas contra sustancias peligrosas.
- DIRECTIVA 96/61/CEE, relativa a la prevención y control integrado de la contaminación.
- DIRECTIVA 92/43/CEE, de 21 de mayo de 1992, relativa a la conservación de hábitats naturales y de fauna y flora silvestres.
- DIRECTIVA 98/83/CE del Consejo, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (DOCE núm.L330, de 5 de diciembre de 1998).
- DIRECTIVA 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de la actuación en el ámbito de la política de aguas. (DOCE 22-12-2000).
- DIRECTIVA 89/106/CEE sobre los productos de la construcción y desarrollo de Mercado CE de materiales y productos de la construcción.

2.2 Legislación española

- R.D.L. 3/2011, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de contratos del Sector Público.
- R.D. 1098/2001, de 12 de Octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.
- Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre, por el que se aprueba el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales para la contratación de Obras del Estado.
- R.D.L. 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- R.D.L. 11/1995, de 28 de diciembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas.
- R.D. 509/1996, de 15 de marzo, de desarrollo reglamentario del RDL 11/1995
- R.D. 927/88 de 29/7/1988, por el que aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas (Dir. 75/440/CEE, Dir. 76/160/CEE, Dir.78/659/CEE, Dir. 79/923/CEE, (BOE 31.8.1988).
- R.D. 606/2003, de 23.5.2003, por el que se modifica el R.D. 849/86 de 11.4.1986, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los títulos Preliminar, I, IV, V, VI, VII de la Ley de aguas (Dir.76/464/CEE), (BOE 30.4.1986).
- ORDEN de 11/5/1988, sobre características básicas que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de aguas potable. (Dir. 75/440/CEE), (BOE 24.5.1988).
- ORDEN de 15.10.1990, por la que se modifica la Orden de 11.5.1988, sobre características básicas que deben ser mantenidas en las corrientes de agua superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable, (Dir.75/440/CEE), (23.10.1990).
- R.D. 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, que desarrolla los Títulos preliminar, I, IV, V, VI y VIII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas.

- R.D. 1310/90 de 29.10.1990, por el que se regula la utilización de los lodos de depuración en el sector agrario, (Dir.86/278/CEE), (BOE 1.11.1990).
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental. (BOE 11/12/2013)
- Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación.
- Decreto 159/1994, de 14 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Ley de Actividades Clasificadas.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- R.D. 1627 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R.D. 1247/2008, de 18 de julio, por el que se aprueba la “Instrucción de hormigón estructural (EHE-08)”
- Norma UNE-EN 1992-1-1, Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón, Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación.
- AN/UNE-EN 1992-1-1, Anejo nacional de la norma UNE-EN 1992-1-1.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Saneamiento de Poblaciones, aprobado por O.M. de 15 de septiembre de 1986
- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones MIBT, Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002.
- R.D. 3275/1982 que aprueba el Reglamento sobre condiciones eléctricas y garantías de seguridad en centrales eléctricas y centros de transformación.
- Normas Básicas de la Edificación: de Condiciones térmicas NBE-CT-79 y acústicas NBE-CA-88.
- R.D. 2267/04, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales.
- R.D. 1942/93, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Norma Básica de la Edificación, NBE-AE/88 “Acciones en la Edificación”.
- Norma de Construcción Sismoresistente -NCSR-02. R.D. 997/2002.
- Normas Tecnológicas de la Edificación –NTE- .
- R.D. 314/2006, de 27 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

- R.D. 956/2008, de 6 de junio, por el que se aprueba la instrucción para la recepción de cementos (RC-08).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras (Ministerio de Fomento) aprobado por O.M. de 6 de febrero de 1976 (BOE de 7 de julio de 1976) (PG-3/75).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Real Decreto 1627/97 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- El Real Decreto 751/2011 de 27 de mayo, por el que se aprueba la “Instrucción de acero estructural (EAE)”
- Norma NBE CT 79. "Condiciones térmicas en los edificios".

2.3 Legislación Autonómica

- Plan de Hidrológico del Ebro
- Ley de Carreteras de la Comunidad de Aragón, 6/1993 de 5 de mayo
- Ley 11/2014, de 4 de diciembre, de Prevención y Protección Ambiental de Aragón
- DECRETO 1/2014, de 8 de julio, Por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Urbanismo de Aragón
- Decreto 262/2006, de 27 de diciembre, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el Reglamento de la producción, posesión y gestión de los residuos de la construcción y demolición
- Decreto Legislativo 1/2015, de 29 de julio, del Gobierno de Aragón, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Espacios Protegidos de Aragón

Asimismo, la entidad adjudicataria queda obligada a respetar y cumplir cuantas disposiciones vigentes guarden relación con las obras del Proyecto, con sus instalaciones complementarias o con los trabajos necesarios para realizarlas, así como lo referente a protección a la Industria Nacional y Leyes Sociales (Accidentes de Trabajo, Seguros de Enfermedad, Seguridad en el Trabajo, etc.).

Lo mencionado en el Pliego de Condiciones y omitido en los Planos o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese en ambos documentos. En caso de que exista

contradicción entre Planos y el presente Pliego de Condiciones, prevalecerá lo prescrito en este último, salvo criterio en contra del Director de la Obra.

Si alguna de las Prescripciones o Normas a la que se refieren los párrafos anteriores coincidieran de modo distinto, en algún concepto, se entenderá como válida la más restrictiva.



3. PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.1 Apartado 1: Descripción de la obra y normativa aplicable

3.1.1 Bases de partida

La EDAR de Benasque está diseñada para una capacidad de 9000 habitantes equivalentes.

Los caudales y características del agua residual en el dimensionamiento son las siguientes:

- Caudal medio de diseño: 2700 m³/d
- Caudal punta: 180 m³/h
- Caudal máximo: 281.25 m³/h

Las características del agua a tratar son las siguientes:

| Concentraciones de Vertido | | | | | | |
|----------------------------|------------|------------|-------------|----|------------------------|----------------------|
| | DBO (mg/l) | DQO (mg/l) | S.S. (mg/l) | pH | Nitrógeno Total (mg/l) | Fósforo Total (mg/l) |
| Actual | 200 | - | 150 | 7 | 50 | 5 |

| CARGAS DE DISEÑO | | | | | |
|-------------------|------------|------------|-------------|------------------------|----------------------|
| | DBO (kg/d) | DQO (kg/d) | S.S. (kg/d) | Nitrógeno Total (kg/d) | Fósforo Total (kg/d) |
| Actualidad | 540 | - | 405 | 135 | 13.5 |

Los parámetros de agua tratada que saldrá de la EDAR de Benasque una vez realizado el proceso de depuración serán los que se exponen a continuación:

| PARAMETRO | CONCENTRACIÓN (mg/l) | |
|-----------|----------------------|----------------|
| DBO5 | ≤ 25 | Reducción >90% |
| DQO | ≤ 125 | Reducción >75% |
| MES | ≤ 35 | Reducción >90% |
| N-TOTAL | ≤ 15 | Reducción >70% |
| P-TOTAL | ≤ 2 | Reducción >80% |

3.1.2 Línea de tratamiento proyectada

Línea de agua residual

El tratamiento del agua residual se lleva a cabo, en dos líneas iguales. La solución proyectada es capaz de tratar la totalidad del caudal medio de agua residual. Existe dos líneas, ambas líneas pueden operarse simultáneamente, aunque también es posible trabajar con una sola línea mientras se realizan tareas de mantenimiento o conservación en la otra. Esto es posible gracias a una compuerta dispuesta en la mitad del canal que recoge el agua que sale de cada una de las líneas de pretratamiento compacto.

Cada línea consta de los siguientes procesos unitarios:

- Llegada de agua bruta (arqueta de llegada)
- Pretratamiento compacto
- Arquetas de salidas del pretratamiento y entrada del reactor biológico
- Medida de caudal.
- Tratamiento Biológico

Lo anterior constará de:

- Reactor biológico (tipo carrusel)
- Decantador secundario
- Recirculación de fangos (externa)

Línea de fangos

El tratamiento de los fangos contará con los siguientes procesos y operaciones unitarias:

- Espesamiento de los fangos por gravedad.
- Deshidratación mediante centrífuga
- Almacenamiento y evacuación

3.1.3 Implantación general

La EDAR de Benasque está situada en el valle de Benasque junto al margen del río Ésera. Tiene una superficie de 5009.23 m² y se encuentra situada a la cota de 1015 metros sobre el nivel del mar.

3.1.4 Línea piezométrica

La línea piezométrica tiene como puntos límites la cota de restitución de agua al cauce, siendo esta 1113.96 m.

El nivel líquido en la obra de llegada para el caudal máximo aportado por el colector se sitúa en la cota 1117.097 m.

En el cuadro siguiente se muestra el nivel líquido de los distintos elementos que conforman la EDAR, así como las pérdidas de cargas parciales y totales.

| NIVEL DE AGUA | COTA (M) | PÉRDIDAS PARCIALES (M.C.A.) | PÉRDIDAS TOTALES (M.C.A.) |
|--|-----------------|------------------------------------|----------------------------------|
| Arqueta llegada del efluente | 1117.097 | 0 | 0 |
| Arqueta salida pretratamiento | 1116.401 | 0.696 | 0.696 |
| Arqueta entrada reactor biológico | 1116.31 | 0.091 | 0.787 |
| Reactor biológico | 1116.251 | 0.059 | 0.846 |
| Arqueta salida reactor biológico | 1115.916 | 0.335 | 1.181 |
| Decantador secundario | 1115.759 | 0.157 | 1.338 |
| Pozo de emisario | 1114 | 1.759 | 3.097 |
| Salida del efluente | 1113.96 | 0.04 | 3.137 |

3.1.5 Descripción de las obras e instalaciones

Adecuación del terreno, urbanización y jardinería

Movimiento de tierras

El movimiento de tierras se iniciará con un despeje total de la parcela afectada.

Las excavaciones de las diferentes instalaciones de los que consta la EDAR se realizarán hasta las cotas señaladas en los Planos.

La excavación de la totalidad de los materiales podrá considerarse como “Excavación de Tierras”.

Las excavaciones en la zona de la EDAR, debido a la baja compacidad de los materiales del nivel 1, no podrán ser subverticales, por ello se recomienda la realización de un muro pantalla empotrado en los materiales del nivel 2.

La última fase del movimiento general de tierras estará formada por rellenos localizados y terraplenado alrededor de los elementos y edificios hasta la cota de urbanización señalada.

Cimentaciones

En el Anexo nº5 Geología y Geotecnia de este Proyecto se describe el informe geotécnico. Contiene los suficientes reconocimientos y ensayos para establecer los criterios en cuanto a excavaciones y cimentaciones se refiere.

Así pues, las tipologías de cimentación pueden ser variables debido a que para este tipo de obras, se proyectan edificios de baja profundidad y depósitos de hormigón de distintas formas y tamaños. Estas profundidades pueden oscilar entre 1,0 y los 3 metros.

- **Nivel 0:**

Terreno no apto para realizar cimentaciones por lo que debe sustituirse. No presenta espesores muy grandes. Se considera un espesor de 0.4 metros a sustituir en la zona de la depuradora.

- **Nivel 1:**

En los distintos estudios realizados se calcula la carga admisible y se adopta un valor de 2 kg/cm² siempre del lado de la seguridad.

En este nivel también se calculó la carga admisible en torno a los 2 kg/cm². Aunque en el caso del estudio geotécnico de la depuradora se considera una carga menor de 1,50 kg/cm², para quedarnos del lado de la seguridad.

En conclusión, se adopta para el proyecto una carga admisible para cimentación de 1,50 kg/cm² pudiendo emplearse cimentaciones sobre cualquiera de los niveles 1. Los asientos resultantes al aplicar una carga de 2 kg/cm² sobre el terreno son algo superiores a los 2,0 cm.

Camino de acceso, viales, aceras, pasos peatonales

Se ha dispuesto de una vía principal de 6 metros de ancho que en la entrada de la EDAR se bifurca en dos direcciones. La primera de ellas se dirige hacia el edificio de control y el aparcamiento y la segunda de ella finaliza en el edificio de deshidratación, de soplantes y la tolva de recogida de fangos.

El firme en zonas de tránsito rodado estará formado por una base granular de 15 cm y una capa de rodadura de 5 cm de aglomerado asfáltico en frío.

El vial quedará limitado por un bordillo de hormigón prefabricado y un paseo peatonal a base de hormigón.

El edificio de control cuenta con una acera de baldosa hidráulica. Los diferentes elementos que forman la línea de agua se encuentran rodeados por un losado de piedra.

Se ha completado la red de viales con un aparcamiento para vehículos situado próximo al edificio de control, y amplias zonas de maniobra en las zonas de recogida de residuos y fangos.

Jardinería

Toda la parcela estará cubierta de una plantación de césped sobre tierra vegetal, cuidándose especialmente la jardinería en los puntos de especial interés, en los que se incluyen plantas y árboles típicos de la zona y otras especies de agradable efecto estético.

Línea eléctrica de alta tensión

La acometida eléctrica se realizará desde la red de alta tensión existente en la zona. Se realizará una instalación subterránea desde dicho apoyo hasta el centro de transformación ubicado en la parcela de la planta.

Red de agua potable

El abastecimiento de agua potable a la nueva EDAR se realizará desde la red de abastecimiento de Benasque.

Obra de llegada y by-pass general

La Obra de llegada, está adosada al canal de desbaste. En el frontal de la obra de llegada se sitúa un aliviadero y arqueta para realizar el by-pass parcial o general de las instalaciones.

Como colector de by-pass se instalará una tubería de H.A. de 500 mm de diámetro con vertido directo al río Ésera.

Pretratamiento compacto

La primera fase de la depuración de aguas residuales consiste en un pretratamiento mecánico de las mismas. En dicho pretratamiento se incluye:

- Eliminación de sólidos (desbaste o tamizado)
- Eliminación de la arena (desarenado)
- Eliminación de las sustancias grasas (desengrasado)

El uso de sistemas de pretratamiento compacto simplifica en gran medida las habituales instalaciones efectuadas en hormigón y resulta particularmente interesante en plantas con caudales pequeños y medianos, en los que será suficiente la ejecución de una losa de hormigón o unos soportes a la altura necesaria para su montaje.

La instalación del pretratamiento compacto consistirá en dos partes: Tornillo Tamiz Compactador (TTC) y Planta de Desarenado y Desengrasado (PDD).

Las aguas residuales se introducen desde la tubería a través de la brida de entrada al equipo. Los sólidos que contiene el líquido quedan atrapados en el tamiz y durante su extracción una serie de boquillas de gran eficacia y potencia proceden a su lavado para eliminar la mayor parte de las sustancias existentes.

En la parte superior de la criba se produce la compactación/deshidratación del cribado con la consiguiente y significativa reducción de volumen del mismo antes de su descarga en el contenedor o saco de plástico diseñados a tal efecto.

El fluido a filtrar es conducido al tamiz de entrada según el catálogo disponible.

Una vez tamizado el efluente, se emplea el primer tercio del tanque en una suave aireación. El vertido tamizado es agitado junto con el aire y las burbujas se adhieren a los sólidos orgánicos facilitando el desmenuamiento y flotación, los cuales se efectúan en los dos tercios restantes del tanque, desprovistos de agitación.

Una barredera superficial similar a la empleada en la concentración de grasas permite el rascado de la superficie y eleva las espumas a través de una rampa, consiguiendo de este modo una alta concentración en las espumas extraídas.

Las arenas que decantan en el fondo del tanque son transportadas hacia una tolva en el extremo del mismo mediante un tornillo sinfín horizontal. Allí se acumulan hasta que el tornillo elevador de arenas las extrae.

El tornillo elevador está anclado sobre la cuba mediante una abrazadera articulada, que permite su ajuste y orientación. Si la instalación se efectúa enterrada donde prolongarse bajo demanda la longitud del mismo para dotar la altura de descarga necesaria.

Zona de Desbaste

En la zona de tamizado o desbaste disponemos de un tamiz, de tipo sinfín, eficaz para la separación de sólidos, flotantes, sedimentos y material en suspensión, dada su disposición inclinada.

Las aguas residuales se introducen a través de una brida de entrada de la tolva, que las conduce hacia el tamiz sinfín.

La luz de paso de la rejilla será la correspondiente según el tipo de efluente a tratar, y será fabricada con chapa perforada en calidad AISI-304 o AISI-316.

Los sólidos separados en esta zona, serán conducidos hacia la zona de precompactación por medio de un sinfín, de sección variable en cuya periferia dispone de un sistema de cepillo continuo, fabricado en plástico, y sujeto al sinfín mediante bridas o galápagos para su regulación y fácil recambio.

En el movimiento rotativo del sinfín, el cepillo irá limpiando en continuo la rejilla filtrante evitando la colmatación de la misma.

Una vez los sólidos pasan la zona de tamizado o desbaste, se encuentran en la transición cónica de precompactación, donde el sinfín de sección variable hace una primera compactación con el fin de ir escurriendo lo más posible los sólidos.

Una vez los sólidos pasan la zona de precompactación llegan a la zona de transporte donde el sinfín de sección fija dirige a los sólidos hacia la zona de compactación y escurrido. Una vez los sólidos pasan la zona de transporte, se encuentran en la zona de compactación y escurrido, donde el sinfín de sección fija deposita los sólidos, los prensa y los escurre, disponiendo esta zona de una salida del líquido de escurrido y de un sistema de limpieza de la malla de compactación.

Desarenado-desengrasado

Una vez eliminados los sólidos flotantes que lleva el agua, para poder efectuar un pretratamiento completo quedan por eliminar partículas de menor tamaño, fundamentalmente arenas y grasas que pueden incidir negativamente en posteriores operaciones.

Zona de desarenado

La extracción de arenas concentradas en el fondo del depósito de acero inoxidable se efectúa mediante dos tornillos sinfín, uno horizontal, para aproximación de las arenas decantadas a lo largo del desarenador, hasta las proximidades del otro tornillo sinfín, inclinado encargado de la extracción al exterior de las arenas deshidratadas estáticamente. Se dispondrá de una tolva de evacuación hacia el contenedor, donde la salida del sinfín. El accionamiento se realiza mediante un grupo moto-reductor de eje hueco directamente acoplado al eje motriz.

Zona de desengrasado

La extracción de grasas y flotantes concentrados en la superficie del depósito de acero inoxidable, se efectúa mediante un mecanismo de rasquetas horizontales, soportadas y arrastradas por una cadena de casquillos fijos, que giran sobre ruedas de cadenas decantadas, una motriz y una conducida formado con cadena sinfín. El accionamiento se realiza mediante un grupo motorreductor de eje hueco directamente acoplado al eje motriz.

Tratamiento biológico

Debido a las ventajas que presenta y a que en nuestro caso la recirculación es importante hemos adoptado como solución **el reactor biológico tipo carrusel**. En el supuesto caso en el que la recirculación no hubiera sido mayor la solución más recomendable hubiera sido el reactor tipo flujo-pistón.

Además, se ha adoptado una **eliminación de fósforo por vía química** principalmente debido a su facilidad de control, que hemos considerado fundamental para adoptar esta solución final.

El punto positivo de la solución elegida es la mejor calidad de salida del agua, menos gasto de oxígeno (si se controla bien la aireación), mejor eliminación de nitrógeno y lo

principal es un ahorro de consumo de energía y costo de construcción al prescindir de una recirculación interna.

El tratamiento biológico se descompone en dos fases:

- Zona anóxica
- Zona aerobia

Se diseña para un caudal medio de 112.5 m³/h que se dividirá entre las dos líneas.

La capacidad de ambos reactores biológicos será de 2685.4 m³.

Las bacterias reciben oxígeno en la zona oxidada, en donde existen difusores, para luego pasar por la zona anóxica en la cual no existen difusores. La recirculación interna (dentro del reactor) se da gracias a los agitadores tipo banana incluidos dentro del reactor.

La regulación se efectuará mediante los medidores de oxígeno disuelto con modificación del aire aportado por las soplantes.

Ambos reactores llevan incorporados sus correspondientes compuertas de aislamiento y sistema de vaciado.

Decantación secundaria

Las instalaciones que conforman este apartado son las siguientes:

- Alimentación a decantadores secundarios.
- Decantadores secundarios y extracción de flotantes.
- Recirculación y exceso de fangos, flotantes y vaciados.

Alimentación a decantadores secundarios

Los caudales de agua y fango mezclados que salen de los reactores biológicos por medio de vertederos pasan a unos canales y de éstos a unas arquetas.

Cada línea lleva su correspondiente compuerta de aislamiento.

La alimentación a cada decantador secundario se realiza mediante dos tuberías de F.D. de 150 mm de diámetro que partiendo de la arqueta mencionada llega hasta el decantador y asciende por la columna central, repartiéndose el agua en el seno del mismo mediante un deflector metálico, que asegura su distribución uniforme en todas las direcciones.

Decantadores secundarios y extracción de flotantes

Se han proyectado dos decantadores secundarios de gravedad de 17.5 m de diámetro y una altura recta útil de 3.5 m.

El agua llega por la parte inferior del decantador, mediante tuberías 150 mm de diámetro, saliendo por unas aberturas practicadas en la columna central. Para obligar al agua a seguir un movimiento descendente que facilite la decantación, se instala un cilindro metálico alrededor de la columna central, ampliamente dimensionado.

Las partículas sedimentadas (los fangos) depositadas en el fondo del decantador son barridas continuamente por unas rasquetas solidarias a un puente giratorio, que hacen que el fango vaya hacia un pozo o foso de concentración del que se extraen.

El decantador proyectado lleva incorporado un sistema de eliminación de espumas flotantes y grasas, que en esencia se compone de un sistema de barredores superficiales que arrastran estas materias hacia una caja de espumas fija en la periferia del decantador. La mezcla de agua y flotantes se conduce hacia una arqueta de bombeo de donde se impulsan al separador instalado en el pretratamiento.

El agua sale por medio de vertedero a un canal perimetral interior. El agua procedente de cada decantador es conducida mediante tuberías hacia la arqueta de agua tratada de la depuradora para incorporarla al cauce.

Recirculación y exceso de fangos, flotantes y vaciados

Los fangos producidos pueden ser recirculados en parte a los reactores biológicos manteniendo así la concentración deseada en fangos activados en la balsa de aireación. Otra parte de los fangos producidos son enviados a la línea de fangos (fangos en exceso) para su tratamiento.

El caudal de recirculación de los fangos de retorno es función del caudal medio sobre 24 h, de la concentración de MLSS a mantener en las cubas de aireación y del índice volumétrico de fangos.

Los fangos a recircular, purgados de cada decantador secundario, son elevados hasta el inicio del reactor biológico mediante bombas sumergibles.

Para la recirculación se han previsto dos bombas de 56.25 m³/h de caudal unitario lo que supone una capacidad recirculación total equivalente al 100 % Q_{total}.

El fango decantado se envía al espesador mediante una bomba sumergible. Su funcionamiento de la bomba es automático mediante un temporizador, y manual en continuo. Se dispondrá de dos bombas de un caudal de 26.85 m³/día.

Se proyecta una arqueta de hormigón armado dividida en distintos compartimentos para albergar los equipos de:

- Bombeo de recirculación de fangos y fangos en exceso

- Bombeo de flotantes
- Bombeo de vaciados
- Cámara de válvulas y entrada y salida de conducciones

Las flotantes y espumas son enviadas al separador de grasas del pretratamiento. La arqueta de flotantes dispone de agitador sumergido para homogeneización.

Todos los reboses y vaciados de la planta llegan a la arqueta prevista donde se instalan bombas sumergibles que envían las aguas a cabecera de Planta.

Se dispone un rebose de seguridad conectado al Colector de by-pass general.

Espesador de gravedad

Para el espesamiento de los fangos en exceso se proyecta un espesador de gravedad de 4.5 m de diámetro y 3 m de altura útil.

Esta operación presenta las siguientes ventajas:

- Asegura la conservación de los fangos en un estado de frescura que elimina los riesgos de septicidad y malos olores.
- Al realizarse la purga en decantación de forma prácticamente continua, se evitan los frecuentes problemas de atascamiento en conducciones y bombeos que se producen en otro tipo de sistemas.

El sistema comprende igualmente un tratamiento de rastrillado de los fangos, lo que, junto al lavado a contracorriente, aumenta la facilidad de decantación.

Los fangos espesados se purgan mediante válvula automática desde el fondo del aparato, y se dirigen al equipo encargado de la deshidratación de los mismos, mientras que el caudal sobrante es recogido en su parte superior para su reincorporación a cabecera de planta.

El espesador va cubierto mediante campana de P.R.F.V. para someterlo a un proceso de desodorización.

Deshidratación de fangos

Una vez espesados los fangos, éstos se someten a un proceso de deshidratación, de forma tal, que permite reducción de volumen y facilidad en su manejo.

Se proyecta la deshidratación de los fangos mediante una centrífuga, con la que se deshidrata para obtener una concentración de fangos de alrededor de 20- 25%.

Las instalaciones de deshidratación se han proyectado para las cargas de fangos que se producen en la estación depuradora, con capacidad para su tratamiento en un período de operación de cinco días a la semana trabajando 8 horas al día.

Las instalaciones que conforman este apartado son las siguientes:

- Bombeo fangos espesados a la centrífuga
- Acondicionamiento del fango
- Centrifugas
- Almacenamiento de fangos deshidratados

Bombeo de fangos espesados a centrífuga

Los fangos procedentes del espesador están cargados de sólidos en suspensión (5%), por lo que para su conducción hasta la Centrífuga se proyecta una que rompan en la menor medida posible el fóculo formado y al mismo tiempo no presente problemas ante variaciones de las características físicas del fango.

Se trata de un cuerpo estanco en el que se aloja un husillo de tipo sinusoidal que da lugar a un movimiento del fluido denominado como desplazamiento positivo.

Se instalarán dos bombas con este fin (1+1 Reserva), con un caudal unitario de 1,2-5,1 m³/h.

Acondicionamiento de fangos

Se realiza mediante polielectrolito.

El almacenamiento del reactivo se realiza en forma de sacos, previéndose en el edificio de deshidratación de fangos y junto a la zona de carga, suficiente espacio para su almacenamiento.

El reactivo se descarga en una tolva que alimenta a un dosificador volumétrico. Con esta sustancia se prepara una disolución acuosa de 1 g/l, resultando un líquido viscoso y resbaloso que es bombeado mediante una bomba dosificadora.

Centrifugas

Se dispone una instalación con dos (2) centrifugas, una de las cuales será de reserva.

El fango acondicionado se introduce en cada centrífuga, comenzando la sedimentación en el punto de alimentación.

El desgotado se realiza mediante una realimentación de sólidos líquidos por corrientes paralelas.

La duración prolongada del proceso de sedimentación sin turbulencias da lugar a que incluso las partículas más finas se sedimenten y produzcan una mayor concentración de sólidos, valores de humedad final más bajos y un efluente mejor aclarado.

Las centrifugas instaladas tienen una capacidad de 8.15 m³/d.

Almacenamiento de fangos deshidratados

El fango deshidratado procedente de las centrifugas es conducido por un transportador de tornillo de capacidad 0.75 m³/h hasta la tolva de almacenamiento.

La extracción al camión se realiza por compuerta motorizada.

Edificio de soplantes

El edificio se ha proyectado de acuerdo con los criterios definidos para los Edificios Industriales, es decir:

- La estructura es de hormigón armado con cimentación mediante zapatas aisladas.
- La cubierta es plana formada por recocado de hormigón celular, impermeabilización y capa de gravilla de 10 cm para protección, rematada con murete perimetral y albardilla.
- El cerramiento de fachadas se realiza con bloques prefabricados de hormigón de 20 cm de espesor, enfoscado con mortero de cemento y acabado con pintura plástica interior y exteriormente.
- La carpintería es de aluminio en ventanas y metálica en puertas.
- El solado es de solera de hormigón y capa de mortero ruleteado con material antideslizante.

Tiene unas dimensiones en planta de 10m x 5m.

En dicho espacio se instalan las soplantes para el pretratamiento y las soplantes del tratamiento biológico.

Esta sala está equipada con un polipasto de accionamiento eléctrico para realizar el movimiento de los equipos instalados.

Edificio de control

El Edificio de Control se proyecta en una sola planta de 8 m x 6 m donde se disponen las distintas zonas según las necesidades requeridas:

- Sala de control y despacho
- Laboratorio
- Aseo y vestuarios

Las características constructivas son las siguientes:

- La cimentación se realiza con zapatas aisladas y vigas de atado de hormigón armado.
- La estructura de pilares y vigas de hormigón armado
- El forjado es prefabricado con viguetas y bovedillas de hormigón.
- La cubierta es plana formado por recocado de hormigón celular, impermeabilización y capa de 10 cm. de gravilla.
- Se completa con muro perimetral de 60 cm. rematado con albardilla prefabricada.
- El cerramiento se realiza con fábrica de bloques prefabricados de hormigón, de 20 cm. de espesor, cámara de aire recubierta con fibra de vidrio y tabique de bloque de cm. enfoscado y acabado de pintura plástica en exteriores.
- La tabiquería interior se realiza con bloque de hormigón de 9 cm. de espesor.
- Las paredes con guarnecido y enlucido de yeso y acabado de pintura plástica.
- Se dispone de falso techo de rejilla metálica en toda planta.
- Los solados son de gres y los alicatados de azulejo 15 x 15.
- Ventanas de aluminio con acristalamiento sencillo
- Carpintería exterior en puertas de aluminio con acristalamiento
- Carpintería interior en puertas de madera.

Red de agua industrial

Se ha dispuesto un sistema de provisión de agua de servicios procedentes del agua regenerada.

Red de agua potable

Desde el punto de toma previsto se realiza una conexión para acometida de agua potable a la estación depuradora.

Esta conducción finaliza en el edificio de control.

Red de riego y servicio

Se dispone una red general de distribución de agua regenerada para riego, de las superficies ajardinadas, limpieza de edificios e instalaciones, y acometida de agua a presión a conducciones de fangos, grasas y reactivos.

Esta red, en conducción de polietileno de alta densidad, recorre longitudinalmente la parcela de ubicación de la estación depuradora distribuyéndose mediante ramales hasta los puntos más alejados.

Se dispondrán una serie de bocas de riego en número suficiente para que en ningún punto de la planta esté separado más de 20 m de alguna de ellas, dotadas de válvula y racord, así como de mangueras de riego y de limpieza.

Para una limpieza de edificios industriales se instala, partiendo de la red general de distribución una red de agua de servicios de polietileno e interiormente en acero galvanizado con puntos de toma dotados de válvula y conexión para manguera en aquellos puntos en los que prevé una atención más cuidada.

Igualmente y para inyección de agua a presión a las conducciones de fangos, grasas y reactivos, se dispone de unas conexiones con la red de agua a presión, dotadas de válvula, de aislamiento.

Desodorización

No se contempla un sistema de desodorización en el presente proyecto.

Electricidad y alumbrado

Centro de control de motores

Estarán formados por paneles metálicos de chapa de acero, debidamente pintados, accesibles por su parte anterior en donde se encuentran las salidas, a los Centros de Control de Motores, con su correspondiente interruptor automático.

Desde el cuadro de distribución general se alimentarán a los siguientes centros de control de motores:

- CCM Tratamiento de agua residual.
- CCM Tratamiento de fangos.
- Pupitre de control.
- Cuadro general de alumbrado

Todos los CCM van puestos a tierra desde el circuito principal por medio de conductores de cobre desnudo de 50 mm².

En todos los CCM, sus características principales son: Tensión nominal de aislamiento en el circuito principal 1.000 V en el circuito auxiliar 400 V alterna, intensidad de cortocircuito en construcción estándar 50 kA eficaces, 105 kA de cresta.

Están formados por una serie de celdas extraíbles construidas en chapa de 2 mm de espesor, cuyo interior irá alojado todo el aparellaje de cada unidad.

La fijación de los embarrados tanto horizontales como verticales, está prevista en ejecución normal para una intensidad de cortocircuito de 50 kA.

Se preverá un acondicionamiento térmico interno formado por radiadores eléctricos de caldeo, para evitar condensaciones, la temperatura interior será controlada mediante termostato regulable.

La entrada a cada cuadro está formada, en su panel correspondiente, de un interruptor tetrapolar automático magnetotérmico.

A continuación del interruptor general se han colocado tres amperímetros y un voltímetro con conmutador. A partir del embarado general se acomete a los distintos motores a través del aparellaje de mando y protección de cada motor que como se indicó anteriormente irá alojado en una celda extraíble y conteniendo cada uno el siguiente aparellaje:

- Interruptor automático magnético
- Interruptor diferencial 300 mA
- Contadoror tripolar
- Relé térmico diferencial

A partir de 90 kW el tipo de arranque adoptado ha sido mediante arrancadores progresivos.

Control y automatismos

En todos aquellos procesos que exigen o son susceptibles de regulación automática continua, se podrá adoptar alguna de las siguientes alternativas de regulación, y se valorará la incidencia sobre la eficacia y operatividad de la planta con cada uno de los sistemas, en aquellos procesos donde sean aplicables.

- El primer sistema es una regulación manual realizada por el operador de todo o nada o por escalones, tales como entrada de una nueva unidad en servicio o apertura de una válvula.
- El segundo sistema sería un sistema de regulación por impulsos, aplicables a válvulas con accionamiento eléctrico que permite su control mediante autómatas programables y donde se pueda cambiar a voluntad el punto de consigna por medio del operador.

Serán regulados automáticamente como mínimo los siguientes procesos:

- Caudal de entrada al proceso
- Recirculación de fangos
- Dosificación de reactivos
- Arranque y parada de los tornillos transportadores
- Regulación del aire en reactores biológicos

3.2 Apartado 2: Características de los materiales

Los materiales que se empleen en la obra habrán de reunir las condiciones mínimas establecidas en el presente Pliego. El Contratista tiene libertad para ofrecer los materiales que las obras precisen del origen que estime conveniente, siempre que ese origen haya quedado definido y aprobado. En caso contrario, la procedencia de los materiales requerirá la aprobación del Director de Obra y su criterio será siempre decisivo en la forma estipulada en el Pliego de Cláusulas Administrativas Generales y/o Particulares.

3.2.1 Movimiento de tierras

3.2.1.1 Entibaciones

La madera sólo se empleará para entibación en el sistema berlinés (perfiles HEB clavados al terreno separados una distancia máxima de 2,00 metros y tablones horizontales de no menos de 7 cm de grosor) y deberá cumplir las condiciones que establece el art. 286 del PG-3.

El acero empleado cumplirá las especificaciones que para tal material se desarrollan en el apartado correspondiente del presente pliego.

La Dirección Técnica podrá exigir el empleo de blindajes ligeros de aluminio o acero en alturas de zanja superiores a los 2,00 m, y de cajones de blindaje tipo "Robust Box" en alturas superiores a 3,00 m. Entendiendo por blindajes ligeros los sistemas modulares de entibación cuajada de manejo manual o con pequeñas máquinas. El segundo sistema, similar al primero, se diferencia de éste por requerir medios relativamente potentes para su manejo y ofrecer una elevada resistencia a los empujes del terreno.

3.2.1.2 Terraplenes y rellenos

Los productos destinados a rellenos y terraplenes precisarán la previa conformidad del Director Técnico de la Obra.

No podrán utilizarse suelos orgánicos turbulosos, fangos ni tierra vegetal.

Los materiales para terraplenes cumplirán las condiciones que establece el PG-3 en su artículo 330.3 para "suelos adecuados" o "suelos seleccionados". El tipo de suelo a utilizar en función de la misión resistente del terraplén es el definido en los planos.

Los materiales para rellenos localizados cumplirán las condiciones que para "suelos adecuados" establece el PG-3 en su artículo 332.3. Cuando el relleno haya de ser filtrante, se estará a lo que se especifica en el artículo 3.1.2. Los materiales para pedraplenes cumplirán las condiciones que para "rocas adecuadas" establece el PG-3 en su artículo 331.4.

3.2.2 Drenajes

3.2.2.1 Drenes subterráneos

Los tubos y el material drenante deberán cumplir las condiciones establecidas en el PG-3 en su artículo 420.2.

Los rellenos localizados deberán cumplir las condiciones establecidas en el PG-3 en su artículo 421.2.

Los geotextiles, como elemento de separación y de filtro, se definen y detallan sus aplicaciones en el PG-3 en su artículo 290 y 422 respectivamente.

3.2.2.2 Cunetas

El hormigón para cunetas ejecutadas en obra cumplirá las condiciones establecidas a los hormigones en este Pliego.

El hormigón para cunetas prefabricadas cumplirá las mismas condiciones, siendo admisible un aditivo para aceleración del fraguado.

3.2.2.3 Rejillas para sumideros y tapas de registro

Serán de función gris o dúctil y cumplirán las condiciones establecidas en la Norma UNE 36111 para cada tipo de fundición.

3.2.3 Firmes

3.2.3.1 Zahorra natural

Cumplirán lo prescrito en el artículo 510 del PG-3.

3.2.3.2 Zahorra artificial

Los materiales de la zahorra artificial cumplirán las condiciones establecidas en el PG-3 y su curva granulométrica estará comprendida en los husos reseñados como ZA-25.

3.2.3.3 Riegos de imprimación

Los materiales cumplirán las condiciones que establece el PG-3 en su artículo 530.2. Los ligantes bituminosos deben ser betunes asfálticos fluidificados FM100 ó emulsiones bituminosas EAI, ECI, EAL-1 ó ECL-1.

3.2.3.4 Riegos de adherencia

Los materiales cumplirán las condiciones que establece el PG-3 en sus artículos 531.2.

Los ligantes bituminoso deben ser emulsiones bituminosas de curado rápido y modificadas ó no con polímeros, del tipo EAR-1, ECR-1, EAR-1-m, ECR-2-m.

3.2.3.5 Mezclas bituminosas en caliente

Los materiales deberán cumplir las exigencias del PG-3 en su artículo 542.2 Los ligantes deberán ser betunes asfálticos y cumplirán las exigencias del artículo 211.

3.2.3.6 Pavimentación del hormigón

Los firmes y/o pavimentos de hormigón consistirán en una capa de hormigón hidráulico compactado mediante vibrado, y generalmente constituirán capas de base o capas de rodadura. Por ello, las correspondientes unidades de obra incluirán el conjunto de operaciones necesarias para la ejecución de las referidas capas, desde su fabricación, transporte, colocación de encofrados, extensión, nivelación, compactación por vibrado, textura superficial, curado, y ejecución de juntas de todo tipo.

Estas unidades de obra, por las singulares características que presentan, fundamentalmente en su ejecución, no entran plenamente dentro del campo de aplicación de la Instrucción EHE, motivo por el que se redacta el presente artículo.

El hormigón a emplear en la construcción de capas de firme o de pavimentos, cumplirá las especificaciones contenidas en el Artículo relativo a Hormigones del presente PPTP, así como lo establecido con carácter general en el Artículo 550 del PG-3 para los pavimentos de hormigón.

El hormigón pertenecerá a uno de los tipos siguientes:

HF-3,5, HF-4,0 o HF-4,5, cuando se trate de capas de base y rodadura, o los expresados en el Artículo de este Pliego relativo a Hormigones cuando se trate de capas exclusivamente de base, es decir, cuando la capa de rodadura sea de otro material distinto al hormigón.

En aquella primera serie, los números indican la resistencia característica especificada del hormigón a flexotracción, medida a los veintiocho días, y expresada en kilogramos por centímetro cuadrado, determinada según las Norma UNE 83305:1986.

Para establecer la dosificación del hormigón a emplear, el Contratista deberá recurrir a ensayos previos a la ejecución, con objeto de conseguir que el hormigón resultante satisfaga en obra las condiciones exigidas y además las siguientes restricciones:

- El tamaño máximo del árido grueso será de veinticinco (25) milímetros.
- La consistencia del hormigón será plástica, tal que el máximo descenso autorizado, medido según el Cono de Abrams, será de cinco (5) centímetros (Norma UNE 7103).
- La cantidad total de partículas que pasen por el tamiz 0,16 UNE no será superior a cuatrocientos (400) kilogramos por metro cúbico de hormigón, considerando en dicho cómputo el cemento y las adiciones.
- La cantidad de cemento por metro cúbico de hormigón no será inferior a trescientos (300) kilogramos.
- La relación agua/cemento no será superior a cincuenta y cinco centésimas.

Con los resultados de dichos ensayos previos, que serán por cuenta del Contratista, se elaborará la correspondiente fórmula de trabajo, que deberá ser presentada al Ingeniero Director para su aprobación. Una vez aprobada, se convertirá en documento contractual, de obligado cumplimiento.

3.2.3.7 Baldosas de cemento

Los materiales que entren en la fabricación de las losas deberán cumplir las siguientes propiedades:

Cemento: Debe cumplir los requisitos de la Norma UNE EN 197-1:2001, los establecidos en la UNE 80303:2001 cuando se empleen cementos resistentes a sulfatos, al agua del mar y de bajo calor de hidratación; los de la UNE 80305:2001 cuando se empleen los cementos blancos y los de la UNE 80307:2001 cuando se empleen cementos para usos especiales. En todo caso, cumplirán la Instrucción para recepción de cementos RC-03, aprobada por Real Decreto 1797/2003.

Marmolina: Polvo obtenido a partir de triturados finos de mármol, cuyas partículas pasan por el tamiz 1,40 UNE 7-050/2 (1,40 mm) y no pasan por el tamiz 90 UNE 7-050/2 (0,090 mm).

Áridos: Se emplearán arenas de río, de mina o arenas machacadas exentas de arcilla y materia orgánica. No contendrán piritas o cualquier otro tipo de sulfuros; estarán limpias

y desprovistas de polvos de trituración u otra procedencia, que puedan afectar al fraguado, endurecimiento o a la colocación.

Aditivos: Se podrán utilizar siempre que la sustancia agregada en las proporciones previstas produzca el efecto deseado sin perturbar las demás características del hormigón o mortero.

Pigmentos: Serán estables y compatibles con los materiales que intervienen en el proceso de fabricación de las baldosas. Cuando se usen en forma de suspensión, los productos contenidos en la misma no comprometerán la futura estabilidad del color.

Están especialmente indicados los pigmentos a base de óxidos metálicos que cumplan estas condiciones:

- Contenido en óxido metálico > 90%
- Materias volátiles < 1 %
- Contenido en sales solubles en el agua < 1 %
- Residuo sobre el tamiz 63 UNE 7-050/2 (0,063 mm) < 0,05%
- Contenido en cloruros y sulfatos solubles en el agua < 0,1 %
- Contenido en óxido de calcio < 5%

Agua: Se utilizarán, tanto para el amasado como para el curado, todas aquellas que no perjudiquen al fraguado o endurecimiento de los hormigones.

Las baldosas serán prefabricadas, y dependiendo de lo que se exija en los demás documentos del proyecto, serán de uno de los siguientes tipos:

- Baldosa hidráulica, compuesta por dos o tres capas: capa de huella o cara vista, compuesta de mortero de cemento, arena muy fina o marmolina y colorantes, capa intermedia absorbente, formada por mortero de cemento y arena fina, y capa de base, dorso o envés, compuesta de mortero de cemento y arena. La capa intermedia absorbente puede no existir. La capa de huella puede ser lisa, texturada o con relieve. Este tipo engloba a las habitualmente conocidas como “losas de terrazo pétreo”, y sus diferentes acabados: abujardado, apergaminado, pizarra, microabujardado, etc. También incluye el denominado acabado “granallado”, conseguido mediante la proyección de un chorro de bolas de acero sobre la cara vista del material.
- Baldosas monocapa, formadas por una mezcla húmeda o semihúmeda de cemento y áridos de mármol o piedras duras, con o sin colorantes; la cara vista puede ser pulida o sin pulir, abujardada o arenosa, lavada, lisa, con textura o con dibujo.

- Baldosa de terrazo, formada por dos capas: la capa de huella o cara vista, formada por mortero de cemento y arena muy fina o marmolina, aditivos, colorantes, mármol o piedras duras que admitan pulido y tengan la suficiente dureza, y capa de dorso o envés, que es la de apoyo y está formada por mortero de cemento y arena de machaqueo o de río. La capa de huella puede tener cualquier tipo de acabado que deje a la vista los áridos.

Sus características serán tales que cumplan lo dispuesto en la norma UNE 127-001-90, salvo en lo dispuesto a continuación, cuando resulte más exigente:

La tolerancia dimensional se establece en $\square 0,5\%$ de la medida nominal para longitudes de hasta 300 mm., y en 0,3% de la medida nominal para longitudes de más de 300 mm, medidas según el método descrito en la norma UNE 127.001-90.

La resistencia al desgaste medida en la máquina de abrasión (según el ensayo UNE 127-005/1), será el dispuesto en la Norma para uso exterior, es decir, 1,5 mm para baldosas hidráulicas, y 1,2 mm. para baldosas monocapa y de terrazo.

La resistencia característica mínima a flexotracción será de seis (6) N/mm² para la caratracción y cuatro con cinco (4,5) N/mm² para el dorso-tracción (UNE 127 006), independientemente del tipo de baldosa de que se trate.

La resistencia al choque según UNE 127-007 será de 600 mm como mínimo.

El coeficiente de absorción máximo admisible (UNE 127-002) será del siete y medio (7,5) por ciento.

3.2.3.8 Adoquín de hormigón

Los materiales que entren en la fabricación de los adoquines deberán cumplir las mismas características que en el caso de baldosas de cemento.

Deberán ser homogéneos y de textura compacta y no tener zonas de segregación.

Tendrán una buena regularidad geométrica y presentarán sus aristas sin desconchados. No presentarán coqueras ni otras alteraciones visibles.

Las piezas deberán tener unos resaltes en las caras laterales que garanticen una junta entre ellas de 2 ó 3 mm.

La resistencia mínima a compresión simple será de cuatrocientos kilopondios por centímetro cuadrado (400 Kp/cm) (UNE 7068).

Su absorción no será superior al 6% (UNE 127.002).

La resistencia al desgaste por abrasión no será superior a 1.5 mm (UNE 127-005/1).

El color será determinado por la Dirección Técnica, y ésta podrá solicitar el empleo de dos o más colores para la realización de aparejos y dibujos.

El tipo de mortero a utilizar será M-450, de 450 Kg/m³ de CEM I-32,5 o CEM II-32,5.

En el caso de disponer los adoquines sobre arena, esta tendrá un contenido máximo de materia orgánica y arcilla inferior al 3% ajustándose su granulometría a las siguientes limitaciones: Por el tamiz de 10 mm. pasa el 100% del material, por el de 5 mm. Pasa entre el 50 y el 85%, por el de 2.50 mm. pasa entre el 10 y el 50% y por el 1.25 mm. pasa una fracción inferior al 5%.

Para el sellado de juntas, la arena a utilizar tendrá un tamaño máximo de 1.25 mm. Con un máximo de un 10% de material fino que pase por el tamiz de 0.08 mm.

3.2.3.9 Bordillos

Los bordillos serán prefabricados de hormigón, que se colocarán sobre un cimiento de este mismo material, y que separan zonas de distinto uso o pavimentos diferentes. Se fabricarán con hormigón del tipo H-20 o superior, con áridos procedentes del machaqueo, cuyo tamaño máximo será de veinte (20) milímetros.

Deberán cumplir las condiciones establecidas en el PG-3 en su artículo 570.

La forma y dimensiones de los bordillos de hormigón serán las señaladas en los planos y demás documentos del proyecto.

La sección transversal de los bordillos curvos será la misma que la de los rectos y su directriz se ajustará a la curvatura del elemento constructivo en que vayan a ser colocados.

La longitud mínima de las piezas será de un (1) metro.

La tolerancia admisible en las dimensiones de la sección transversal será de diez (10) milímetros, en más o en menos.

3.2.4 Obras de hormigón

3.2.4.1 Cementos

El cemento empleado en hormigones en masa o armados y en morteros será el definido en los planos y deberá cumplir las exigencias establecidas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, para la recepción de cementos (RC-03) del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, así como los del artículo 202 del PG-3.

El cemento será de categoría 350 o superior.

El cemento empleado en hormigones pretensados deberá cumplir las exigencias establecidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE y satisfacer las condiciones que se prescriben en la Instrucción para la Recepción de Cementos (RC-03).

3.2.4.2 Morteros

Se definen los morteros de cemento como la masa constituida por la mezcla de árido fino, cemento y agua. Eventualmente, puede contener algún producto de adición para mejorar alguna de sus propiedades, cuya utilización deberá haber sido aprobada previamente por el Director de Obra.

Para todo lo referente a los diversos morteros a emplear en las obras objeto del presente PPTP, se estará a lo establecido por el artículo 611 del PG-3.

Los materiales cumplirán lo siguiente:

Cemento: Se estará a lo indicado en el artículo 202 del PG-3.

Agua: Se estará a lo indicado por el artículo 280 del PG-3.

Productos de adición: Se estará a lo indicado por los artículos 281, 282, 283, y 284 del PG-3.

Árido fino: Se estará a lo indicado por el artículo 610.2.3 del PG-3.

Para su empleo en las distintas clases de obras definidas en el presente Proyecto, se establecen los siguientes tipos y dosificaciones de mortero de cemento Portland:

M 250: para fábricas de ladrillo y mampostería. Doscientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero.

M 450 para capas de asiento de piezas prefabricadas, adoquinados, enlosados y bordillos: Cuatrocientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero.

M 600 para fábricas de ladrillo especiales, enfoscados y enlucidos interiores: Seiscientos kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero.

M 850: para enfoscados exteriores. Ochocientos cincuenta kilogramos de cemento por metro cúbico de mortero.

El Director podrá modificar la dosificación en más o en menos, cuando las circunstancias de las obras lo aconsejen.

3.2.4.3 Cimbras, encofrados y moldes

Las cimbras, encofrados y moldes deberán cumplir las exigencias contenidas en el artículo 65 de la Instrucción EHE.

La madera para entibaciones, apeos, cimbras, andamios y encofrados deberá cumplir las condiciones exigidas en el PG-3 en su artículo 286.1.

3.2.4.4 Aceros para armaduras de hormigón armado

Las armaduras a emplear en las fábricas de hormigón se ajustarán a lo prescrito por el Artículo 600 del PG-3, así como a lo establecido por la Instrucción EHE.

Las armaduras pasivas a emplear en hormigón serán de acero, cumplirán lo especificado para este material en los Art. 31 y 38 de la Instrucción EHE, y estarán constituidas por barras corrugadas, mallas electrosoldadas o armaduras básicas electrosoldadas en celosía. Los diámetros de las barras y alambres cumplirán lo especificado en el artículo de la instrucción indicado anteriormente.

Los tipos de acero empleados, de acuerdo con los Artículos 240, 241 y 242 del PG-3, serán:

B-400-S y B-500-S: A utilizar en la totalidad de los elementos de las estructuras proyectadas.

3.2.4.5 Aceros para armaduras de hormigón pretensado

Los aceros para armaduras de hormigón pretensado cumplirán las exigencias contenidas en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE.

Las vainas y accesorios, así como los productos de inyección se registrarán según lo estipulado en la EHE.

Los alambres, torzales y cordones para armaduras de hormigón pretensado se registrarán por las Normas UNE 36.094, 36.096 y 36.098.

3.2.4.6 Hormigones

Se definen como hormigones los productos formados por mezcla íntima de cemento, agua, áridos finos y gruesos y, eventualmente, adiciones, que al fraguar y endurecer adquieren una notable resistencia, y que pueden ser compactados mediante picado con barra o vibrado.

Para todo lo referente a los diversos hormigones a emplear en las obras objeto del presente PPTP, se estará a lo establecido por el artículo 610 del PG-3.

Se definen como obras de hormigón en masa o armado, aquellas en las cuales se utiliza como material fundamental el hormigón, reforzado, en su caso, con armaduras de acero que colaborarán con el hormigón para resistir los esfuerzos a los que se verán sometidas las fábricas durante su vida útil. Se excluyen expresamente de la presente los hormigones a emplear en la fabricación de estructuras pretensadas y de estructuras mixtas y las obras que utilicen hormigones de características especiales o armaduras de límite elástico superior a 6.100 kg/cm².

De acuerdo con su resistencia característica, determinada según las Normas UNE-7240 y UNE-7242, se establece su empleo en las distintas clases de obras.

En cuanto a los materiales, se seguirá todo lo estipulado por los Artículos 202, 280, 281, 282, 283, 284, 600, 610 y 630 del PG-3, así como a lo prescrito por la vigente Instrucción para el Proyecto y Ejecución de obras de Hormigón en masa y armado, actualmente la Instrucción EHE.

Adicionalmente se observarán las prescripciones siguientes:

No se utilizarán cementos aluminosos en los hormigones armados o pretensados.

Si el Ingeniero Director lo estima oportuno, podrá ordenar el empleo de cementos especiales para la obtención de determinadas propiedades en los hormigones, tales como la resistencia a aguas agresivas, etc.

En las partes visibles de la obra, la procedencia del cemento deberá ser la misma mientras duren los trabajos de construcción, a fin de que el color del hormigón resulte ser uniforme, salvo que en los demás documentos del Proyecto se especifique utilizar diferentes tipos de cemento para elementos de obra distintos.

Deberá comprobarse que el árido fino no presenta una pérdida en peso superior al diez (10) por ciento (%) o al quince (15) por ciento (%) al ser sometido a cinco (5) ciclos de tratamiento con soluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico, respectivamente, de acuerdo con la Norma UNE 7136. Para el árido grueso, dichos porcentajes serán del doce (12) y del dieciocho (18), respectivamente.

Los áridos se situarán, clasificados según tamaño y sin mezclar, sobre un fondo sólido y limpio y con el drenaje adecuado a fin de evitar cualquier contaminación. Se adoptarán las medidas precisas para evitar la segregación tanto en el almacenamiento como durante el transporte.

No se utilizará ningún tipo de aditivo sin la aprobación previa y expresa del Ingeniero Director, al que le será presentado los resultados de los ensayos oficiales sobre la eficacia, el grado de trituración, etc., de los aditivos cuyo empleo se propone, así como las referencias que se estimen convenientes.

No se emplearán acelerantes de fraguado en las obras de fábrica, excepción hecha del cloruro cálcico. Cuando sean de tener acciones de carácter electroquímico en el hormigón armado, se prohibirá el uso del cloruro cálcico.

El uso de retardadores de fraguado requerirá la aprobación previa y expresa del Ingeniero Director, debiéndose valorar adecuadamente, mediante ensayos oficiales, la influencia de dichos productos en la resistencia del hormigón.

Se prohíbe terminantemente el empleo de cloruro cálcico en todos aquellos hormigones que entren a formar parte de elementos armados y pretensados, así como de los morteros o lechadas de inyección de los productos pretensados.

En los demás casos, el cloruro cálcico podrá utilizarse siempre que la Dirección Técnica autorice su empleo con anterioridad y de forma expresa. Para ello será indispensable la realización de ensayos previos, utilizando los mismos áridos, cemento y agua que en la obra.

De cualquier modo, la proporción de cloruro cálcico no excederá del dos (2) por ciento, en peso, del cemento utilizado como conglomerante en el hormigón.

3.2.5 Estructuras metálicas

3.2.5.1 Aceros para estructuras

Los aceros para estructuras estarán de acuerdo con la Norma UNE EN 10025:1994 y cumplirán las condiciones correspondientes a las normas específicas que regulen a cada uno de ellos.

Las características mecánicas de los aceros para estructuras serán como mínimo las que recoge la Instrucción para estructuras de acero del I.E.T.C.C. (e.m.62) y el Código Técnico de la Edificación.

3.2.5.2 Aceros inoxidables

Los aceros inoxidables que regirán por las normas UNE 36.016 y 36.257.

3.2.5.3 Fundición gris

La fundición gris se regirá por la norma UNE 36.111. Sólo podrán utilizarse los tipos de fundición FG 30 y FG 35.

3.2.5.4 Aceros moldeados

Los aceros moldeados no aleados se regirán por la norma UNE 36.252. La calidad mínima que puede utilizarse será la designada como tipo A.M. 45 en la citada norma.

3.2.5.5 Galvanizado en caliente

La galvanización en caliente se regirá y deberá cumplir las condiciones existentes en la norma UNE. 37.501.

3.2.5.6 Esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas

Se definen como esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficie metálica los de secado al aire o en estufa que, por presentar gran resistencia a los agentes y conservar el color y el brillo, resultan adecuados para ser empleados sobre superficies metálicas previamente imprimadas.

Atendiendo al modo en que se realiza su secado, estos esmaltes se clasifican en:

- Esmaltes de secado al aire.
- Esmaltes de secado en estufa.

Los esmaltes sintéticos brillantes para acabado de superficies metálicas se ajustarán, en cuanto a la composición del esmalte, pigmento y vehículo, características cualitativas y cuantitativas del esmalte líquido y características de la película seca de esmalte, a lo indicado en el Artículo 273 del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG 3).

3.2.5.7 Soldaduras

Las soldaduras en obra se realizarán por arco. Se definirá el tipo de electrodo a utilizar, según norma UNE 14.001.

3.2.6 Obras de edificación

3.2.6.1 Cal

La cal será de clase I según la norma UNE 41.067 mientras que la cal hidráulica será de clase I según la norma UNE 41.068.

3.2.6.2 Yesos y escayolas

Los yesos utilizados en enlucidos o blanqueo y en acabado de revestimiento serán del tipo Y-20 de la norma UNE 102010.

Las escayolas deberán ser del tipo E-35 definido en la norma UNE 102011, tanto para la ejecutada "in situ" como para la que se utilice en prefabricados.

Para los prefabricados de yeso o escayola se cumplirán las normas UNE 102-021, 102-023, 102-124, con las limitaciones para la calidad del material básico que se expresan en este punto.

3.2.6.3 Instalaciones de agua

Los materiales que constituyen las instalaciones de agua fría se regirán por la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IFF "Instalación de Fontanerías Agua fría" (Orden de 7 de Junio de 1973).

Las tuberías y piezas especiales serán de cobre y cumplirán las especificaciones existentes en la NTE-IFF.

Los materiales que constituyen las instalaciones de agua caliente, desde la toma de la red fría hasta los aparatos de consumo, cumplirán las especificaciones de la Norma Tecnológica de la Edificación NTE-IFC "Instalaciones de fontanería: agua caliente" (Orden de 26 de Septiembre de 1973).

Las tuberías y piezas especiales serán de cobre, calorifugadas o no, según las especificaciones de la citada norma.

3.2.6.4 Instalaciones de gas

Los materiales y equipos deberán cumplir las condiciones fijadas en las Normas Tecnológicas NTE-IGC "Instalaciones de gas ciudad" y NTE-IDG "Instalaciones de depósitos de gases licuados", así como las contenidas en el Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y las ITC- ICG-01 A 11 (RD 919/2006), que deroga las Normas básicas de instalaciones de Gas del Ministerio de Industria y Energía.

3.2.6.5 Instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas en edificios se regirán por las Instrucciones: MI BT, 017, 018, 019, 020, 021, 022, 023, y 024 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

Los conductores tendrán una tensión de aislamiento de 0,6/1Kv instalados bajo tubos protectores y con una sección mínima de 2,5 mm². La caída de tensión desde el origen interior a los puntos de utilización será, como máximo, 1,5%, considerando alimentados todos los aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente.

3.2.6.6 Ladrillos, baldosas y materiales cerámicos

Los ladrillos de arcilla cocida se regirán por la norma UNE 67019 y deberán cumplir las condiciones exigidas en la misma, según su tipo y clase.

Los azulejos para revestir paredes se regirán por la norma UNE 24007 y deberán cumplir las condiciones de calidades y tolerancias exigidas para los azulejos clasificados como de la primera clase en la citada norma.

3.2.6.7 Carpintería

La carpintería de madera para puertas, se regirá por las normas UNE 56.801 y 56.803. La carpintería para ventanas será de aluminio anodizado.

3.2.7 Tuberías, instalaciones y equipos

Los materiales para tuberías cumplirán las condiciones establecidas en las especificaciones técnicas generales de este Pliego.

De igual modo, las instalaciones y equipos mecánicos se rigen por las especificaciones técnicas particulares que se incluyen en este Pliego.

El acero y la fundición empleada cumplirán las especificaciones que para tal material se desarrollan en el apartado correspondiente del presente pliego.

3.2.8 Red de saneamiento

3.2.8.1 Tubería de saneamiento

Las tuberías de la red de saneamiento cumplirán las características expuestas en el apartado de especificaciones técnicas generales del presente Pliego.

3.2.8.2 Pozo de registro

Se emplearán elementos prefabricados con la condición de que reúnan unas características tales que la estanquidad esté asegurada. El dispositivo de unión entre los elementos se logra mediante una unión machihembrada de los mismos, debiendo realizar el sellado “in situ”.

La base de estos pozos será de hormigón “in situ” de forma que la tubería de saneamiento quede embebida en esta.

La tapa será de fundición dúctil de las dimensiones y características que se establecen en el correspondiente artículo de este pliego y en los otros documentos del proyecto.

Para acceder a los pozos se dispondrán pates, que serán de fundición, e irán revestidos con una capa protectora de resina epoxi, o de polipropileno, siendo su forma y dimensiones las que figuran en los planos.

3.2.8.3 Sumideros

Se define como los elementos de la red de saneamiento constituidos por una arqueta cubierta por una rejilla y que tienen como finalidad reunir las aguas superficiales para su incorporación a la red.

Tanto la solera como las paredes de la arqueta estarán constituidas por hormigón moldeado “in situ” tipo HM-20.

La rejilla será de fundición dúctil, de la clase correspondiente al lugar en que se ubique y del modelo representado en el plano de detalles.

Las condiciones relativas a ambos materiales, hormigón y fundición, son las recogidas en los correspondientes artículos de este pliego.

3.2.9 Red de abastecimiento y riego

3.2.9.1 Tuberías de abastecimiento y riego

Las tuberías de la red de abastecimiento y riego cumplirán las características expuestas en el apartado de especificaciones técnicas generales del presente Pliego.

3.2.10 Red de alumbrado

3.2.10.1 Canalizaciones subterráneas

Esta unidad se refiere a la apertura de zanjas y a la instalación de canalizaciones de protección de las líneas de alimentación de los puntos de luz.

Se utilizarán tubos corrugados de doble pared, lisa interiormente y corrugada al exterior, y fabricados con polietileno de alta densidad. Su diámetro exterior será de 90 mm. Serán de color normalizado rojo. Las uniones se realizarán mediante manguitos de unión.

Cumplirán la Norma NF C 68.171.

El polietileno de alta densidad cumplirá las siguientes especificaciones:

- Peso específico: 0,95 kg/dm³.

- Resistencia de rotura a la tracción: 18 Mpa.
- Alargamiento a la rotura: 350%.
- Módulo de elasticidad: 800 N/mm².
- Resistencia a los productos químicos: según Norma UNE 53.404.
- Temperatura máxima de utilización: 60°C.

Las dimensiones y características de la tubería a emplear serán las siguientes:

- Diámetro nominal: 90 mm.
- Diámetro exterior: 90 mm.
- Diámetro interior: 78,6 mm.
- Espesor aparente: 5,7 mm.
- Rigidez anular: 40,14 KN/m²
- Rigidez a corto plazo: 5,02 KN/m²
- Rigidez a largo plazo: 2,51 KN/m²
- Peso del tubo: 0,52 kg/ml
- Tubo PE compacto equivalente: diámetro 87,3 mm.
- Espesor: 4 mm

3.2.10.2 Arquetas

Se trata de los elementos para el registro de las canalizaciones de protección de las líneas, que se disponen en los cambios bruscos de dirección, en los puntos intermedios de los tramos de longitud excesiva y en los extremos de cruces de calzadas.

Las paredes de estos elementos estarán constituidas por fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada interiormente, sobre un ligero cimiento de hormigón tipo HM-20/P/20/IIa, y dispondrán de tapa de fundición dúctil con sus correspondientes inscripciones identificativas.

Las condiciones relativas a todos estos materiales están establecidas en los correspondientes apartados de este pliego.

3.2.11 Red de energía eléctrica

Se empleará tubería corrugada de doble pared, lisa interiormente y corrugada al exterior, fabricada con polietileno de alta densidad. Llevará incorporada una guía de

plástico para facilitar el pase de la guía final o de los cables. Será de color normalizado rojo. Las uniones se realizarán mediante manguitos de unión.

Cumplirá la Norma NF C 68.171. El diámetro exterior será 110 mm para cables de baja tensión y 160 mm. para cables de media tensión.

El polietileno de alta densidad cumplirá las mismas especificaciones que se detallan en el apartado 3.10.1 del presente Pliego.

Las dimensiones y características de la tubería a emplear serán las siguientes:

- Diámetro nominal: 110 mm. 160 mm.
- Diámetro exterior: 110 mm. 160,2 mm.
- Diámetro interior: 94,6 mm. 140,1 mm.
- Espesor aparente: 7,7 mm. 10,05 mm.
- Rigidez anular: 51,89 KN/m² 39,26 KN/m².
- Rigidez a corto plazo: 6,49 KN/m² 4,91 KN/m².
- Rigidez a largo plazo: 3,25 KN/m² 2,46 KN/m².
- Peso del tubo: 0,63 kg/ml 1,150 kg/ml.
- Tubo PE compacto equivalente, diámetro: 105,7 mm. 157 mm.
- - Espesor: 5,8 mm. 7,9 mm.

3.2.12 Red de telefonía

La obra civil correspondiente a la red de telefonía consiste en el conjunto de canalizaciones, arquetas y cámaras necesarias para el posterior tendido de los cables de telefonía y otros elementos auxiliares.

Se deberán consultar los artículos de este pliego relativos a hormigones, ladrillos, acero en redondos corrugados, acero laminado, fundición, encofrados, morteros de cemento, etc.

3.2.13 Jardinería

3.2.13.1 Elementos vegetales

Las dimensiones y características que se señalan en las definiciones de este apartado son las que han de poseer las plantas una vez desarrolladas, y no necesariamente en el momento de la plantación. Estas últimas figurarán en la descripción de plantas que se haga en el proyecto.

Árbol: Vegetal leñoso que alcanza una altura considerable y que posee un tronco diferenciado del resto de las ramas; puede estar vestido de ramas desde la base o formar una capa diferenciada y tronco desnudo.

Arbusto: Vegetal leñoso que, como norma general, se ramifica desde la base.

Subarbusto: Arbusto de altura inferior a un metro (1 m.). A los efectos de este Pliego, las plantas se asimilan a los arbustos y subarbustos cuando alcanzan sus dimensiones y las mantienen a lo largo de todo el año.

Planta vivaz: Planta de escasa altura, no leñosa, que en todo o en parte vive varios años y rebrota cada temporada.

Cepellones: Se entiende por cepellón el conjunto de sistema radical y tierra que resulta adherida al mismo, al arrancar cuidadosamente las plantas, cortando tierra y raíces con corte limpio y precaución de que no se disgreguen. El cepellón podrá presentarse atado con red de plástico o metálica, con paja o rafia, con escayola, etc. En caso de árboles de gran tamaño o transportes a larga distancia, el cepellón podrá ser atado con red y escayolado.

Las plantas serán en general bien conformadas, de desarrollo normal, sin que presenten síntomas de raquitismo o retraso. No presentarán heridas en el tronco o ramas y el sistema radicular será completo y proporcionado al porte. Las raíces de las plantas de cepellón o raíz desnuda presentarán cortes limpios y recientes sin desgarrones ni heridas.

Su porte será normal y bien ramificado y las plantas de hoja perenne presentarán el sistema foliar completo, sin decoloración ni síntomas de clorosis.

En cuanto a las dimensiones y características particulares, se ajustarán a lo especificado en la definición de las distintas unidades.

El crecimiento será proporcionado a la edad, no admitiéndose plantas reviejas o criadas en condiciones precarias cuando así lo acuse su porte.

3.2.13.2 Apertura de hoyos

La apertura de hoyos consiste en la excavación del terreno mediante cavidades de forma prismática con una profundidad derivada de las exigencias de la plantación a realizar, a fin de poder situar de modo conveniente las raíces o cepellones, que deben quedar rodeados de tierra de la mejor calidad disponible.

Los materiales son simplemente los distintos horizontes del suelo o capas más profundas, que se alcanzan en la labor de excavación. Las distintas propiedades de estos horizontes en relación con el futuro desarrollo radicular aconsejan considerarlas por separado y darles el destino más acorde con ellas llegando, incluso, a su eliminación en vertedero.

Para el relleno de los hoyos se podrá contar con el propio material de la excavación, si bien se tendrá en cuenta tres posibilidades:

- Empleo selectivo de los distintos horizontes y capas utilizándolos en el relleno a diferentes profundidades.

- Empleo selectivo o generalizado de los materiales, pero previamente enriquecidos con tierra vegetal o con tierra vegetal fertilizada.
- Relleno del hoyo exclusivamente con tierra vegetal o con tierra vegetal fertilizada y eliminación a vertedero del material extraído.



3.3 Apartado 3: Ejecución de las obras

3.3.1 Movimiento de tierras

3.3.1.1 Replanteo

El replanteo o comprobación general del Proyecto, se efectuará dejando sobre el terreno, señales o referencias que tengan suficientes garantías de permanencia para que, durante la construcción, pueda fijarse, con relación a ellas, la situación en plantas o alzado de cualquier elemento o parte de las obras, estando obligado el Contratista a la custodia y reposición de las señales que se establezcan.

El Ingeniero Director podrá ejecutar por sí u ordenar cuantos replanteos parciales estime necesarios durante el período de construcción para que las obras se realicen con arreglo al Proyecto y a las modificaciones del mismo que sean aprobadas.

Las operaciones de replanteo serán presenciadas por el Ingeniero Director y el Contratista, o por las personas en quienes deleguen, debiendo levantarse el Acta correspondiente y se harán por cuenta del Contratista.

3.3.1.2 Señalización de la obra

El Contratista tendrá la obligación de colocar señales en las obras bien visibles, tanto de día como de noche, así como vallas, balizamientos, etc., necesarios para evitar accidentes a transeúntes y vehículos, propios o ajenos a la obra.

Las responsabilidades que pudieran derivarse de accidentes ocurridos por incumplimiento de las prescripciones precedentes, serán de cuenta y cargo del Contratista.

La identificación de la obra, Contratista, plazo y Director de la misma, se reflejará en control tipo del Ministerio de Fomento debiéndose colocar al menos dos, de los puntos más idóneos para su fin.

3.3.1.3 Preparación del terreno

La zona objeto de explanación se despejará de árboles, vegetación baja, cercas, edificaciones, materiales sueltos o indeseables. La tierra vegetal será movida y transportada a los lugares que oportunamente se señale por el Ingeniero Director.

3.3.1.4 Excavación

El Contratista de las obras notificará al Ingeniero Director con la antelación suficiente el comienzo de cualquier excavación, a fin de que éste pueda efectuar las mediciones necesarias sobre el terreno inalterado.

Una vez terminadas las operaciones de despeje y desbroce, se iniciarán las obras de excavación de acuerdo con las dimensiones indicadas en los planos. La excavación continuará hasta llegar a la profundidad que se señale en dichos documentos y se obtengan una superficie firme y limpia, a nivel o escalonada. El Ingeniero Director podrá modificar tal profundidad si, a la vista de las condiciones del terreno, lo estima necesario, a fin de garantizar unas condiciones satisfactorias de la obra.

En cualquier caso y previos los exámenes y pruebas correspondientes, el Ingeniero Director determinará los materiales excavados aptos para su utilización posterior en las obras de este Proyecto. Los materiales no aptos, o que, por cualquier causa, no tuviesen empleo inmediato, se colocarán siempre en caballeros en la zona que indique la Administración y ésta hará de ellos el uso que crea conveniente.

3.3.1.5 Refino

Se cumplirá lo prescrito en el artículo 341 del PG-3.

Los taludes en desmante que hayan de quedar vistos o hayan de servir para hormigonar sobre ellos se refinarán en toda su sección. Estos refinados se harán siempre recortando y no creciendo, por lo cual habrá de darse de antemano a las explanaciones la anchura y taludes necesarios.

3.3.1.6 Agotamientos

Se refiere este artículo a las operaciones necesarias para que las aguas debidas a la aparición de manantiales o filtraciones en la ejecución de las obras de este Proyecto y que no pudiendo ser evacuadas y eliminadas por gravedad lo son en la forma y condiciones debidas hasta su desagüe en un cauce natural con capacidad suficiente para el caudal evacuado. Todas las operaciones deberá realizarlas el Contratista siempre que se produzcan los hechos que las motivan.

En general, los agotamientos habrán de hacerse en la forma y condiciones que indique el Ingeniero Director, sin perjuicio de que el Contratista esté obligado a proponerle la solución que considere más adecuada para cada caso en particular.

3.3.1.7 Transporte a vertedero

Se define como transporte a vertedero, al conjunto de operaciones necesarias, para depositar en los vertederos que señale el Ingeniero Director, los sobrantes de las excavaciones que no puedan dejarse en las proximidades de las mismas.

3.3.1.8 Relleno

Se define como relleno el transporte, la extensión y compactación de materiales terrosos o pétreos, a realizar en zanjas, trasdós de obra de fábrica, o cualquier otra zona cuyas dimensiones no permiten la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo normalmente la ejecución de terraplenes.

3.3.1.9 Vertido y consolidación

Los materiales de relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente horizontal. El espesor será el suficientemente reducido para que, con los medios disponibles, se obtenga un grado de compactación adecuado a juicio del Ingeniero Director.

3.3.1.10 Entibaciones

Se define como entibación la obra provisional de sostenimiento de cajas excavadas o túneles que permiten continuar la obra y que se realiza mediante estructuras de hierro o madera. Se refiere este Artículo a la realización y puesta en obra de dichas estructuras.

Estas obras se realizarán siempre que el Ingeniero Director lo ordene. El Contratista deberá someter a su aprobación la solución que crea más conveniente.

3.3.1.11 Encofrados y cimbras

Cumplirán lo prescrito en los artículos 680 y 681 respectivamente del PG-3, como así mismo en el artículo 11 de la EH-08.

Se autoriza el empleo de técnicas especiales de encofrado, cuya utilización y resultados se hallan sancionados como aceptables por la práctica, siempre que hayan sido previamente aprobadas por el Ingeniero Director.

Los encofrados, con sus ensambles, soportes o cimbras, deberán tener la resistencia y rigidez necesarias para que no se produzcan, en ningún caso, movimientos locales ni de conjunto perjudiciales para la resistencia de las obras.

No se admitirán en los plomos y alineaciones errores superiores a tres centímetros (0,03 m).

Antes de empezar el hormigonado de una nueva zona deberán estar dispuestos todos los elementos que constituyen los encofrados y se realizarán cuantas comprobaciones sean necesarias para cerciorarse de la exactitud de su colocación.

Los enlaces de los distintos paños o elementos que forman los moldes serán sólidos y sencillos, de manera que el montaje pueda hacerse fácilmente y de forma que el atacado o vibrado del hormigón pueda realizarse perfectamente en todos los puntos.

Previa aprobación del Ingeniero Director, podrá procederse al desencofrado o descimbramiento de acuerdo con los plazos que arroja la fórmula de la vigente "Instrucción para el Proyecto y Ejecución de Obras de Hormigón", pudiéndose desencofrar los elementos que no produzcan en el hormigón cargas de trabajo apreciables, en plazos de una tercera parte del valor de los anteriores.

Durante las operaciones de desencofrado y descimbramiento se cuidará de no producir sacudidas ni choques en la estructura y de que el descenso de los apoyos se haga de un modo uniforme.

Antes de retirar las cimbras, apeos y fondos, se comprobará que la sobrecarga total actuante más las de ejecución por peso de la maquinaria, de los materiales almacenados, etc., no supere el valor previsto en el cálculo como máximo.

Cuando al desencofrar se aprecian irregularidades en la superficie del hormigón, no se repararán estas zonas defectuosas sin la autorización del Ingeniero Director, quien resolverá, en cada caso, la forma de corregir el defecto.

Se utilizarán berenjenos para achaflanar todas las aristas vivas de las zonas vistas de hormigón.

3.3.2 Obras de hormigón

3.3.2.1 Mezcla en central

Los dispositivos para la dosificación de los diferentes materiales, deberán ser automáticos, a fin de eliminar los errores de apreciación en que puedan incurrir las personas encargadas de efectuar las medidas.

Estos dispositivos se contrastarán, por lo menos, una vez cada quince (15) días; todas las operaciones de dosificación deberán ser vigiladas por las personas especializadas en quien delegue el Director de las Obras.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes, proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad, en revoluciones por minuto, recomendados por el fabricante, las cuales deberán sobrepasarse.

Las paletas de la hormigonera deberán estar en contacto con las paredes de la cuba, sin dejar huelgo apreciable, ya que este huelgo puede originar la disgregación de la mezcla por segregación de los componentes finos del hormigón. Por ello, si se utilizan hormigoneras cuyas paletas no son solidarias con la cuba, se hace necesario comprobar periódicamente el estado de estas paletas y proceder a su sustitución cuando, por el uso, se hayan desgastado sensiblemente.

En tiempo frío, el agua podrá ser calentada hasta una temperatura no superior a cuarenta grados centígrados (40C).

Tanto el árido fino como el árido grueso y el cemento, se pesarán por separado y, al fijar la cantidad de agua que deba añadirse a la masa, será imprescindible tener en cuenta la que contenga el árido fino y, eventualmente, el resto de los áridos.

Antes de introducirse el cemento y los áridos en el mezclador, este se habrá cargado en una parte de la cantidad de agua requerida por la masa, completándose la dosificación de este elemento en un período de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos (5 seg), ni superior a la tercera parte (1/3) del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador.

Como norma general, los productos de adición se añadirán a la mezcla disueltos en una parte de agua de amasado y utilizando un dosificador mecánico que garantice la distribución uniforme del producto en el hormigón.

El período de batido será el necesario para lograr una mezcla íntima y homogénea de la masa sin disgregación.

Salvo justificación especial, en hormigoneras de capacidad igual o menor a un (1) metro cúbico, en el período de batido a la velocidad de régimen, contando a partir del instante en que se termina de depositar en la cuba la totalidad del cemento y de los áridos, no será inferior a un (1) minuto. Si la capacidad de la hormigonera fuese superior a la indicada, se aumentará el citado período en quince segundos (15 seg) por cada metro cúbico, o fracción, de exceso.

No se permitirá volver a amasar, en ningún caso, hormigones que hayan fraguado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos o agua.

Cuando la hormigonera haya estado parada más de treinta (30) minutos, se la limpiará perfectamente antes de volver a verter materiales en ella.

3.3.2.2 Mezcla en obra

El hormigón se hará necesariamente con instalación fija de hormigonado. El Contratista instalará en el lugar de trabajo una hormigonera del tipo aprobado por el Director de las Obras. Deberá estar equipada con dispositivos para regulación del agua y de medición en peso para el cemento.

El volumen del material mezclado por amasada, no ha de exceder de la capacidad normal de la hormigonera.

En cuanto a la fabricación sigue valiendo lo apuntado para el caso de mezcla en central.

El control será a nivel normal según EH-08.

3.3.2.3 Transporte

Se tendrá en cuenta lo establecido con carácter general en el apartado 16.1. de la Instrucción EH-08.

Para comprobación de que el transporte se realiza en forma práctica adecuada, y que el tiempo máximo marcado desde la fabricación del hormigón a su puesta en obra es el correcto, las probetas se tomarán en obra. El Contratista adjudicatario dispondrá de las instalaciones adecuadas para que tal hecho sea posible, completando en obra la fase de curado. En ningún caso se tolerará la colocación en obra de hormigones que acusen un principio de fraguado o presenten cualquier otra alteración.

Al cargar en los elementos de transporte no deberán formarse en las masas montones cónicos que favorezcan la segregación.

El transporte del hormigón al tajo, desde la central de hormigonado, se hará necesariamente en camiones hormigoneras.

3.3.2.4 Puesta en obra

El proceso de colocación del hormigón será aprobado por el Director de las Obras, quien, con antelación al comienzo del mismo, determinará las obras para las cuales no podrá procederse al hormigonado sin la presencia de un vigilante que el haya expresamente autorizado.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a un metro y medio (1,5), quedando prohibido el arrojarlo con palas a gran distancia.

El hormigón fresco se protegerá siempre de aguas que puedan causar arrastres de los elementos.

Todo el hormigón se depositará de forma continua, de manera que se obtenga una estructura monolítica donde así viene indicado en los planos, dejando juntas de dilatación en los lugares expresamente indicados en los mismos. Cuando sea impracticable depositar el hormigón de modo continuo, se dejarán juntas de trabajo que hayan sido aprobadas y de acuerdo con las instrucciones que dicte el Director de las Obras.

El vibrado o apisonado se cuidará particularmente junto a los paramentos y rincones del encofrado, a fin de evitar la formación de coqueras.

En el hormigonado de bóvedas por capas sucesivas o dovelas, deberán adoptarse precauciones especiales, con el fin de evitar esfuerzos secundarios, a cuyo efecto se seguirán las instrucciones del Director de las Obras.

En los elementos verticales de gran espesor y armaduras espaciadas, podrá verterse el hormigón por capas, apisonándolo eficazmente y cuidando que envuelva perfectamente las armaduras.

En los demás casos, al verter el hormigón, se removerá enérgica y eficazmente, para que las armaduras queden perfectamente envueltas, cuidando especialmente los sitios en que se reuna gran cantidad de acero, y procurando que se mantengan los recubrimientos de las armaduras.

En losas, el extendido del hormigón se ejecutará por capas, de modo que el avance se realice en todo su espesor.

En vigas, el hormigonado se hará avanzando desde los extremos, llevándose en toda su altura y procurando que el frente vaya bastante recogido para que no se produzcan disgregaciones y la lechada escurra a lo largo del encofrado.

En pilares, el hormigonado se efectuará removiendo enérgicamente la masa para que no quede aire aprisionado y vaya asentado de modo uniforme. Cuando los pilares y elementos horizontales apoyados en ellos, se ejecuten de un modo continuo, se dejarán transcurrir por lo menos dos (2) horas, antes de proceder a construir los indicados elementos horizontales, a fin de que el hormigón de los pilares haya asentado definitivamente. La consolidación del hormigón se ejecutará con igual o mayor intensidad que la empleada en la fabricación de probetas de ensayo. Esta operación deberá prolongarse, especialmente, junto a las paredes y rincones del encofrado hasta eliminar las posibles coqueas y conseguir que se inicie la refluxión de la pasta a la superficie. Se tendrá, sin embargo, especial cuidado de que los vibradores no toquen los encofrados, para evitar un posible movimiento de los mismos.

Si hay que colocar hormigón sumergido habrá que tener la autorización previa del Director de las Obras.

En todo caso habrá que cumplir las especificaciones siguientes:

- Para evitar la segregación de los materiales, el hormigón se colocará cuidadosamente, en una masa compacta y en su posición final mediante trompas de elefante por otros medios aprobados por el Director de las Obras, y no debe removerse una vez haya sido depositado.
- Cuando se usen trompas de elefante, su diámetro no será inferior a veinticinco (25) centímetros. Los medios para sostenerla serán tales que permitan un libre movimiento del extremo de descarga sobre la parte superior del hormigón y faciliten que se pueda bajar rápidamente cuando sea necesario cortar o retardar su descarga. La trampa se llenará de forma que no se produzca el deslavado del hormigón. El extremo de descarga estará, en todo momento, sumergido por

completo en el hormigón, y el tubo final deberá contener una cantidad suficiente de mezcla para evitar la entrada de agua.

3.3.2.5 Juntas de hormigonado

Se cuidará que las juntas creadas por las interrupciones del hormigonado queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menores para que las masas puedan deformarse libremente. El ancho de estas juntas, deberá ser el necesario para que en su día puedan hormigonarse correctamente.

Al reanudar los trabajos, se limpiará la junta de toda suciedad, lechada o árido suelto que haya quedado suelto, primero con aire a presión, y luego con agua también a presión hasta dejar el árido visto; luego antes de verter el nuevo hormigón se echará un mortero formado del propio hormigón pero sólo con finos. La Dirección de Obra podrá exigir, si lo considera necesarios, el empleo de productos intermedios tales como resinas "epoxi" para mejor adherencia de los hormigones, y conseguir una completa estanqueidad, o el empleo de la junta de Polivinilo.

3.3.2.6 Vibrado

El obligatorio el empleo de vibradores para mejorar la puesta en obra consiguiendo una mayor compacidad.

El vibrado se realizará teniendo en cuenta las siguientes prescripciones:

- El espesor de las tongadas será tal que al introducir la aguja vertical o ligeramente en la capa subyacente para asegurar la buena unión entre ambas.
- El proceso deberá prolongarse hasta que la lechada, refluya a la superficie, y en forma que está presente un brillo uniforme en toda su extensión.
- Si se emplean vibradores de superficie, se aplicarán moviéndolos ligeramente y en forma lenta, de modo que el efecto alcance a toda la masa.
- Si se emplean vibradores internos, su frecuencia de trabajo no será inferior a seis mil revoluciones por minuto. La velocidad de penetración en la masa no será superior a 10 cm/seg.

Se autorizará el empleo de vibradores firmemente anclados a los moldes, con tal de que se distribuyan los aparatos en la forma conveniente para que su efecto se extienda a toda la masa.

No se permitirá que el vibrado afecte a hormigón parcialmente endurecido ni que se aplique el elemento de vibrado directamente a las armaduras.

3.3.2.7 *Consistencia del hormigón*

La consistencia del hormigón se define por uno cualquiera de los procedimientos descritos en los métodos de ensayos UNE-7102 y UNE-7103.

Por regla general, todos los hormigones que hayan de ser vibrados, tendrán consistencia plástica Cono de Abrams entre 3 y 5 cm.

La pérdida de asiento medida por el Cono de Abrams, entre el hormigón en la hormigonera y en los encofrados, deberá ser fijada por el Director de las Obras, y no debe ser superior, excepto en casos extraordinarios, a veinticinco (25) milímetros.

El Director de las Obras autoriza el uso de hormigones armados vibrados de consistencia plástica, en aquellas zonas o nudos fuertemente armados, donde es difícil el acceso del hormigón.

Se prohíbe el empleo de hormigones de consistencia inferior a la blanda (Cono de Abrams mayor de 9 cm según la Norma UNE-7103) en cualquier elemento que cumpla una misión resistente.

3.3.2.8 *Precauciones especiales y curado*

El hormigonado se suspenderá siempre que se prevea que dentro de los cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes puede descender la temperatura del ambiente por debajo de los cero grados (0°C).

En los casos que por absoluta necesidad, haya que hormigonar en tiempo frío, será necesario un permiso previo del Director de las Obras. En tal caso, se tomarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no habrán de producirse deterioros locales ni mermas en las características resistentes.

Si no es posible garantizar que con las medidas adoptadas se ha conseguido evitar dicha pérdida de resistencia, el Director de las Obras, podrá ordenar los ensayos de información o pruebas de carga que permitan conocer la resistencia real alcanzada en obra.

Cuando el hormigonado se efectúe en tiempo caluroso, se adoptarán las medidas oportunas para evitar una evaporación sensible del agua del amasado, tanto durante el transporte como en la colocación del hormigón.

Una vez puesto en obra el hormigón se protegerá del sol y del viento para evitar su desecación.

De no tener precauciones especiales, deberá suspender el hormigonado cuando la temperatura exterior sobrepase los 40°C.

Durante el fraguado y primer período de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo, adoptando para ello las medidas adecuadas como pueda ser su cubrición con sacos, arena, paja u otros materiales análogos, que se mantendrán húmedos mediante riegos frecuentes.

Estas medidas se prolongarán durante siete días, si el conglomerante utilizado fuese cemento Portland-350 y quince días en el caso de que el cemento utilizado fuese de endurecimiento más lento. Estos plazos deberán aumentarse en un cincuenta por ciento (50%) en tiempo seco.

El curado podrá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón, sea mediante riego directo que no produzca deslavado, o bien protegiendo las superficies mediante recubrimientos plásticos u otros productos que garanticen la retención de humedad de la masa, durante el período de endurecimiento.

3.3.2.9 Armaduras

El control será a nivel normal según el artículo 71 de control de calidad del acero en la EH-08.

Tanto para la colocación como para el doblado de armaduras, se seguirán las prescripciones de los artículos 13 y 12 respectivamente de la EH-08.

Las armaduras se doblarán ajustándose a los planos e instrucciones del Proyecto.

Esta operación se realizará en frío y a velocidad moderada, preferentemente por medios mecánicos, no admitiéndose excepción para las barras endurecidas por estirado en frío o por tratamientos térmicos especiales.

Salvo expresa indicación en los planos del presente Proyecto, el doblado de las barras se realizará con radios interiores que cumplan las condiciones recogidas en el artículo 12 de la Instrucción EH-08.

Los cercos o estribos podrán doblarse con radios inferiores a los que resultan de la limitación anterior, siempre que ello no origine en dichos elementos un principio de fisuración. No se admitirá el enderezamiento de codos.

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de cascarilla, pintura, grasa o cualquier sustancia perjudicial. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos del Proyecto, sujetas entre sí y al encofrado, de manera que no puedan experimentar movimientos durante el vertido y compactación del hormigón y permitan a este, envolverse a ellas y rellenar el encofrado sin dejar coqueas.

Podrá utilizarse tipos de acero diferente en las barras principales y en los estribos y cercos, previa autorización del Director de las Obras.

La distancia de las barras a los paramentos, será igual o superior al diámetro de la barra respetando las indicaciones de los planos correspondientes, y en ningún caso será inferior a dos centímetros (2 cm) ni superior a cuatro centímetros (4 cm). Esta última limitación no se aplicará a los elementos enterrados.

Salvo justificación especial, las barras corrugadas de las armaduras se anclarán por prolongación recta, pudiendo también emplearse patilla. Únicamente se autorizará el empleo de gancho en barras trabajando a tracción, siendo en cualquier caso preferible el uso de alguno de los dos sistemas anteriores.

Las longitudes de anclajes serán las definidas en la EH-08.

El empalme podrá realizarse por solape o soldadura, no se admitirán otros tipos de empalme sin la previa justificación de que su resistencia a rotura es igual o superior a la de cualquiera de las barras empalmadas.

Durante la ejecución de la pieza se pondrá especial cuidado para que no coincidan en una misma sección, empalmes de distintas barras. Si por exigencias de la pieza esto no fuera posible, se distanciarán los centros de los empalmes como mínimo una longitud equivalente a 20 (veinte) tomando para el valor de la barra más gruesa, si las hubiere de diferente sección.

El empalme por solape se realizará colocando las barras una sobre otra y zunchándolas con alambre en toda la longitud del solape.

En barras corrugadas, la longitud de solape será igual o superior a la especificada para anclaje y no se dispondrán ganchos ni patillas.

El empalme podrá realizarse por soldadura siempre que las barras sean de calidad soldable, y que la unión se lleve a cabo de acuerdo con las normas de buena práctica para esta técnica; en tal caso los empalmes podrán ejecutarse:

- A tope al arco eléctrico, biselando previamente los extremos de las barras.
- A tope, por resistencia eléctrica según el método de incluir en su ciclo un período de forja.
- A solape con cordones longitudinales, siempre que las barras sean de diámetro igual o inferior a 25 mm.

3.3.2.10 Mortero de cemento

La mezcla podrá realizarse a mano o mecánicamente. En el primer caso, se hará sobre un piso impermeable.

El cemento y la arena se mezclarán en seco hasta conseguir un producto homogéneo de color uniforme. A continuación, se añadirá la cantidad de agua estrictamente necesaria para que, una vez batida la masa, tenga la consistencia adecuada para su aplicación en obra.

Solamente se fabricará el mortero preciso para su uso inmediato, rechazándosele todo aquel que no haya sido empleado dentro de los cuarenta y cinco (45) minutos que sigan a su amasadura, salvo morteros especiales.

3.3.3 Edificación

3.3.3.1 Cimiento para edificios

En general la cimentación se adaptará a lo indicado en los planos correspondientes.

Si realizada la apertura de zanjas o pozos de cimentación existieran contradicciones con los resultados de los estudios y ensayos iniciales se ejecutarán las pruebas necesarias de penetración y/o sondeos a efectos de disponer la cimentación más idónea.

Estas pruebas y ensayos no deberán realizarse sin la autorización oportuna del Ingeniero Director.

En caso de cimentación directa la base de la fundación deberá estar libre de aguas, tierras, arenas y gravas sueltas.

3.3.3.2 Fábrica de bloques

- El espesor de las juntas interiores no excederá en ningún caso de veinte (20) milímetros ni el espesor medio de las juntas vistas de doce (12) milímetros.
- Los bloques que haya necesidad de emplear cortados, serán de la mayor dimensión que consista el despiece que se adopte.
- El Ingeniero Director, fijará el despiece de bloque que debe adoptarse en cada caso.

3.3.3.3 Fábrica de ladrillo

- Los ladrillos deberán ser siempre regados antes de su colocación en obra y el riego deberá ser lo suficientemente saturado de humedad. Deberá demolerse toda fábrica en la que el ladrillo no hubiese sido regado o lo hubiese sido de manera insuficiente.
- El espesor de las juntas interiores no excederá en ningún caso de veinte (20) milímetros ni el espesor medio de las juntas vistas de doce (12) milímetros.
- Los ladrillos que haya necesidad de emplear cortados, serán de la mayor dimensión que consista el despiece que se adopte.

- El Ingeniero Director, fijará el despiece del ladrillo que debe adoptarse en cada caso.

3.3.3.4 Forjados

Cumplirán lo prescrito en el "Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura" en el capítulo II apartado 2.4.13, como así mismo los NTE-EHV.



3.4 Apartado 4: Medición y abono de las obras

3.4.1 Prescripciones generales

Las unidades de obra se mediarán y consiguientemente se abonarán al Contratista, son todas aquellas cuyo título se relaciona en el Cuadro de Precios Número Uno del presente Proyecto.

La determinación de las distintas cantidades, que para cada una de tales unidades de obra corresponda abonar al Contratista, se establecerá con arreglo a las normas de medición que se explicitan en este capítulo.

El pago a efectuar en cada caso, se obtendrá aplicando a las cantidades así determinadas para las distintas unidades de obra, los precios unitarios contractuales expresados en el Contrato de las obras.

Dichos precios se abonarán por las unidades terminadas y ejecutadas con arreglo a las condiciones que se establecen en este Pliego y comprende: el suministro, transporte, manipulación y empleo de los materiales; la mano de obra y la utilización de la maquinaria y medios auxiliares necesarios para su ejecución o montaje, así como cuantas necesidades circunstanciales se les presente para la realización y terminación de las unidades de obra.

Cualquier operación necesaria para la total terminación de las obras o para la ejecución de prescripciones de este Pliego, aún en el caso de no encontrarse explícitamente especificada o imputada en él, se entenderá incluida en las obligaciones del Contratista. Su coste se entenderá, en todo caso, englobado en el precio del Cuadro de Precios Número Uno que corresponda a la unidad o unidades de obra de que forme parte, en el sentido de ser física o preceptivamente necesaria para la ejecución de la operación o de la prescripción de que se trate.

Cada clase de obra se medirá exclusivamente en el tipo de unidades, lineales, de superficie, de volumen o de peso que en cada caso se especifique en el citado Cuadro de Precios. Excepcionalmente el Ingeniero Director podrá autorizar, previamente a la ejecución de determinadas unidades, su medición en unidades de distinto tipo del previsto, estableciendo por escrito y con la conformidad del Contratista, los oportunos factores de conversión.

Todas las mediciones básicas para la cubicación de las obras, incluidos los trabajos topográficos que se realicen a este fin, deberán ser conformados por el representante del Contratista y por el Ingeniero Director, y aprobado por este. Las unidades que hayan de quedar ocultas o enterradas deberán ser medidas antes de su ocultamiento. Si la medición no se efectuó a su debido tiempo, serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para llevarla a cabo.

Las obras varias cuya ejecución no esté totalmente definida en este Proyecto, se abonarán de acuerdo con lo previsto para las obras accesorias en el articulado del Pliego de

Cláusulas Administrativas Generales para la Contratación de Obras del Estado de 31 de Diciembre de 1970.

En ninguno de estos casos tendrá derecho el Contratista a reclamación alguna fundada en la insuficiencia de los precios de dicho Cuadro o en omisiones del coste de cualquiera de los elementos que constituyen los referidos precios.

3.4.2 Obras de movimientos de tierra

3.4.2.1 Demoliciones

Las demoliciones de las obras de fábrica que sea preciso realizar para la ejecución de las obras se abonarán, independientemente de la excavación al precio indicado en el Cuadro de Precios. La medición se realizará según los criterios indicados en el artículo 301 del PG-3.

3.4.2.2 Despeje, desbroce y limpieza

Se abonará por metros cuadrados (m²) realmente desmontados. En el precio se incluye la limpieza del terreno en una profundidad de 25 cm. y la retirada a vertedero autorizado de los productos sobrantes.

3.4.2.3 Excavaciones

Las prescripciones del presente apartado afectan a toda clase de obras de excavación, ya sean ejecutadas a mano o a máquina y, tanto para vaciado, explanaciones, emplazamientos, zanjas o pozos.

Las obras de excavación se abonarán por los metros cúbicos realmente extraídos, medidos por diferencia entre los perfiles tomados antes de iniciar los trabajos y los perfiles finales, con la salvedad expresada en el párrafo siguiente.

Si por conveniencia de la Contrata adjudicataria y aún con la conformidad de la Dirección de la Obras se realizará mayor excavación que la prevista en los perfiles del Proyecto, el exceso de excavación, así como el ulterior relleno de dicha demasía, no será objeto de medición al Contratista, a menos que tales aumentos sean obligados por causa de fuerza mayor y expresamente ordenados, reconocidos y aceptados por la Dirección de las Obras con la debida anticipación.

La unidad incluye el empleo de herramientas y maquinarias, y mano de obra necesaria, la carga sobre vehículo y el transporte a gestor autorizado o lugar de empleo.

El empleo de maquinaria zanjadora con la autorización del Director de las Obras y cuyo mecanismo activo dé lugar a una anchura de zanja superior a la proyectada, si bien no dará lugar a sanción por exceso de excavación, tampoco supondrá incremento de medición a favor del Contratista por el mayor volumen excavado ni por el subsiguiente relleno.

Los excesos no justificados de anchura de la excavación en los que están incluidos los desprendimientos que pudieran producirse y su relleno, sobre las medidas fijadas por el Director de las Obras, no supondrá en ningún caso un incremento de medición a favor de la Contrata sin perjuicio de la sanción en que ésta pueda haber incurrido por desobediencia a las órdenes superiores.

3.4.2.4 Terraplenes

Los terraplenes se abonarán por metros cúbicos (m³) medidos sobre los planos de los perfiles transversales.

En el precio está comprendido el refino de los taludes, no dando lugar en ningún caso a un abono por separado. También en el precio del terraplén se encuentra comprendido el exceso lateral necesario para que el grado de compactación alcance los valores exigidos en los bordes de la sección transversal de proyecto, así como el perfilado que incluye la excavación y retirada de ese exceso hasta conseguir el perfil de la sección tipo.

La excavación de material inadecuado en el cimiento del terraplén se abonará al precio de la unidad correspondiente de excavación.

En la unidad de terraplén están incluidos todos los materiales y operaciones necesarias para su correcta puesta en obra, a excepción de la excavación especificada en el párrafo anterior.

En el precio del terraplén se incluye la excavación en préstamos, material, carga, transporte a lugar de empleo y descarga, así como los gastos e impuestos de la autorización legal.

3.4.2.5 Transporte a vertedero o depósito

El transporte de tierras o materiales procedentes de excavaciones a depósitos o vertederos a mayor distancia que la considerada en el precio de las excavaciones o demoliciones se medirá y abonará por los m³ medidos en perfil, que sea objeto de transporte, sin tener en cuenta el esponjamiento, cualquiera que sea su grado.

La unidad comprende el empleo de útiles o vehículos de transporte, la carga y descarga en el lugar del depósito o vertedero autorizado.

3.4.3 Obras de firmes y drenajes

3.4.3.1 Cunetas

Se medirán y abonarán por metros lineales realmente ejecutados, medidos en el terreno, incluyendo las excavaciones y trabajos auxiliares, dentro de la unidad del metro lineal de cuneta.

3.4.3.1 Arquetas

Se medirán y abonarán por unidades realmente ejecutadas en obra incluyendo las excavaciones y trabajos auxiliares, dentro de la unidad.

3.4.3.2 Zahorra artificial

Se medirán y abonarán por metros cúbicos realmente ejecutados, medidos en las secciones tipo señaladas en los planos.

3.4.3.3 Aceras

El pavimento de baldosas se medirá y abonará por metro cuadrado realmente colocado. La unidad incluye la capa de asiento de mortero, la arena y la preparación del suelo.

3.4.3.4 Bordillos

Se realizará el abono de los bordillos por metros lineales realmente colocados y medidos. La unidad incluye la capa de asiento de mortero, así como el relleno de juntas del mismo material, y las excavaciones que conlleve.

3.4.4 Obras de conducción

3.4.4.1 *Tuberías de acero inoxidable*

Los tubos de acero inoxidable se medirán por metros lineales (ml) descontando las longitudes de las interrupciones debidas a arquetas, registros, etc. A dicha medición se le aplicará el precio unitario correspondiente según el tipo y diámetro del tubo.

El importe resultante comprende el suministro de los tubos, preparación de la superficie de asiento, colocación de los tubos, ejecución de juntas, piezas y empalmes con arquetas u otras tuberías.

3.4.4.2 *Tuberías de PVC*

Los tubos de PVC se abonarán de acuerdo a los precios fijados en el Cuadro de Precios N° 1, efectuándose el abono por metros lineales (ml) de material empleado. En el precio de dicha unidad estará incluido tanto el suministro como el transporte, manipulación y puesta en obra, así como la parte proporcional de piezas especiales.

3.4.4.3 *Tuberías de PE*

Los tubos de PE se abonarán de acuerdo a los precios fijados en el Cuadro de Precios n° 1, efectuándose el abono por metros lineales (ml) de material empleado. En el precio de dicha unidad estará incluido tanto el suministro como el transporte, manipulación y puesta en obra, así como la parte proporcional de piezas especiales.

3.4.4.4 *Válvulas*

Se abonarán de acuerdo a los precios fijados en el Cuadro de Precios para esta unidad. El abono se efectuará por unidades (Ud.) realmente colocadas según especifiquen los Planos o por orden del Ingeniero Director.

En el precio de cada unidad se incluye la válvula a pie de obra, los sistemas de accionamiento, las piezas especiales necesarias para acoplamiento, juntas, instalación y las pruebas hidráulicas necesarias.

3.4.5 Obras de hormigón en masa

3.4.5.1 *Encofrados*

Los encofrados se medirán según la superficie de encofrado útil. Se medirán tanto la cara vista como la oculta. El hecho de pagar el encofrado oculto no da derecho al Contratista a percibir sobreexcavaciones, aunque estas sean necesarias para realizar los encofrados.

3.4.5.2 *Armaduras de hormigón*

Esta unidad se abonará a los precios fijados en el Cuadro de Precios. El abono se efectuará por Kilogramos (Kg.) de material teóricamente empleado, medido estrictamente sobre los planos de construcción y a partir de las tablas de peso de los redondos.

En el precio del acero se considera incluido además del suministro, todas las operaciones y medios relativos a su elaboración, manipulación, colocación y transporte, tanto dentro como fuera de la obra, su almacenamiento y las pérdidas, tanto por solapes como despuntes, que habrán sido repercutidos.

No serán objeto de abono, habiéndose repercutido en los precios, todas aquellas armaduras que sirvan de soporte a la principal y que no vengan reflejadas en los planos.

3.5 Apartado 5: Disposiciones finales

3.5.1 Programa de trabajo

Dentro de los treinta (30) días siguientes a la fecha en que se le notifique la adjudicación definitiva de las obras, el Contratista deberá presentar, inexcusablemente, al Ingeniero Director, el Programa de Trabajo que establece el Decreto de la Presidencia del Gobierno de 24 de junio de 1.955 (B.O.E. de 5 de julio siguiente), en el que se especificarán los plazos parciales y fechas de terminación de las distintas clases de obras, ajustándose a las anualidades contractuales establecidas.

El citado Programa de Trabajo, una vez aprobado por el Ingeniero Director, tendrá carácter de compromiso formal en cuanto al cumplimiento de los plazos parciales en él establecidos.

3.5.2 Replanteo previo de las obras

Firmada la escritura de contratación, el Ingeniero Director, en presencia del Contratista, comprobará sobre el terreno el replanteo que se haya realizado de las obras. Se levantará, por triplicado, un acta que, firmada por ambas partes, dejará constancia de la buena realización del replanteo y su concordancia con el terreno, o por el contrario, si es preciso variarlo y redactar un proyecto reformado. En el primer caso, podrán iniciarse las obras y en el segundo, se dará conocimiento a la Administración. Esta tomará la resolución que proceda y la comunicará de oficio al Contratista, en la forma prevista en el Pliego de Condiciones Generales.

3.5.3 Disposiciones legales complementarias

El Contratista vendrá obligado al cumplimiento de lo dispuesto en el Reglamento de Higiene y Seguridad del Trabajo, de 31 de enero de 1.940 (B.O.E. de 3 y 28 siguientes) y de cuantas disposiciones legales de carácter social, de protección a la Industria Nacional, etc., rijan en la fecha en que se ejecuten las obras.

Igualmente está obligado al cumplimiento de la O.M. de 14 de marzo de 1.960 sobre señalización de las obras.

El Contratista renuncia al fuero de su domicilio en cuantas cuestiones surjan con motivo de las obras objeto de este Proyecto.

3.5.4 Revisión de planos y medidas

El Contratista deberá revisar, inmediatamente después de recibidos, todos los planos que le hayan sido facilitados, y deberá informar prontamente al Ingeniero Director sobre cualquier error y omisión que aprecie en ellos.

Igualmente deberá confrontar los planos y comprobar las cotas antes de aparejar la obra y será responsable por cualquier error que hubiera podido evitar de haberlo hecho.

3.5.5 Prescripciones generales para la ejecución de las obras

Todas las obras se ejecutarán siempre atendándose a las reglas de la buena construcción y con materiales de primera calidad, de acuerdo con las normas del presente Pliego. En aquellos casos que no se detallan en este Pliego de Condiciones, tanto en lo referente a los materiales como en la ejecución de las obras, el Contratista se atenderá a los que la costumbre ha sancionado como norma de buena construcción.

3.5.6 Ensayos y reconocimientos

En general, los ensayos de materiales podrán realizarse en la misma obra, pero en caso de duda sobre los resultados obtenidos, a juicio del Ingeniero Director, los ensayos se realizarán en los Laboratorios del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas y los resultados en éstos obtenidos serán los definitivos.

El Ingeniero Director, podrá, por sí o por Delegación, elegir los materiales que hayan de ensayarse, así como presenciar su preparación y ensayo.

3.5.7 Medidas de protección y limpieza

El Contratista deberá proteger todos los materiales y la propia obra, contra todo deterioro y daños durante el período de construcción.

Particularmente, protegerá contra incendios todas las materias inflamables, donde cumplimente a los reglamentos vigentes para el almacenamiento de explosivos y carburantes.

Conservará en perfecto estado de limpieza todos los espacios interiores y exteriores de las construcciones, evacuando los desperdicios y basuras.

3.5.8 Prueba que debe efectuarse antes de recepción

Terminado el período de construcción a criterio del Ingeniero Director, comenzará el de puesta a punto de las obras e instalaciones, en el que se someterán las obras a prueba de resistencia, estabilidad e impermeabilidad con arreglo al programa que redacte el Ingeniero Director.

Asimismo se comprobará el correcto estado y montaje de los equipos de cara a su funcionamiento.

3.5.9 Revisión de precios

Será de aplicación Real Decreto 1359/2011, de 7 de octubre, por el que se aprueba la relación de materiales básicos y las fórmulas-tipo generales de revisión de precios de los contratos de obras y de contratos de suministro de fabricación de armamento y equipamiento de las Administraciones Públicas.

La fórmula que se empleará en el presente proyecto es la fórmula 561 definida en el R.D. dentro del apartado de dedicado a las obras hidráulicas.

Dicha fórmula hace referencia a obras con un alto uso siderurgia, cemento, rocas y áridos. Tipologías más representativas: instalaciones y conducciones de abastecimiento y saneamiento.

La fórmula es la siguiente:

$$Kt = 0,10 Ct/C0 + 0,05 Et/E0 + 0,02 Pt/P0 + 0,08 Rt/R0 + 0,28 St/S0 + 0,01 Tt/T0 + 0,46$$

Dónde:

Kt = Coeficiente teórico de revisión para el momento.

Ct = Índice de coste del cemento en el momento de la ejecución.

Co = Índice del coste del cemento en la fecha de licitación.

Et = Índice de coste de la energía en el momento de ejecución t.

Eo = Índice el coste de la energía en la fecha de licitación

Pt = Índice de coste de los productos plásticos en el momento de la ejecución.

Po = Índice de coste de los productos plásticos en la fecha de licitación.

Rt = Índice de coste de los áridos y rocas en el momento de la ejecución.

Ro = Índice de coste de los áridos y rocas en la fecha de licitación.

St = Índice de coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de ejecución t.

So = Índice del coste de los materiales siderúrgicos en la fecha de licitación.

T_t = Índice de coste de los materiales electrónicos en la fecha de ejecución t.

T_o = Índice del coste de los materiales electrónicos en la fecha de licitación.

3.5.10 Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras e instalaciones será de un (1) año contando a partir de la fecha de recepción de la obra.

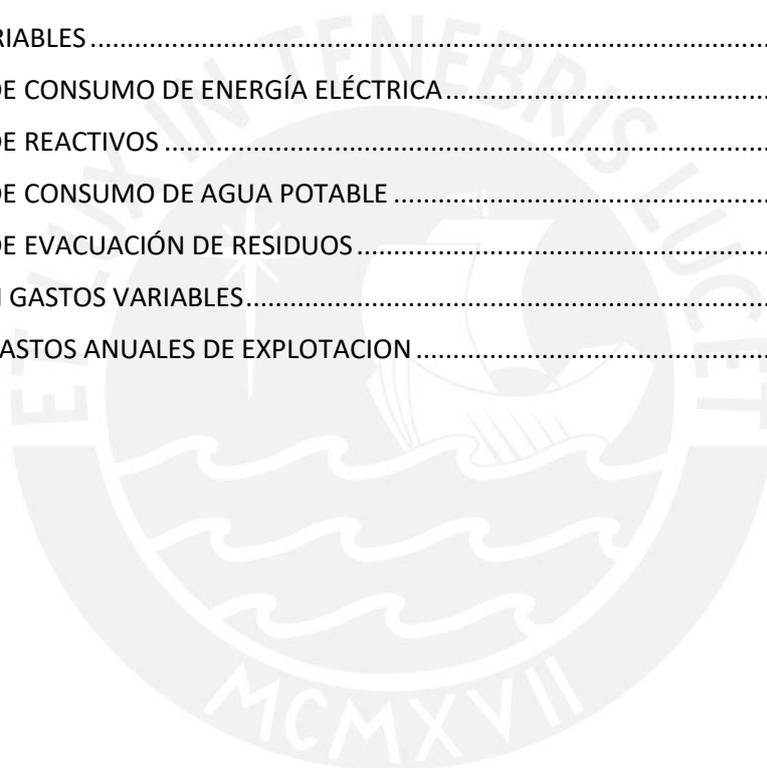




Anexo N°16: Explotación y Mantenimiento

Tabla de contenido

| | |
|---|----|
| OBJETIVO..... | 3 |
| DATOS BÁSICOS..... | 4 |
| COSTES DE EXPLOTACION | 5 |
| GASTOS FIJOS | 5 |
| GASTOS FIJOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA | 5 |
| GASTOS DE PERSONAL | 7 |
| GASTOS DE MANTENIMIENTO | 8 |
| GASTOS DE CONSERVACIÓN. | 9 |
| VARIOS..... | 9 |
| RESUMEN GASTOS FIJOS..... | 9 |
| GASTOS VARIABLES | 10 |
| GASTOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA..... | 10 |
| GASTOS DE REACTIVOS | 11 |
| GASTOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE | 12 |
| GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS..... | 13 |
| RESUMEN GASTOS VARIABLES..... | 15 |
| RESUMEN GASTOS ANUALES DE EXPLOTACION | 16 |



OBJETIVO.

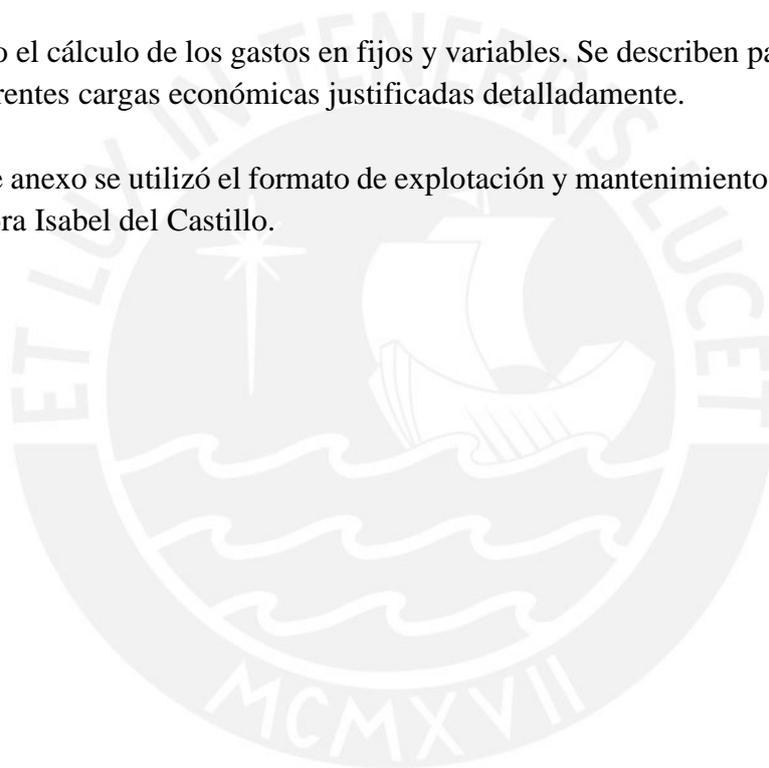
El objetivo del Anexo de Explotación y Mantenimiento es la justificación de las necesidades de la planta durante su vida útil. Se realiza un estudio de los costos de mantenimiento y explotación que requiere la planta, como son el coste de personal de mantenimiento, energía eléctrica, retirada de fangos, reactivos y otros gastos.

Se detallan los servicios que se van a ofrecer, tanto en personal como en medios materiales y detalles de operación y mantenimiento.

Con el fin de proporcionar la mayor claridad posible, se considerará un año tipo de explotación.

Se ha dividido el cálculo de los gastos en fijos y variables. Se describen para cada uno de ellos, las diferentes cargas económicas justificadas detalladamente.

En el presente anexo se utilizó el formato de explotación y mantenimiento proporcionado por la profesora Isabel del Castillo.



DATOS BÁSICOS.

El estudio se realiza considerando que la E.D.A.R. desde el primero momento trataran los caudales y las cargas de diseño establecidas en el dimensionamiento de la planta.

Estos datos son:

Caudales

| | Valor |
|--|--------------|
| Caudal medio diario, m³/d | 2700 |
| Caudal medio, m³/h | 112.5 |
| Caudal máximo en pretratamiento, m³/h | 13500 |
| Caudal máximo después del pretratamiento, m³/h | 6750 |
| Caudal punta, m³/h | 180 |

Características del agua a tratar.

| | Caudal m³/d | DBO₅ | | SS | | N | | P | |
|--------------|-----------------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l | kg/d | mg/l |
| Valor | 2700 | 540 | 200 | 405 | 150 | 135 | 50 | 13.5 | 5 |

Resultados a obtener.

Efluente:

DBO₅..... < 25 mg/L
Sólidos en suspensión..... < 35 mg/L
Nitrógeno total..... < 15 mg/L
Fósforo total..... < 2 mg/L

Fangos:

Sólidos volátiles..... ≤ 40 %
Sequedad..... ≥ 25 %

Para más información respecto a esta parte se remite al anexo 7 de dimensionamiento y cálculo del proceso.

COSTES DE EXPLOTACION

Las labores de explotación, Mantenimiento y Conservación de las Instalaciones y equipos que componen una E.D.A.R. originan unos gastos que, por su naturaleza, pueden clasificarse en costos fijos y costos variables.

GASTOS FIJOS

Se dividen en:

- Costes fijos de energía eléctrica
- Gastos de personal.
- Gastos de mantenimiento.
- Gastos de conservación.
- Varios.

GASTOS FIJOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Los gastos fijos de electricidad serán calculados en función de la tarifa sobre la potencia contratada, que será suma de:

- La potencia de los equipos de la planta
- La potencia necesaria para los sistemas energéticos de acondicionamiento (calor y frío)
- La fuerza para los equipos de control e iluminación interior y exterior (viales y espacios libres)

Para la valoración de la potencia contratada se parte de suministros eléctricos de media tensión, con tensión comprendida entre 1 kV y 36 kV. La tarifa considerada es de Aura Energía.

Tarifa 3.1A: Tarifa de media tensión para empresas grandes e industrias pequeñas (potencia inferior a 450 kw)

Tarifa de luz para empresas grandes e industrias que se corresponde a suministros de media tensión, con tensión comprendida entre 1 kV y 36 kV, y potencias contratadas inferiores a 450 kW.

Esta tarifa presenta discriminación horaria estacional, es decir, se divide el día en tres periodos, denominados periodo punta, llano y valle.

Periodo tarifario 1 (Punta)

- Termino de potencia: 0,162119 €/kW-día
- Término de energía 0,093459 €/kWh

Periodo tarifario 2 (Llano)

- Termino de potencia: 0,099974 €/kW-día
- Termino de energía: 0,083415 €/kWh

Periodo tarifario 3 (Valle)

- Termino de potencia: 0,022925 €/kW-día
- Termino de energía: 0,059970 €/kWh



Potencia contratada

- Potencia equipos y maquinaria
- Potencia, iluminación, equipos de control y otros

Estos datos derivan de las tablas del Anexo I del presente Anexo, donde se detallan los diferentes equipos de los que consta la EDAR así como su potencia. También se define la potencia de los diferentes equipos de control y alumbrado.

Por ejemplo, para la tarifa 3.1A. el coste debido al término de potencia se calcula determinando el precio medio del kW teniendo en cuenta el número de días de lunes a viernes, y sábados y domingos de un año, y el número de horas diarias de punta, de llano o de valle.

Periodo tarifario 1 (Punta) - Termino de potencia: 0,162119 €/kW-día

Periodo tarifario 2 (Llano) - Termino de potencia: 0,099974 €/kW-día

Periodo tarifario 3 (Valle) - Termino de potencia: 0,022925 €/kW-día

Lunes a viernes: 260 días

6 h punta/día: 0,162119 €/kW-día

10 h llano/día: 0,099974 €/kW-día

8 h valle/día: 0,022925 €/kW-día

Sábados y domingos: 105 días

6 h llano/día: 0,099974 €/kW-día

18 h valle/día: 0,022925 €/kW-día

$$\begin{aligned} \text{Término de potencia} &= \frac{1}{365 \cdot 24} \left(\frac{6h}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,162119 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{10h}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot \right. \\ &0,099974 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{8h}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,022925 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{6h}{\text{día}} \cdot 105 \text{ días} \cdot 0,099974 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{18h}{\text{día}} \cdot \\ &105 \text{ días} \cdot 0,022925 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} \left. \right) = 0,076123 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} \end{aligned}$$

Coste anual (€/año) = Potencia base necesaria (kW) * Término de potencia (€/kW-día) * 365 días

La potencia base necesaria es la obtenida del cálculo del consumo de los diferentes equipos de los que dispone la depuradora y su potencia, así como la potencia de los diferentes equipos de control y alumbrado.

| | |
|--|-------------|
| Repercusión T. Potencia (€/kW día) | 0,076123 |
| Potencia base necesaria (kW) | 169.71 |
| TOTAL TERMINO DE POTENCIA (€/año) | 4716 |

GASTOS DE PERSONAL

El número de trabajadores de la plantilla encargada de la planta, así como los salarios correspondientes se estiman en base a la experiencia en depuradoras actuales similares.

Para la dirección, explotación y mantenimiento de una EDAR de aproximadamente 20.000 h-e, las necesidades de personal en servicio se estiman en base a un equipo compuesto por:

- Jefe de Planta a media jornada (4 h/día), que también hace las labores de vigilancia del funcionamiento de los equipos.
- Operador a jornada completa (8 h/día), que se encargará de la conservación y mantenimiento general, así como del manejo de fango.

| Puesto | Unidades | Ocupación | Salario anual (al 100%) | Coste anual (€/año) |
|--|-----------------|------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Jefe de planta | 1 | 50% | 45000 | 22500 |
| Ayudante operador | 2 | 50% | 22500 | 22500 |
| Otros costes (apoyos externos, seguridad y salud, vestuario y formación) | | | | 4000 |

| | |
|-------------------------------|--------------|
| TOTAL PERSONAL (€/año) | 49000 |
|-------------------------------|--------------|

GASTOS DE MANTENIMIENTO

Los costes de mantenimiento tienen en cuenta el desgaste y reparaciones de los equipos mecánicos de las instalaciones. Incluyen reparaciones de equipos, reposiciones de componentes de los equipos que alcanzan el fin de su vida útil (sustitución de correas de las soplantes, rodamientos, rodillos, rodetes, etc.), así como de las revisiones periódicas programadas.

También ha de contarse con contratos de revisión y mantenimiento exteriores, cuyos costos recogen aquellos gastos motivados por actuaciones muy específicas del mantenimiento preventivo.

Pueden estimarse en base a la inversión inicial de las instalaciones electromecánicas:

- Mantenimiento equipos mecánicos: 0,8% del valor de inversión inicial de los equipos mecánicos.
- Mantenimiento equipos eléctricos de baja tensión: 0,6% del valor de inversión inicial de los equipos eléctricos.
- Centro de transformación, automatismo y control e instrumentación

| Gastos de mantenimiento | Coste anual (€/año) |
|---|----------------------------|
| Mantenimiento equipos mecánicos | 5251.78 |
| Mantenimiento equipos eléctricos | 787.77 |
| Centro de transformación, automatismo y control e instrumentación | 5000 |

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| TOTAL MANTENIMIENTO (€/año) | 11039.55 |
|------------------------------------|-----------------|

GASTOS DE CONSERVACIÓN.

En este apartado se incluyen los costes derivados de las labores de preservación del buen estado de la obra civil, edificaciones, condiciones de la pintura de las instalaciones y el ajardinamiento.

Se puede estimar como un valor igual al 0,1% del valor de la inversión inicial correspondiente a la obra civil, edificios, ajardinamiento, etc.

| | |
|-----------------------------------|----------------|
| TOTAL CONSERVACIÓN (€/año) | 1491.57 |
|-----------------------------------|----------------|

VARIOS

En este apartado se agrupan el resto de gastos fijos, entre los que se incluyen:

- Gastos de administración (oficina y medios materiales)
 - Gastos de oficina: Material, teléfono, equipos informáticos, limpieza, seguros, publicidad y dietas
 - Utilización de medios materiales: Furgonetas, equipos de ardinería, acondicionamiento oficina y almacén, herramientas, etc.
- Control de proceso y análisis:
 - Utilización del laboratorio (reactivos y equipos)
 - Analítica externa

| Gastos varios | Coste anual (€/año) |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Gastos de administración | 7200 |
| Control de proceso y análisis | 2400 |
| TOTAL VARIOS (€/año) | 9600 |

RESUMEN GASTOS FIJOS

| | €/año |
|--------------------------------------|-----------------|
| ENERGIA ELECTRICA (Término potencia) | 4716 |
| PERSONAL | 49000 |
| MANTENIMIENTO | 11039.55 |
| CONSERVACIÓN | 1491.57 |
| VARIOS | 9600 |
| TOTAL | 75847.12 |

GASTOS VARIABLES

Dependen de las características cuantitativas y cualitativas de agua residual. Al considerar concentraciones medias, se reflejan en función del volumen de agua tratada. Se consideran:

- Energía (Termino de energía)
- Reactivos
- Consumo de agua potable
- Evacuación de residuos

GASTOS DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Se calcula obteniendo el consumo de equipos, iluminación y control (kWh/día) a partir de la potencia nominal de cada equipo (kW) y de las horas de funcionamiento medio por día.

Por ejemplo, para la tarifa 3.1A, el coste del término de energía se determina a través del precio del kWh. Este precio se obtiene calculando la media del precio en cada período y considerando el número de días lunes a viernes y el número de días sábados y domingos de un año y el número de horas diarias de punta, de llano o de valle.

Lunes a viernes: 260 días

6 h punta/día: 0,093459 €/kWh

10 h llano/día: 0,083415 €/kWh

8 h valle/día: 0,059970 €/kWh

Sábados y domingos: 105 días

6 h llano/día: 0,083415 €/kWh

18 h valle/día: 0,059970 €/kWh

$$\begin{aligned} \text{Precio kWh} = & \frac{1}{365 \cdot 24} \left(\frac{6\text{h}}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,093459 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + \frac{10\text{h}}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,083415 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right. \\ & + \frac{8\text{h}}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,059970 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + \frac{6\text{h}}{\text{día}} \cdot 105 \text{ días} \cdot 0,083415 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} + \frac{18\text{h}}{\text{día}} \\ & \left. \cdot 105 \text{ días} \cdot 0,059970 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) = 0,074578 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \end{aligned}$$

El consumo diario se obtiene de la tabla del consumo de equipos del presente Anexo.

Coste anual (€/año) = Precio del kWh (€/kWh) * Energía consumida (kWh/día) * 365 días

| | | |
|---------------------------------|----------------|--------------|
| Precio del kwh | €/kWh | 0,074578 |
| Energía Eléctrica consumida | kwh/día | 1818.54 |
| TOTAL TERMINO DE ENERGIA | € / año | 49503 |

GASTOS DE REACTIVOS

Incluye el coste de todos los reactivos necesarios para de depuración del agua (línea de agua y línea de fango).

Los reactivos utilizados son el cloruro férrico para la precipitación de fósforo y el polielectrolito aniónico para deshidratación.

Los precios considerados en el estudio para los productos comerciales serán:

| | |
|--------------------------|-----------|
| Cloruro férrico | 0,22 €/kg |
| Polielectrolito aniónico | 3,60 €/kg |

El gasto en reactivos vendrá determinado por:

Cloruro férrico (Fe Cl₃)

Riqueza del producto comercial: 40%

Densidad del producto comercial: 1,45 kg/l

Partiendo de los kg/d de Fe a dosificar calculados en el anexo de dimensionamiento (7.3 kg/día):

Dosis FeCl₃ al 40% (kg/d)

$$= 7.3 \frac{\text{kg}}{\text{d}} \text{ Fe a dosificar} \cdot \frac{162,5 \text{ PM FeCl}_3}{55,8 \text{ (g de Fe en FeCl}_3) \cdot 0,40}$$

$$= 53.15 \text{ kg/d}$$

$$\text{Consumo anual de FeCl}_3 \text{ (kg/año)} = 53.15 \text{ kg/día FeCl}_3 \cdot 365 = 19400$$

$$\text{Coste anual FeCl}_3 \text{ (€/año)} = 19400 \text{ FeCl}_3 \text{ (kg/año)} \cdot 0,22 \text{ €/kg} = 4268 \text{ euros}$$

Polielectrolito aniónico para deshidratación

Dosis polielectrolito (kg/d) = 3 kg por t/d materia seca (SS en fango a deshidratar) = 1.284

Consumo anual polielectrolito (kg/año) = 1.284 Dosis polielectrolito (kg/d) * 365 d/año = 468.66

Coste anual polielectrolito (€/año) = Consumo anual polielectrolito (kg/año) * 3,60
€/kg = 1687.2

Resumen de los gastos por consumo de reactivos

| | |
|--------------------------------|---------------|
| Coste cloruro férrico (€/año) | 4268 |
| Coste polielectrolito (€/año) | 1687.2 |
| TOTAL REACTIVOS (€/año) | 5955.2 |

GASTOS DE CONSUMO DE AGUA POTABLE

El agua consumida es para el consumo y aseo del personal de la planta, otros servicios y para dilución del polielectrolito.

El agua necesaria para el riego de los jardines de la EDAR y otras tareas se tomará del efluente depurado.

El precio considerado en el estudio para el agua potable es 1,87 €/m³.

Consumo y aseo personal:

Estimación: 60 l/persona/día

Personas: 1 + 0,5

Días trabajo al año: 246

Consumo de agua: $246 \cdot (1 + 0,5) \cdot 0,06 = 22.14 \text{ m}^3$

Coste anual agua potable = $22.14 \cdot 1,87 = 41.4 \text{ €/año}$

Otros servicios:

Estimación: 50 m³

Coste anual = $50 \cdot 1,87 = 94 \text{ €/año}$

Dilución de polielectrolito:

Estimación: 365 m³

Coste anual = $365 \cdot 1,87 = 683 \text{ €/año}$

| | |
|-----------------------------------|--------------|
| Consumo y aseo personal (€/año) | 41.4 |
| Otros servicios (€/año) | 94 |
| Dilución polielectrolito (€/año) | 683 |
| TOTAL AGUA POTABLE (€/año) | 818.4 |

GASTOS DE EVACUACIÓN DE RESIDUOS

Para el cálculo de los costes de explotación se ha tenido en cuenta el envío de los residuos al vertedero.

Los residuos generados y los precios considerados para su evacuación son:

| | |
|-----------------------|--------|
| Residuos de desbaste: | 10 €/t |
| Arenas: | 10 €/t |
| Grasas: | 35 €/t |
| Fango: | 10 €/t |

Residuos de desbaste.

Para el cálculo de la cantidad de residuos de desbaste generados se toma el ratio 20 – 50 g/m³ de agua residual tratada.

Los residuos del desbaste serán recogidos por el Servicio de la E.D.A.R. Los cálculos se realizan en base al caudal medio considerando los meses de verano e invierno.

Producción anual residuos de desb. (t/año) = $0,050 \text{ kg/m}^3 * 2700 \text{ (m}^3\text{/d)} * 10^{-3} * 365 \text{ días}$
= 49.3 t/año

Importe anual retirada de residuos de desbaste (€/año) = Producción anual (t/año) * 10 €/t
= 493 €/año

Arenas

Para el cálculo de la cantidad de arenas generadas se tomará el ratio 10-15 g/m³ de agua residual.

Las arenas producidas por el desarenador son evacuadas en camiones hasta el vertedero. Los cálculos se realizan en base al caudal medio considerando los meses de verano e invierno.

Producción anual de arena (t/año) = $0,015 \text{ kg/m}^3 * 2700 \text{ (m}^3\text{/d)} * 10^{-3} * 365 \text{ días}$ = 14.79 t/año

Importe anual retirada de arenas (€/año) = Producción anual de arena (t/año) * 10 €/t = 147.9 €/año

Grasas

Para el cálculo de la cantidad de grasas generadas se tomará el ratio: 1-2 g/m³ de agua residual

Las grasas producidas son evacuadas en camiones hasta el vertedero. Los cálculos se realizan en base al caudal medio considerando los meses de verano e invierno.

Producción anual de grasas (t/año) = 0,002 kg/m³ * 2700 (m³/d) * 10⁻³ * 365 días = 1.97 t/año

Importe anual retirada de grasas (€/año) = Producción anual de grasas (t/año) * 35 €/t = 68.95 €/año

Fangos

Los fangos retirados del decantador, después de su paso por el espesador son deshidratados y posteriormente se trasladan a vertedero o se utilizan para labores agrícolas.

La sequedad de los fangos deshidratados se estima en 22-25%

Producción diaria de fangos deshidratado (t/día) = 427.8 kg SS/día producidos * 10⁻³ / 0,22 = 1.95 t/día

Producción anual de fango deshidratado (t/año) = 1.95 t/día de fango deshidratado * 365 = 711.75 t/año

Importe anual retirada de fango (€/año) = Producción anual de fango (t/año) * 10 €/t = 7117.5 €/año

Resumen de los costos por evacuación de residuos.

| | |
|--|---------------|
| Residuos de desbaste (€/año) | 493 |
| Arenas (€/año) | 147.9 |
| Grasas (€/año) | 68.95 |
| Fangos (€/año) | 7117.5 |
| TOTAL EVACUACION RESIDUOS (€/año) | 7827.4 |

RESUMEN GASTOS VARIABLES

| | €/año |
|------------------------|--------------|
| ENERGÍA ELÉCTRICA | 49503 |
| AGUA POTABLE | 818.4 |
| REACTIVOS | 5955.2 |
| EVACUACIÓN DE RESIDUOS | 7827.4 |
| TOTAL | 64104 |



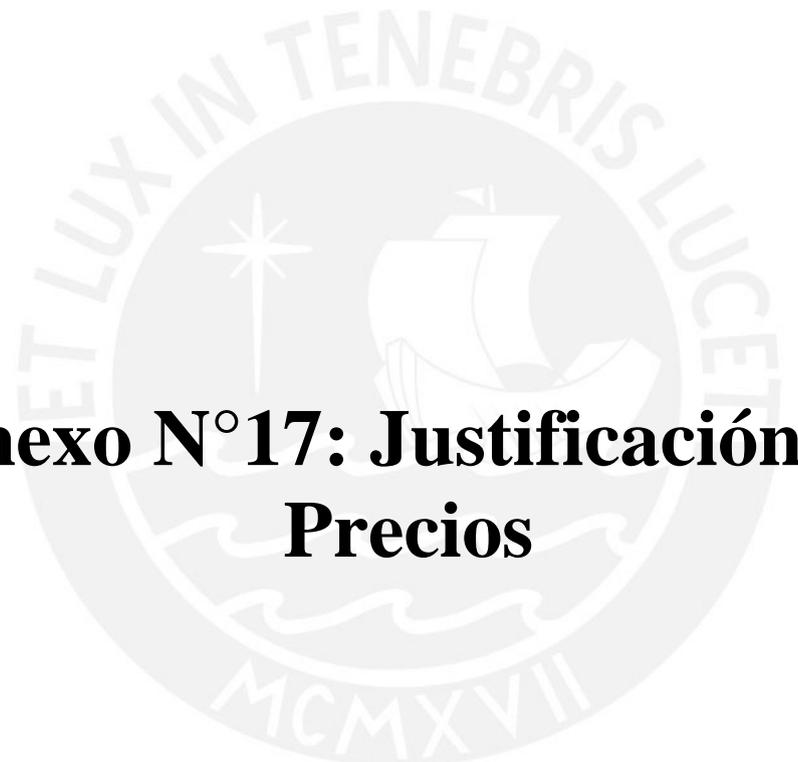
RESUMEN GASTOS ANUALES DE EXPLOTACION

| GASTOS FIJOS | €/año |
|--------------------------------------|--------------|
| ENERGIA ELECTRICA (Término potencia) | 4716 |
| PERSONAL | 49000 |
| MANTENIMIENTO | 11039.55 |
| CONSERVACIÓN | 1491.57 |
| VARIOS | 9600 |

| GASTOS VARIABLES | €/año |
|-------------------------|--------------|
| ENERGIA ELECTRICA | 49503 |
| REACTIVOS | 5955.2 |
| AGUA POTABLE | 818.4 |
| EVACUACION DE RESIDUOS | 7827.4 |

| RESUMEN DE GASTOS ANUALES | €/año |
|----------------------------------|--------------|
| GASTOS FIJOS | 75847.12 |
| GASTOS VARIABLES | 64104 |

| | | |
|--------------|--------------|------------------|
| TOTAL | €/año | 139951.12 |
|--------------|--------------|------------------|



Anexo N°17: Justificación de Precios

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| 1 | |
| 1. OBJETO DEL ANEJO..... | 3 |
| 2. METODOLOGÍA..... | 3 |
| 3. COSTE DE LA MANO DE OBRA..... | 4 |
| 4. COSTE DE LOS MATERIALES..... | 13 |
| 5. COSTE DE LA MAQUINARIA..... | 14 |
| 5.1. Introducción:..... | 14 |
| 5.2. Nomenclatura y definiciones:..... | 14 |
| 5.3. Hipótesis y conceptos básicos:..... | 15 |
| 5.4. Estructura del coste:..... | 16 |
| 5.5. Coste horario de maquinaria..... | 19 |
| 6. COSTE EQUIPOS..... | 20 |
| 7. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA..... | 22 |
| Cuadros justificación de precios de Obra Civil..... | 22 |
| Cuadro de justificación de precios de equipos mecánicos..... | 25 |
| 8. CONCLUSIONES..... | 29 |
| Anexo 1..... | 30 |
| Anexo 2..... | 32 |

1. OBJETO DEL ANEXO

El presente anexo tiene por objeto determinar los precios de las distintas unidades que componen las obras e instalaciones y que son específicos y propios de este proyecto. Además, se utilizó el formato de justificación de precios proporcionado por la profesora Isabel del Castillo.

Se justifica el importe de los precios que aparecen en los cuadros de precios N° 1 y N° 2 y que han servido de base para el cálculo y determinación del presupuesto de la obra.

Para ello se parte de los elementos que forman la unidad, dividiendo el estudio en los siguientes conceptos:

- a) Coste horario de la mano de obra por categorías.
- b) Coste de los materiales a pie de obra.
- c) Coste horario de los equipos de maquinaria empleados.
- d) Costes indirectos.

Con estos valores y teniendo en cuenta los rendimientos correspondientes de acuerdo con las características de cada unidad de obra, se determinan los precios unitarios para su aplicación en el presente proyecto.

2. METODOLOGÍA

Para la elaboración del presente Anexo se debe tener en cuenta el Reglamento General de Ley de Contratos de las Administraciones Públicas (RD 1098/01, de 12 de octubre), que en su artículo 130 establece el cálculo de los precios de las distintas unidades de obra.

Se relacionarán a continuación los precios básicos de mano de obra, maquinaria y materiales a partir de los cuales se obtiene el coste directo de las distintas unidades de obra.

En primer lugar, y tomando como base las tablas salariales del Convenio colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción y Obras Públicas de la provincia de Huesca 2017-2021, se elaborarán los costes de la mano de obra a pie de obra.

Los materiales se consideran a pie de obra y su coste incluye los de adquisición, almacenaje y los derivados de las pérdidas producidas por mermas.

Los costes de la maquinaria se realizarán teniendo en cuenta tres tipos de costes, los derivados de la adquisición y amortización, los derivados del mantenimiento y conservación y, por

último, los derivados del funcionamiento. El cálculo se ha hecho teniendo en cuenta diferentes escenarios en cuanto a las horas de funcionamiento anual y se ha tomado un precio medio en función de las propias características de las obras.

Por último, cada unidad de obra de los Cuadros de Precios se justifica de acuerdo a las diferentes fases en que se descompone la unidad y dentro de las fases en materiales, maquinaria, mano de obra y costes indirectos para obtener el precio unitario final, que se redondea a céntimos de Euro.

3. COSTE DE LA MANO DE OBRA

Los horarios de las categorías profesionales, correspondientes a la mano de obra directa que interviene en los equipos de personal que ejecuten las unidades de obras se han evaluado teniendo en cuenta las disposiciones oficiales vigentes al efecto.

El cálculo de los costes derivados de la mano de obra se ha basado en el Convenio colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción y Obras Públicas de la provincia de Huesca 2017-2021

Para la determinación de los costes horarios de la mano de obra directa necesaria para la ejecución de la unidad de obra, se ha distinguido en categorías profesionales:

- Peón
- Peón especialista
- Ayudante
- Oficial de segunda
- Oficial de primera

Se considera que las categorías de ingeniero, topógrafo, delineante, forman parte de los costes indirectos, que se calcularán como un porcentaje del coste real.

De acuerdo con el convenio de Construcción y siguiendo lo indicado por la Orden de 21 de mayo de 1979, por lo que se modifica parcialmente la de 14 de marzo de 1969 sobre Normas Complementarias del Reglamento General de Contratación del Estado, se calculan los costes para la empresa de las distintas categorías o niveles de trabajadores empleando la siguiente fórmula:

$$C = 1,40 \cdot A + B$$

C: Coste horario para la empresa en euros/hora

A: Retribución total del trabajador, de carácter salarial exclusivamente, en euros/hora

- B: Retribución total del trabajador, de carácter no salarial, por tratarse de indemnización de los gastos que ha de realizar como consecuencia de las actividades laborales, gastos de transporte, pluses de distancia, ropa de trabajo, desgaste de herramientas, etc... en euros/hora

Del Convenio colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción y Obras Públicas de la provincia de Huesca 2017-2021 se tienen la tabla salarial. Las retribuciones de carácter salarial y el plus extrasalarial se especifican en las tablas de retribuciones del convenio, para cada categoría laboral. El resto de las percepciones de carácter no salariales, se han calculado, de acuerdo con el convenio para cada concepto. En el anexo 1 se puede encontrar los niveles retributivos, tabla de retribuciones diarias, mientras que en el anexo 2 se puede encontrar la tabla salarial que se utilizará para los cálculos de salarios.

Los costes de ese cuadro están referidos para 335 días a aplicar al salario base y 218 días a aplicar a los pluses. Según el citado convenio se establece un total de 1.738 horas de trabajo anuales.

Los criterios aplicados para la elaboración del siguiente cuadro son:

- Salario base, plus de asistencia, vacaciones, extras de junio y navidad, plus extrasalarial y dietas. Se han tomado los valores definidos en el Convenio colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción y Obras Públicas de la provincia de Huesca 2017-2021
- Indemnización por Cese: Considerándose una indemnización por cese para personal fijo de obra y el temporal por una cuantía del 4,5% sobre los conceptos salariales de las tablas del Convenio, devengado durante la vigencia del Contrato.
- Para el caso de la indemnización permanente, se han realizado consultas a diferentes Compañías aseguradoras (Aurora Polar, MAPFRE,...) para calcular la prima anual que garantice una indemnización, por estos conceptos de 45.000,00 euros según convenio, estableciéndose una cantidad de 75,00 euros por trabajador y año, como media aritmética de los datos proporcionados por las Compañías consultadas.
- Dietas: El concepto de dietas se ha calculado con arreglo a lo establecido en el citado convenio. Se establece una dieta para todas las categorías de 34 euros/día, y una media dieta de 12,00 euros/día.

MO.01 - OFICIAL DE PRIMERA (NIVEL VIII)

| RETRIBUCIONES | | | | 1 |
|---|-------|----------|-----------------|-----------------|
| | €/día | Días/año | B. convenio | |
| SUJETAS A COTIZACION | | | | |
| Sueldo base | 33,73 | 335 | 11299,55 | |
| Plus asistencia | 12,38 | 218 | 2698,84 | |
| Paga extra julio | | | 1065,73 | |
| Paga extra diciembre | | | 1065,73 | |
| Vacaciones | | | 1065,73 | |
| Antigüedad | | | | |
| Suma parcial | | | 17195,58 | |
| EXENTAS COTIZACION | | | | |
| Plus extrasalarial | 5,06 | 218 | 1103,08 | |
| indemnización por cese | 4,50% | 19436,10 | 874,62 | |
| Suma parcial | | | 1977,7 | |
| TOTAL CONCEPTOS SALARIALES | | | | 19173,28 |
| SEGURIDAD SOCIAL | | | | 2 |
| Régimen general SS - 23,60% | | 17195,58 | 4058,15 | |
| Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10% | | 17195,58 | 2596,53 | |
| TOTAL CARGAS SOCIALES | | | | 6654,68 |
| COSTE DE MANO DE OBRA (1+2) | | | | 3 |
| TOTAL | | | | 25827,96 |
| COSTES COMPLEMENTARIOS | | | | 4 |
| Plus desgaste herramientas | 218 | 0,80 | 174,40 | |
| Ropa de trabajo y herramientas | 218 | 12,00 | 2616,00 | |
| Dietas | 218 | 6,84 | 1491,12 | |
| Plus de distancia | | | 75,00 | |
| Póliza seguro accidentes | | | | |
| TOTAL | | | | 4566,52 |
| COSTE TOTAL ANUAL (3+4) | | | | |
| TOTAL | | | | 30394,48 |
| TIEMPOS DE TRABAJO | | | | |

| | | | | |
|------------------------------------|--|------|--|--------------|
| Días de trabajo anual | | 218 | | |
| Horas de trabajo anual máximas | | 1738 | | |
| COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO | | | | 17,49 |

| MO.02 - OFICIAL DE SEGUNDA (NIVEL IX) | | | | |
|---|-------|----------|-----------------|-----------------|
| RETRIBUCIONES | | | | 1 |
| <u>SUJETAS A COTIZACION</u> | €/día | Días/año | B. convenio | |
| Sueldo base | 32,42 | 335 | 10860,70 | |
| Plus asistencia | 12,38 | 218 | 2698,84 | |
| Paga extra julio | | | 1054,00 | |
| Paga extra diciembre | | | 1054,00 | |
| Vacaciones | | | 1054,00 | |
| Antigüedad | | | 16721,54 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | | |
| <u>EXENTAS COTIZACION</u> | | | | |
| Plus extrasalarial | 5,06 | 218 | 1103,08 | |
| indemnización por cese | 4,50% | 18831,11 | 847,40 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | 1950,52 | |
| <u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u> | | | | 18672,06 |
| SEGURIDAD SOCIAL | | | | 2 |
| Régimen general SS - 23,60% | | 16721,54 | 3946,28 | |
| Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10% | | 16721,54 | 2524,95 | |
| <u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u> | | | | 6471,23 |
| COSTE DE MANO DE OBRA (1+2) | | | | 3 |
| <u>TOTAL</u> | | | | 25143,29 |
| COSTES COMPLEMENTARIOS | | | | 4 |
| Plus desgaste herramientas | 218 | 0,80 | 174,40 | |
| Ropa de trabajo y herramientas | 218 | 12,00 | 2616,00 | |
| Dietas | 218 | 6,84 | 1491,12 | |
| Plus de distancia | | | 75,00 | |
| Póliza seguro accidentes | | | | |
| <u>TOTAL</u> | | | | 4566,52 |

| COSTE TOTAL ANUAL (3+4) | | | | |
|------------------------------------|--|------|--|-----------------|
| <u>TOTAL</u> | | | | 29709,81 |
| TIEMPOS DE TRABAJO | | | | |
| Días de trabajo anual | | 218 | | |
| Horas de trabajo anual máximas | | 1738 | | |
| COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO | | | | 17,09 |

| MO.03 – AYUDANTE (NIVEL X) | | | | |
|---|-------|----------|-----------------|-----------------|
| RETRIBUCIONES | | | | 1 |
| | €/día | Días/año | B. convenio | |
| <u>SUJETAS A COTIZACION</u> | | | | |
| Sueldo base | 31,52 | 335 | 10559,20 | |
| Plus asistencia | 12,38 | 218 | 2698,84 | |
| Paga extra julio | | | 1038,00 | |
| Paga extra diciembre | | | 1038,00 | |
| Vacaciones | | | 1038,00 | |
| Antigüedad | | | 16372,04 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | | |
| <u>EXENTAS COTIZACION</u> | | | | |
| Plus extrasalarial | 5,06 | 218 | 1103,08 | |
| indemnización por cese | 4,50% | 18416,24 | 828,73 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | 1931,81 | |
| <u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u> | | | | 18303,85 |
| SEGURIDAD SOCIAL | | | | 2 |
| Régimen general SS - 23,60% | | 16372,04 | 3863,80 | |
| Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10% | | 16372,04 | 2472,17 | |
| <u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u> | | | | 6335,97 |
| COSTE DE MANO DE OBRA (1+2) | | | | 3 |

| | | | | |
|------------------------------------|-----|-------|---------|-----------------|
| <u>TOTAL</u> | | | | 24639,82 |
| COSTES COMPLEMENTARIOS | | | | 4 |
| Plus desgaste herramientas | | | 210,00 | |
| Ropa de trabajo y herramientas | 218 | 12,00 | 2616,00 | |
| Dietas | 218 | 6,84 | 1491,12 | |
| Plus de distancia | | | 75,00 | |
| Póliza seguro accidentes | | | | 4392,12 |
| <u>TOTAL</u> | | | | |
| COSTE TOTAL ANUAL (3+4) | | | | |
| <u>TOTAL</u> | | | | 29031,94 |
| TIEMPOS DE TRABAJO | | | | |
| Días de trabajo anual | | 218 | | |
| Horas de trabajo anual máximas | | 1738 | | |
| COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO | | | | 16,70 |

MO.04 – PEON ESPECIALIZADO (NIVEL XI)

| | | | | |
|------------------------------------|-------|----------|-----------------|----------|
| RETRIBUCIONES | | | | 1 |
| <u>SUJETAS A COTIZACION</u> | €/día | Días/año | B. convenio | |
| Sueldo base | 30,75 | 335 | 10301,25 | |
| Plus asistencia | 12,38 | 218 | 2698,84 | |
| Paga extra julio | | | 1022,51 | |
| Paga extra diciembre | | | 1022,51 | |
| Vacaciones | | | 1022,51 | |
| Antigüedad | | | 16067,62 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | | |
| <u>EXENTAS COTIZACION</u> | | | | |
| Plus extrasalarial | 5,06 | 218 | 1103,08 | |
| indemnización por cese | 4,50% | 18056,89 | 812,56 | |

| | | | | |
|---|-----|----------|----------------|-----------------|
| <i>Suma parcial</i> | | | 1915,64 | |
| <u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u> | | | | 17983,26 |
| SEGURIDAD SOCIAL | | | | 2 |
| Régimen general SS - 23,60% | | 16067,62 | 3791,95 | |
| Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10% | | 16067,62 | 2426,21 | |
| <u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u> | | | | 6218,16 |
| COSTE DE MANO DE OBRA (1+2) | | | | 3 |
| <u>TOTAL</u> | | | | 24201,42 |
| COSTES COMPLEMENTARIOS | | | | 4 |
| Plus desgaste herramientas | | | 210,00 | |
| Ropa de trabajo y herramientas | 218 | 12,00 | 2616,00 | |
| Dietas | 218 | 6,84 | 1491,12 | |
| Plus de distancia | | | 75,00 | |
| Póliza seguro accidentes | | | | |
| <u>TOTAL</u> | | | | 4392,12 |
| COSTE TOTAL ANUAL (3+4) | | | | |
| <u>TOTAL</u> | | | | 28593,54 |
| TIEMPOS DE TRABAJO | | | | |
| Días de trabajo anual | | 218 | | |
| Horas de trabajo anual máximas | | 1738 | | |
| COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO | | | | 16,45 |

MO.04 – PEON ORDINARIO (NIVEL XII)

| RETRIBUCIONES | | | | 1 |
|---|-------|----------|-----------------|-----------------|
| | €/día | Días/año | B. convenio | |
| <u>SUJETAS A COTIZACION</u> | | | | |
| Sueldo base | 30,15 | 335 | 10100,25 | |
| Plus asistencia | 12,38 | 218 | 2698,84 | |
| Paga extra julio | | | 1022,24 | |
| Paga extra diciembre | | | 1022,24 | |
| Vacaciones | | | 1022,24 | |
| Antigüedad | | | 15865,81 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | | |
| <u>EXENTAS COTIZACION</u> | | | | |
| Plus extrasalarial | 5,06 | 218 | 1103,08 | |
| indemnización por cese | 4,50% | 17785,39 | 800,34 | |
| <i>Suma parcial</i> | | | 1903,42 | |
| <u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u> | | | | 17769,23 |
| SEGURIDAD SOCIAL | | | | 2 |
| Régimen general SS - 23,60% | | 15865,81 | 3744,33 | |
| Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10% | | 15865,81 | 2395,73 | |
| <u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u> | | | | 6140,07 |
| COSTE DE MANO DE OBRA (1+2) | | | | 3 |
| <u>TOTAL</u> | | | | 23909,30 |
| COSTES COMPLEMENTARIOS | | | | 4 |
| Plus desgaste herramientas | | | 210,00 | |
| Ropa de trabajo y herramientas | 218 | 12,00 | 2616,00 | |
| Dietas | 218 | 6,84 | 1491,12 | |
| Plus de distancia | | | 75,00 | |
| Póliza seguro accidentes | | | | |
| <u>TOTAL</u> | | | | 4392,12 |
| COSTE TOTAL ANUAL (3+4) | | | | |
| <u>TOTAL</u> | | | | 28301,42 |
| TIEMPOS DE TRABAJO | | | | |

| | | | |
|------------------------------------|--|------|--------------|
| Días de trabajo anual | | 218 | |
| Horas de trabajo anual máximas | | 1738 | |
| COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO | | | 16,28 |

Haciendo los cálculos correspondientes se obtienen los siguientes costes horarios de la mano de obra:

| Código | Trabajador | Coste horario a pie de obra (€/hora) |
|---------------|--------------------|---|
| MO.01 | Oficial de primera | 17,49 |
| MO.02 | Oficial de segunda | 17,09 |
| MO.03 | Ayudante | 16,70 |
| MO.04 | Peón especialista | 16,45 |
| MO.05 | Peón ordinario | 16,28 |



4. COSTE DE LOS MATERIALES

Los precios de los materiales a pie de obra se obtienen a partir de los precios de adquisición y de los incrementos de coste producidos por el transporte, las pérdidas, la carga y la descarga y el almacenamiento.

El coste de adquisición en el lugar de procedencia, cantera, fábrica, almacén, etc., se ha determinado consultando a varios suministradores o mediante el empleo de tarifas de uso habitual.

El precio de los materiales a pie de obra que constituyen las unidades de obra se calcula sumando a los costes en origen una cantidad en forma de porcentaje, en concepto de:

- Coste del transporte: 2 – 4 % del coste de adquisición
- Varios: Dentro de este apartado se incluyen, en general, aquellos conceptos difíciles de cuantificar, como pueden ser: demoras, pérdidas, roturas, etc.. Este valor se determina como un porcentaje del precio de adquisición. Generalmente corresponde con un valor entre el 1% ó 1,5% a excepción del cemento que se le aplica un 3%.

El coste real del material será la suma de estos conceptos y se resumen en la siguiente tabla:

| Código | Ud. | Descripción | Precio a pie de obra (€) |
|---------------|----------------|--|---------------------------------|
| P01 | m ³ | Agua | 0,7 |
| P02 | m ³ | Hormigón HM3-30 | 78,00 |
| P03 | m ³ | Hormigón HM-150 MPa | 61,50 |
| P04 | kg | Mortero con resina epoxi | 7,40 |
| P05 | m ³ | Mortero autonivelante | 98,50 |
| P06 | tn | Zahorra artificial | 12,00 |
| P08 | kg | Acero corrugado B500S | 0,70 |
| P09 | Ud. | Escalera acero inoxidable 1,50x2,00 m | 4.800,00 |
| P10 | ml | Barandilla acero inoxidable 1,00 m con rodapié | 320,00 |
| P11 | m ² | Tablero encofrar 25 mm | 9,10 |
| P12 | m ³ | Madera pino encofrar 26 mm | 140,20 |
| P13 | kg | Puntas 20x100 | 0,75 |
| P14 | kg | Alambre atar 1,30 mm | 1,00 |
| P15 | Ud. | Puntal metálico | 0,07 |
| P16 | ml | Tubería acero inoxidable ϕ 400 mm | 510,00 |
| P17 | ml | Tubería acero inoxidable ϕ 250 mm | 225,00 |
| P18 | ml | Tubería acero inoxidable ϕ 150 mm | 150,00 |

5. COSTE DE LA MAQUINARIA

5.1. Introducción:

Para la obtención del coste de maquinaria en las obras definidas en el presente Proyecto se ha empleado el método descrito en la publicación “Método de Cálculo para la obtención del Coste de Maquinaria” en obras de Carreteras del Ministerio de Fomento que se describe a continuación:

5.2. Nomenclatura y definiciones:

Se han adoptado las siguientes:

- E:** Promedio anual estadístico de días de puesta a disposición de la máquina.
- T:** Longevidad o número de años enteros que la máquina está en condiciones normales de alcanzar los rendimientos netos.
- V_t:** Valor de reposición de la máquina.
- H_{ut}:** Promedio de horas de funcionamiento económico, característico de cada máquina.
- H_{ua}:** Promedio anual estadístico de horas de funcionamiento de la máquina.

La relación básica entre estas últimas cantidades será:

- M+C:** Gastos en % de V_t debidos a reparaciones generales y conservación ordinaria de la máquina durante el periodo de longevidad.
- i:** Interés anual bancario para inversiones en maquinaria.
- im:** Interés medio anual equivalente que se aplica a la inversión total dependiente de la longevidad de la misma.
- S:** Seguros y otros gastos fijos anuales como impuestos, almacenaje, etc.
- Ad:** % de la amortización de la maquinaria que pesa sobre el coste de puesta a disposición de la misma.
- Cd:** Coeficiente unitario del día de puesta a disposición de la máquina expresado en porcentaje de V_t e incluyendo días de reparaciones, periodos fuera de campaña y días perdidos en el parque. Este valor se refiere a todo el presente trabajo a días naturales en los cuales esté presente la máquina en la obra a la que está adscrita, independientemente de que trabaje o no, cualquiera que sea la causa.
- Ch:** Coeficiente unitario de la hora de funcionamiento de la máquina, expresado en porcentaje de V_t.

5.3. Hipótesis y conceptos básicos:

- Valor de reposición de la máquina (V_f): Por su propia naturaleza, este factor, fundamental para la obtención de los costes de la maquinaria, es variable con el tiempo. En cada ocasión deberá tomarse, para el mismo, el valor de reposición de la máquina concreta de que se trate.
- Interés medio: Es el valor aplicado a la inversión inicial durante la longevidad T de la maquinaria. Da una cantidad equivalente a la obtenida, teniendo en cuenta la variación de dicha inversión por las aportaciones en concepto de reposición de capital al interés bancario durante ese mismo periodo de tiempo.

Como el interés bancario para las inversiones de maquinaria se ha adoptado el valor del 5,25%. La expresión del interés medio anual viene dada por:

$$i_m = \frac{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^T \cdot i}{\left(1 + \frac{i}{100}\right)^T - 1} - \frac{100}{T}$$

Dada la variabilidad de T, los valores que resultan para i_m son:

| T | i_m | T | i_m |
|----|--------|----|--------|
| 1 | 3,2500 | 11 | 1,8670 |
| 2 | 2,4505 | 12 | 1,8634 |
| 3 | 2,1898 | 13 | 1,8616 |
| 4 | 2,0637 | 14 | 1,8613 |
| 5 | 1,9916 | 15 | 1,8622 |
| 6 | 1,9463 | 16 | 1,8640 |
| 7 | 1,9165 | 17 | 1,8666 |
| 8 | 1,8963 | 18 | 1,8699 |
| 9 | 1,8824 | 19 | 1,8736 |
| 10 | 1,8731 | 20 | 1,8779 |

- Seguros y otros gastos fijos: Se incluyen en este concepto, además de los seguros, los impuestos sobre maquinaria, gastos de almacenaje y conservación fuera de servicio, adoptándose, tras previa información, un 2% anual.
- Reposición de capital: Se ha adoptado la reposición del 100% del capital invertido por dos razones, por un lado, el que la máquina, tras agotar su vida útil, tiene un valor residual aunque sea pequeño, y por otro, que la maquinaria futura tendrá un coste más elevado al incorporar novedades técnicas. En conjunto puede considerarse que la

suma de estos dos valores, el residual y el correspondiente a la novedad juntamente con el 100% de la inversión cubren la reposición y por consiguiente justifican la decisión adoptada.

Para cada caso particular, se señala la parte de amortización correspondiente a A_d considerada para la obtención de Cd. El complemento a 100 de A_d dará la parte de reposición que debe pesar sobre la hora de funcionamiento.

- Reparaciones generales y conservación ordinaria: Las reparaciones generales consisten en las revisiones de los montajes de partes esenciales de las máquinas y reparaciones o sustituciones en los casos necesarios.

La conservación ordinaria tiene por objeto la puesta a punto continua de la máquina con sustitución de elementos de rápido desgaste y pequeñas reparaciones y revisiones.

Los gastos de una y otra se han agrupado como término M+C dando un valor único por el hecho real de la dificultad en marcar una frontera entre los mismos.

En sí, este término no constituye una variable independiente, ya que está directamente relacionado con el número de horas de vida útil que se fija para cada máquina.

- Promedio de días de utilización anual: Dada la diversidad de utilización de la maquinaria, no sólo de las diferentes máquinas sino también de las máquinas que perteneciendo a un mismo tipo tienen distintas capacidades, tamaños, etc., se ha considerado conveniente realizar un estudio exhaustivo de cada máquina para fijar las horas útiles al año.

La vida T de la máquina se obtiene de la relación:

$$T = \frac{H_{ut}}{H_{ua}}$$

La información que justifica las cantidades adoptadas se ha obtenido a partir del Manual de Costes de Maquinaria elaborado por SEOPAN-ATEMCOP.

5.4. Estructura del coste:

La valoración del coste directo de utilización del equipo resulta de la suma de:

- Coste intrínseco: relacionado directamente con el valor del equipo.
- Coste complementario: dependiente del personal y consumos.

Teniendo en cuenta que algunas máquinas como compactadores, vibradores, motobombas, hormigoneras, cuyo precio es poco representativo. Obtener las horas estadísticas de funcionamiento anual es ciertamente difícil ya que produce una desviación no admisible, si además tenemos en cuenta que en algunos casos se suele sustituir el

coste horario de estas máquinas por una tasa diaria, en la cual quedan englobados todos los conceptos.

- Coste intrínseco: Se define como el proporcional al valor de la máquina y está formado por: Interés, Seguros y otros gastos fijos, Reposición del capital invertido y Reparaciones generales y conservación.

En general el coste intrínseco de una máquina, para un periodo de D días durante los cuales ha trabajado H horas, será:

$$C_i = C_d \cdot \frac{V_t}{100} + C_h \cdot h \cdot \frac{V_t}{100}$$

$$C_d = C_d \cdot \frac{i_m + s}{E} + A_d \cdot \frac{H_{ua}}{H_{ut}}$$

Los coeficientes Cd y Ch son los que tabulan en las fichas técnicas que se dan en el método de cálculo para la obtención del coste de maquinaria.

En la práctica es habitual que se valore en un uno y medio por mil diario del valor de reposición de la máquina de que se trate.

Por ello, en los cuadros no aparecen tabulados los datos estadísticos necesarios para el cálculo de Cd y Ch, figurando solamente el valor de reposición, dará una aproximación del coste diario, suficientemente aceptable para el conjunto de máquinas de este tipo, aún cuando en casos determinados en los que puede introducirse errores apreciables, debe obtenerse este coeficiente en función de los días de vida útil de cada máquina.

- Coste complementario. No es proporcional al valor de la máquina aunque, como puede observarse sí depende de la misma y estará constituido por: Mano de obra, de manejo y conservación de la máquina y Consumos.

Respecto a la mano de obra se referirá normalmente a personal especializado, maquinista y ayudante, con la colaboración de algún peón. Como es natural, en cuanto a remuneraciones deberán seguirse las Reglamentaciones, Convenios, etc., aplicando en este caso el coste de un operario con categoría de oficial de primera.

Los consumos secundarios se estimarán como un porcentaje sobre el coste de los consumos principales, estando constituidos por materiales de lubricación y accesorios para los mismos fines.

Supuestas condiciones normales de la máquina y del trabajador se puede considerar, en promedio, que el consumo por KW y hora de funcionamiento es:

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Gas-oil | 0,15 a 0,20 litros/Kw. y hora |
| Gasolina | 0,30 a 0,40 litros/Kw. y hora |
| Energía eléctrica | 0,6 a 0,7 Kwh/Kw. |

Para los costes secundarios puede considerarse:

| | |
|-------------------|------------------------------|
| Gas-oil | 20% coste consumo principal. |
| Gasolina | 10% coste consumo principal. |
| Energía eléctrica | 5% coste consumo principal. |

- Coste total de utilización de maquinaria: Según todo lo anterior, para el coste de utilización de una máquina durante un periodo de D días, durante los cuales ha trabajado un total de H horas se tendrá:

$$C_t = C_d \cdot D \cdot \frac{V_t}{100} + C_h \cdot H \cdot \frac{V_t}{100} + \text{mano de obra}$$

- Coste medio de la hora de funcionamiento efectivo: La determinación del coste medio se basa en el coste de utilización de la máquina durante un año.

El coste anual de utilización de la maquinaria viene dado por la expresión:

$$C_t = C_d \cdot E \cdot \frac{V_t}{100} + C_h \cdot H_{ua} \cdot \frac{V_t}{100} + \text{mano de obra}$$

Despreciando el término de transporte y montaje y dividiendo por el promedio estadístico de horas anuales de funcionamiento de la máquina (H_{ua}) se obtiene el coste medio de la hora de funcionamiento efectivo.

En maquinaria de gran presencia en obra la determinación del coste medio de la hora de funcionamiento se determinará haciendo $D = 365$ días y dividiendo por las horas de trabajo efectivo anuales.

5.5. Coste horario de maquinaria

Realizados los cálculos, el coste horario de la maquinaria se resume en el siguiente cuadro:

| Código | Equipo | Coste (€/h) |
|---------------|--------------------------------|--------------------|
| M01 | Pala cargadora s/n 1000 L | 46,09 |
| M02 | Retroexcavadora s/n 1000 L | 66,00 |
| M03 | Camión basculante 3 ejes | 55,21 |
| M04 | Camión de riego | 53,26 |
| M05 | Compactador vibratorio 30 T | 71,05 |
| M06 | Grúa hidráulica acoplable 10 T | 54,46 |
| M07 | Vibrador hormigón 75 MM | 2,07 |
| M08 | Bomba hormigonado s/camión | 69,52 |
| M09 | Bomba achique motor eléctrico | 12,67 |

6. COSTE EQUIPOS

| Código | Descripción | Precio (€) |
|---------------|---|-------------------|
| E01 | Ud. Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m3/h. Presión diferencial: -0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada. | 8.000 |
| E02 | Ud. Cabina insonorización | 2.000 |
| E03 | Ud. Variador frecuencia | 5.000 |
| E04 | Ud. Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico. Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12'' de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec | 5.200 |
| E05 | Ud. Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diametros internos de tubo: 0.8 mm. Incluido pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito | 2.120 |
| E06 | Ud. Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 6,5 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida | 2.700 |
| E07 | Ud. Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado. | 10.200 |

| | | |
|-----|--|-------|
| E08 | Ud. Sistema de elevación y giro del agitador | 1.650 |
| E09 | ml Tubería acero inoxidable AISI-316L DN-250 | 225 |
| E10 | ml Tubería acero inoxidable AISI-316L DN-150 | 150 |



7. JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS DE LAS UNIDADES DE OBRA

Para la obtención del coste de las unidades de obra que intervienen en el presente Proyecto, se hallan en primer lugar los costes directos calculados a partir de los precios de materiales, maquinaria y mano de obra.

Obteniendo el coste directo de cada unidad de obra, se evalúa el coste indirecto.

Consideramos como costes indirectos todos aquellos gastos que no son imputables directamente a una unidad de obra concreta, sino al conjunto de la obra, como pueden ser almacenes, talleres, comunicaciones, oficina a pie de obra, etc. También serán costes indirectos los derivados del personal cualificado adscrito a la obra y del personal laboral que no intervenga directamente en la ejecución de ninguna unidad de obra. Se adopta como Costes Indirectos el valor de un seis por ciento (6%).

A continuación se va a justificar el precio de las principales unidades de obra que existirán en la construcción de la obra del reactor:

Cuadros justificación de precios de Obra Civil

| UD. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|-----|-------------|---------|
|-----|-------------|---------|

m3 Zahorra artificial tipo ZA 1

Zahorra artificial ZA 1 extendida, nivelada y compactada incluso humectación, terminación y refino

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|----------------|------------------------------|----------|--------|----------|
| P06 | Tn | Zahorra artificial ZA 1 | 1.150 | 12.00 | 13.80 |
| P01 | m ³ | Agua | 0.150 | 0.70 | 0.11 |
| M01 | Hr | Pala cargadora s/n 1000L | 0.030 | 46.09 | 1.38 |
| M04 | Hr | Camión de riego | 0.030 | 53.26 | 1.60 |
| M05 | Hr | Compactador vibratorio 30 Tn | 0.030 | 71.05 | 2.13 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 0.070 | 16.28 | 1.14 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 20.16 | 1.21 |

21.37 €

Son veintiún euros con treintaisiete céntimos por m3

m3 Excavación en cimentaciones

Excavación en cimentaciones de obras de fábrica por medios mecánicos o en terreno suelto, incluso agotamiento, acopio en la parcela para su posterior empleo o transporte a vertedero de los excedentes

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|-------------------------------|----------|--------|----------|
| M02 | Hr | Retroexcavadora s/n 1000 L | 0.030 | 66.00 | 1.98 |
| M03 | Hr | Camión basculante 3 ejes | 0.060 | 55.21 | 3.31 |
| M09 | Hr | Bomba achique motor eléctrico | 0.023 | 12.67 | 0.29 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 0.030 | 16.28 | 0.49 |

% Costes indirectos 6.000 6.07 0.36

6.44 €

Son seis euros con cuarenta y cuatro céntimos por m³

m3 Hormigón HL-150 de nivelación y limpieza

Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m³ para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|----------------|--------------------------------|----------|--------|----------|
| P03 | m ³ | Hormigón HL-150, a pie de obra | 1.000 | 61.50 | 61.50 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 0.600 | 16.28 | 9.77 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 71.268 | 4.28 |

75.54 €

Son setenta y cinco euros con cincuenta y cuatro céntimos por m³

m3 Hormigón HM3-30 en soleras y cimentaciones

Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en soleras y cimentaciones, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|----------------|----------------------------------|----------|--------|----------|
| P02 | m ³ | Hormigón HM3-30, a pie de obra | 1.000 | 78.00 | 78.00 |
| M08 | Hr | Bomba hormigonado s/camión | 0.150 | 69.52 | 10.43 |
| M07 | Hr | Vibrador hormigón gasolina 75 mm | 0.330 | 2.07 | 0.68 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.330 | 17.49 | 5.77 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 0.500 | 16.28 | 8.14 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 103.02 | 6.18 |

109.20

Son ciento nueve euros con veinte céntimos por m³

| UD. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|-----|-------------|---------|
|-----|-------------|---------|

m3 Hormigón HM3-30 en alzados y losas

Hormigón para armar tipo HM-30 de 30 N/mm² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en alzados y losas, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|----------------|----------------------------------|----------|--------|----------|
| P02 | m ³ | Hormigón HM-30, a pie de obra | 1.000 | 78.00 | 78.00 |
| M08 | Hr | Bomba hormigonado s/camión | 0.200 | 69.52 | 13.90 |
| M07 | Hr | Vibrador hormigón gasolina 75 mm | 0.400 | 2.07 | 0.83 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.330 | 17.49 | 5.77 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 0.600 | 16.28 | 9.77 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 108.27 | 6.50 |

114.77

Son ciento catorce euros con setenta y siete céntimos por m³

m2 Encofrado recto en soleras y cimentaciones

Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|----------------|----------------------------|----------|--------|----------|
| P11 | m ² | Tablero encofrar 25 mm. | 1.100 | 9.10 | 10.01 |
| P12 | m ³ | Madera pino encofrar 26 mm | 0.003 | 140.20 | 0.42 |
| P13 | kg | Punta plana 20x100 | 0.200 | 0.75 | 0.15 |
| P14 | kg | Alambre atar 1,3 mm | 0.200 | 1.00 | 0.20 |
| P15 | ud. | Puntal metálico | 3.000 | 0.07 | 0.21 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.150 | 17.49 | 2.62 |
| MO.03 | Hr | Ayudante | 0.300 | 16.70 | 5.01 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 18.62 | 1.12 |

19.74

Son diecinueve euros con setenta y cuatro céntimos por m²

m2 Encofrado recto en muros

Encofrado recto en muros, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|----------------|----------------------------|----------|--------|----------|
| P11 | m ² | Tablero encofrar 25 mm. | 1.100 | 9.10 | 10.01 |
| P12 | m ³ | Madera pino encofrar 26 mm | 0.003 | 140.20 | 0.42 |
| P13 | kg | Punta plana 20x100 | 0.400 | 0.75 | 0.30 |
| P14 | kg | Alambre atar 1,3 mm | 0.500 | 1.00 | 0.50 |
| P15 | ud. | Puntal metálico | 2.400 | 0.07 | 0.17 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.300 | 17.49 | 5.25 |
| MO.03 | Hr | Ayudante | 0.600 | 16.70 | 10.02 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 26.67 | 1.60 |

28.27

Son veintiocho euros con veintisiete céntimos por m²

| UD. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|-----|-------------|---------|
|-----|-------------|---------|

kg Acero en barras corrugadas

Acero en barras corrugadas B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|-------------------------|----------|--------|----------|
| P08 | kg | Acero corrugado B 500 S | 1.100 | 0.70 | 0.77 |
| P14 | kg | Alambre atar 1,3 mm | 0.005 | 1.00 | 0.01 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.013 | 17.49 | 0.23 |
| MO.03 | Hr | Ayudante | 0.013 | 16.70 | 0.22 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 1.22 | 0.07 |

1.29

Son un euro con veintinueve céntimos por kg

ml Barandilla de protección acero inoxidable

Barandilla de protección de 1 m de altura, en acero inoxidable, formada por pilares y pasamanos de ϕ 40 mm y 3 mm de espesor, con barrotes longitudinales intermedios, incluso elaboración en taller, transporte y montaje en obra

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---|----------|--------|----------|
| P10 | ml | Barandilla ac. inox. 1,00 m con rodapie | 1.000 | 320.00 | 320.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 0.300 | 54.46 | 16.34 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.300 | 17.49 | 5.25 |
| MO.03 | Hr | Ayudante | 0.300 | 16.70 | 5.01 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 0.300 | 16.28 | 4.88 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 351.48 | 21.09 |

372.57

Son trescientos setenta y dos euros con cincuentaisiete céntimos por ml

ud. Escalera acero inoxidable

Escalera de acero inoxidable de 1,5 m de anchura, para salvar desnivel de 2 m de altura, con peldaños de 30 cm y tabica de rejilla tipo tramex, incluso placas y tornillos de anclaje, barandilla de protección, elaboración en taller, transporte y montaje en obra

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|--------------------------------------|----------|---------|----------|
| P09 | ud. | Escalera acero inoxidable 1,50 x 2 m | 1.000 | 4800.00 | 4800.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 1.000 | 54.46 | 54.46 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 1.000 | 17.49 | 17.49 |
| MO.03 | Hr | Ayudante | 1.000 | 16.70 | 16.70 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 1.000 | 16.28 | 16.28 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 4904.93 | 294.30 |

5199.23

Son cinco mil ciento noventa y nueve euros con veintitrés céntimos por ud.

Cuadro de justificación de precios de equipos mecánicos

| UD. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|-----|-------------|---------|
|-----|-------------|---------|

Ud Soplante Q = 1320 m3/h

Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m3/h. Presión diferencial: -0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada.

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|---------|----------|
| E01 | Ud. | Soplante Q = 1320 m3/h | 1.000 | 8000.00 | 8000.00 |
| E02 | Ud. | Cabina insonorización | 1.000 | 2000.00 | 2000.00 |
| E03 | Ud. | Variador de frecuencia | 1.000 | 5000.00 | 5000.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 2.000 | 54.46 | 108.92 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 2.000 | 17.49 | 34.98 |

| | | | | | |
|-------|----|-------------------|-------|----------|--------|
| MO.02 | Hr | Oficial de 2ª | 2.000 | 17.09 | 34.18 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 2.000 | 16.28 | 32.56 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 15210.64 | 912.64 |

16123.28

Son dieciséis mil ciento veintitrés euros con veintiocho céntimos por Ud.

Ud Parrilla difusores EPDM 12''

Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico, Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12'' de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|---------|----------|
| E04 | Ud. | Parrilla difusores EPDM 12'' | 1.000 | 5200.00 | 5200.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 2.500 | 54.46 | 136.15 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 5.000 | 17.49 | 87.45 |
| MO.04 | Hr | Peón especializado | 20.000 | 16.45 | 329.00 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 5752.60 | 345.16 |

6097.76

Son seis mil noventa y siete euros con setenta y siete céntimos por Ud.

Ud Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico

Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diametros internos de tubo: 0.8 mm. Incluido pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito.

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|----------------------------|----------|---------|----------|
| E05 | Ud. | Bomba peristáltica 1.8 l/h | 1.000 | 2120.00 | 2120.00 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.500 | 17.49 | 8.75 |
| MO.02 | Hr | Oficial de 2ª | 0.750 | 17.09 | 12.82 |
| MO.04 | Hr | Peón especializado | 1.000 | 16.45 | 16.45 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 1.500 | 16.28 | 24.42 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 2182.43 | 130.95 |

2313.38

Son dos mil trescientos trece euros con treinta y ocho céntimos por Ud.

| UD. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|-----|-------------|---------|
|-----|-------------|---------|

Ud Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA

Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 65 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|---------|----------|
| E06 | Ud. | Bomba sumergible Q=160 l/s | 1.000 | 2700.00 | 2700.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 0.500 | 54.46 | 27.23 |

| | | | | | |
|-------|----|--------------------|-------|---------|--------|
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.750 | 17.49 | 13.12 |
| MO.02 | Hr | Oficial de 2ª | 0.750 | 17.09 | 12.82 |
| MO.04 | Hr | Peón especializado | 1.000 | 16.45 | 16.45 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 1.500 | 16.28 | 24.42 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 2794.04 | 167.64 |

2961.68

Son dos mil novecientos sesenta y uno euros con sesenta y ocho céntimos por Ud.

ml Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-400 (Línea general de aire a reactores)

Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-400.

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|--------|----------|
| E12 | ml | Tubería acero inox. Ø 400 mm | 1.000 | 510.00 | 510.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 0.100 | 54.46 | 5.45 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.100 | 17.49 | 1.75 |
| MO.02 | Hr | Oficial de 2ª | 0.300 | 17.09 | 5.13 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 522.32 | 31.34 |

553.66

Son quinientos cincuenta y tres euros con setenta y seis céntimos por ml

ml Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores)

Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-250. Espesor: 2,0 mm.

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|--------|----------|
| E13 | ml | Tubería acero inox. Ø 250 mm | 1.000 | 225.00 | 225.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 0.050 | 54.46 | 2.72 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.050 | 17.49 | 0.87 |
| MO.02 | Hr | Oficial de 2ª | 0.150 | 17.09 | 2.56 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 231.16 | 13.87 |

245.03

Son doscientos cuarenta y cinco euros con tres céntimos por ml

ml Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores)

Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm.

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|--------|----------|
| E14 | ml | Tubería acero inox. Ø 150 mm | 1.000 | 150.00 | 150.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 0.045 | 54.46 | 2.45 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.045 | 17.49 | 0.79 |
| MO.02 | Hr | Oficial de 2ª | 0.135 | 17.09 | 2.31 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 155.54 | 9.33 |

164.88

Son ciento sesenta y cuatro euros con ochenta y ocho céntimos por ml

| UD. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|-----|-------------|---------|
|-----|-------------|---------|

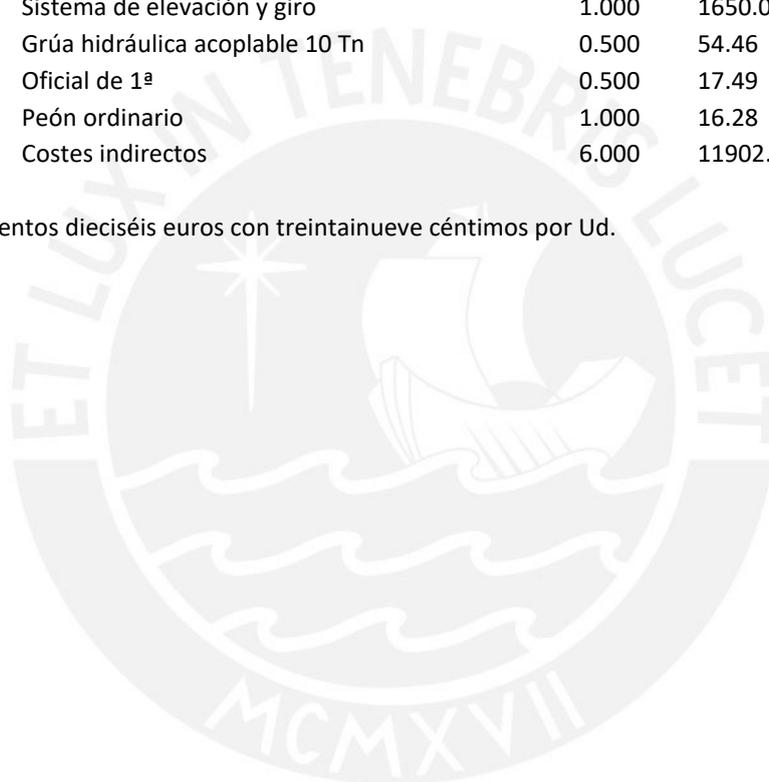
Ud Acelerador de corriente sumergido de hélice

Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado.

| Código | Ud. | Descripción | Cantidad | Precio | Subtotal |
|--------|-----|---------------------------------|----------|----------|----------|
| E07 | Ud. | Agitador sumergido 3 kW | 1.000 | 10200.00 | 10200.00 |
| E08 | Ud. | Sistema de elevación y giro | 1.000 | 1650.00 | 1650.00 |
| M06 | Hr | Grúa hidráulica acoplable 10 Tn | 0.500 | 54.46 | 27.23 |
| MO.01 | Hr | Oficial de 1ª | 0.500 | 17.49 | 8.75 |
| MO.05 | Hr | Peón ordinario | 1.000 | 16.28 | 16.28 |
| | % | Costes indirectos | 6.000 | 11902.26 | 714.14 |

12616.39

Son doce mil seiscientos dieciséis euros con treintinueve céntimos por Ud.



8. CONCLUSIONES

Todas las justificaciones de los diferentes costes de personal, maquinaria y materiales junto con la justificación de precios de las diferentes unidades que comprenden los Cuadros de Precios de este Proyecto están desarrolladas exclusivamente para las obras descritas en el presente proyecto.



Anexo 1



*Convenio colectivo de Trabajo de la Industria de la Construcción
y Obras Públicas de la provincia de Huesca 2017-2021*

ANEXO I. A NIVELES RETRIBUTIVOS

TABLA DE RETRIBUCIONES DIARIAS (Personal que se rige por esta tabla)

| | |
|-------------------|--|
| Nivel VII | <ul style="list-style-type: none">• Capataz.• Auxiliar Técnico de Obra.• Especialista de Oficio. |
| Nivel VIII | <ul style="list-style-type: none">• Oficial/a de 1ª. de Oficio. |
| Nivel IX | <ul style="list-style-type: none">• Auxiliar Administrativo de Obra.• Oficial/a de 2ª. de Oficio. |
| Nivel X | <ul style="list-style-type: none">• Listero/a.• Ayudante de Oficio.• Especialista de 1ª. |
| Nivel XI | <ul style="list-style-type: none">• Especialista de 2ª.• Peón/a especializado. |
| Nivel XII | <ul style="list-style-type: none">• Peón/a Ordinario/a |
| Nivel XIII | <ul style="list-style-type: none">• Pinches de 17 a 18 años. |
| Nivel XIV | <ul style="list-style-type: none">• Pinches de 16 a 17 años. |

TABLA DE RETRIBUCIONES MENSUALES
(Personal que se rige por esta tabla)

- Nivel II** • Personal Titulado Superior.
- Nivel III** • Personal Titulado Medio • Jefe/a Administrativo de 1ª.
• Jefe/a de Sección de Organiz. Científica del Trab. de 1ª.
- Nivel IV** • Jefe/a de Personal • Ayudante de Obra • Encargado/a
General • Encargado/a General de Fábrica.
- Nivel V** • Jefe Administrativo de 2ª. • Delineante Superior.
• Encargado General de Obra • Jefe de Sección de
Organiz. Científica del Trab. de 2ª. • Jefe de compras.
- Nivel VI** • Oficial Administrativo de 1ª. • Delineante de 1ª.
• Técnico de Organización de 1ª. • Práctico de
Topografía de 1ª.
- Nivel VIII** • Técnico de Organización de 2ª. • Delineante de 2ª.
• Topógrafo de 2ª. • Analista de 1ª. • Viajante.
- Nivel IX** • Auxiliar Administrativo • Ayudante Topógrafo • Auxiliar
de Organización • Conserje • Vendedor • Calcador.
- Nivel X** • Auxiliar de Laboratorio • Vigilante • Almacenero
• Enfermero • Guarda Jurado • Cobrador.
- Nivel XII** • Limpiador/a.
- Nivel XIII** • Aspirante Administrativo • Aspirante Técnico. • Botones
17-18 años.
- Nivel XIV** • Botones 16-17 años



CCOO de Construcción y Servicios

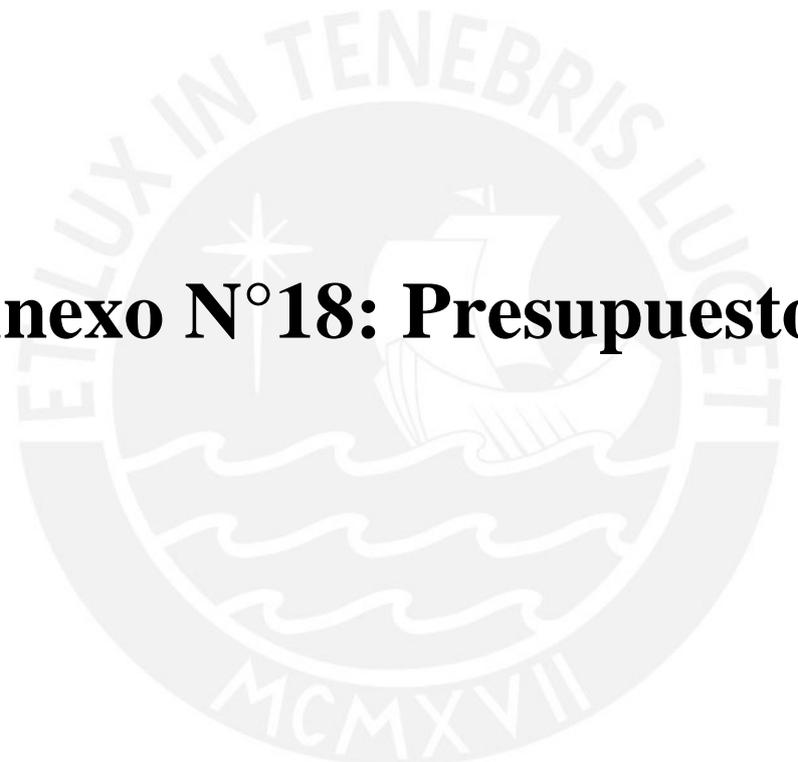
ANEXO VI. A

**CONVENIO PROVINCIAL DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS DE HUESCA
DIARIAS 2017**

| NIVELES | VII | VIII | IX | X | XI | XII |
|------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| SALARIO BASE | 34,65 | 33,73 | 32,42 | 31,52 | 30,75 | 30,15 |
| PLUS ASIST. (1) | 12,38 | 12,38 | 12,38 | 12,38 | 12,38 | 12,38 |
| PAGA DE JUNIO | 1.488,97 | 1.450,69 | 1.395,31 | 1.357,52 | 1.323,72 | 1.300,22 |
| PAGA DE NAVIDAD | 1.488,97 | 1.450,69 | 1.395,31 | 1.357,52 | 1.323,72 | 1.300,22 |
| VACACIONES | 1.488,97 | 1.450,69 | 1.395,31 | 1.357,52 | 1.323,72 | 1.300,22 |
| TOTAL ANUAL | 18.761,12 | 18.338,08 | 17.733,09 | 17.318,22 | 16.958,87 | 16.687,37 |
| PLUS TRANSP.(1) | 5,06 | 5,06 | 5,06 | 5,06 | 5,06 | 5,06 |
| TOTAL ANUAL (2) | 19.859,14 | 19.436,10 | 18.831,11 | 18.416,24 | 18.056,89 | 17.785,39 |

(1) El Plus de asistencia y el plus de transporte son conceptos que solo se abonan por día efectivamente trabajado, a razón de 12,38 y 5,06 euros/día, respectivamente.

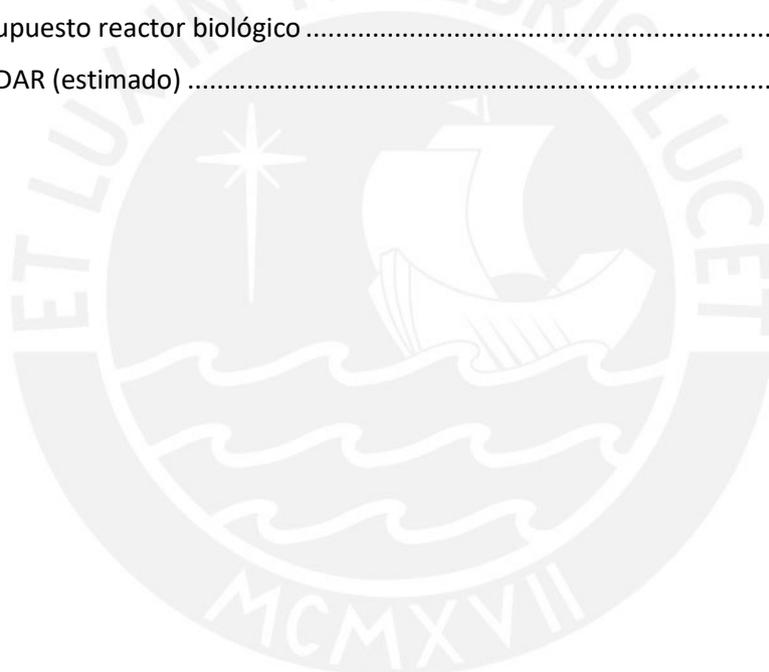
(2) Total anual calculado incluyendo el plus de asistencia y el plus de transporte, sobre una jornada anual de 1736 horas realizada en 217 días de trabajo efectivo.



Anexo N°18: Presupuestos

Tabla de contenido

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN..... | 3 |
| Mediciones capítulo 1: obra civil | 5 |
| Mediciones capítulo2: equipos mecánicos | 8 |
| Cuadro de precios N°1..... | 10 |
| Cuadro de precios N°2..... | 13 |
| Presupuesto capítulo 1: obra civil..... | 17 |
| Presupuesto de los equipos mecánicos | 20 |
| Presupuesto capítulo 3: equipos eléctricos | 23 |
| Presupuesto capítulo 4: seguridad y salud | 23 |
| Presupuesto capítulo 5: vigilancia ambiental | 23 |
| Presupuestos capítulo 6: varios | 23 |
| Resumen presupuesto reactor biológico | 24 |
| Presupuesto EDAR (estimado) | 24 |



INTRODUCCIÓN

Se realizará un presupuesto del reactor, teniendo en cuenta lo indicado en los anexos del presente proyecto. Además, se realizará un metrado, conforme a las dimensiones indicadas en los planos del anexo 20 “Planos”. Con todo ello, se indicará el costo de la obra civil y de los equipos mecánicos del reactor biológico.

Finalmente se realizará una estimación del presupuesto total de la depuradora de Benasque, a partir del presupuesto del reactor y de unos ratios, teniendo en cuenta los anexos del presente proyecto.

En presente anexo se utilizó el formato de presupuestos proporcionado por la profesora Isabel del Castillo. Además, el presente anexo contará con 6 capítulos y los correspondientes subcapítulos referentes a toda la depuradora de Benasque:

- Capítulo 1: Obra civil
 - Subcapítulo 1.1: Movimiento general de tierras
 - Subcapítulo 1.2: Jardinería y viales
 - Subcapítulo 1.3: Obra de llegada
 - Subcapítulo 1.4: Canal de desbaste
 - Subcapítulo 1.5: Desarenado
 - Subcapítulo 1.6: Tratamiento biológico
 - Subcapítulo 1.7: Decantación secundaria
 - Subcapítulo 1.8: Bombeo de fangos a biológico
 - Subcapítulo 1.9: espesamiento de fangos
 - Subcapítulo 1.10: Edificio de secado de fangos
 - Subcapítulo 1.11: Edificio de producción de aire y transformación
 - Subcapítulo 1.12: Edificio de control
- Capítulo 2: Equipos mecánicos
 - Subcapítulo 2.1: Obra de llegada
 - Subcapítulo 2.2: Desbaste
 - Subcapítulo 2.3: Desarenado y desengrasado
 - Subcapítulo 2.4: Tratamiento biológico
 - Subcapítulo 2.5: Decantación secundaria
 - Subcapítulo 2.8: Bombeo de fangos biológicos
 - Subcapítulo 2.9: Espesado de fangos
 - Subcapítulo 2.10: extracción y almacenamiento de fango seco
 - Subcapítulo 2.11: Bombeo drenajes y vaciados
 - Subcapítulo 2.12: Bombeo espumas y flotantes
 - Subcapítulo 2.13: Instrumentación y control
 - Subcapítulo 2.14: Puerta de acceso
 - Subcapítulo 2.15: Agua y riego
 - Subcapítulo 2.16: Agua y aire industrial
 - Subcapítulo 2.17: Red de pluviales
- Capítulo 3: Equipos eléctricos
 - Subcapítulo 3.1: Red M.T. y centro de transformación
 - Subcapítulo 3.2: Cuadros eléctricos
 - Subcapítulo 3.3: Líneas eléctricas
 - Subcapítulo 3.4: Alumbrado exterior

- Subcapítulo 3.5: Instalaciones edificios
- Subcapítulo 3.6: Autorizaciones
- Capítulo 4: Seguridad y salud
- Capítulo 5: Programa de vigilancia ambiental
- Capítulo 6: Varios
 - Subcapítulo 6.1: Equipamiento auxiliar
 - Subcapítulo 6.2: Señalización
 - Subcapítulo 6.3: Restauración medio natural

En el reactor biológico se considerará los siguientes apartados para la realización del presupuesto.

Obra civil

- a. Zahorra artificial tipo ZA 1
- b. Excavación en cimentaciones
- c. Hormigón HL – 150 de nivelación y limpieza
- d. Hormigón HM3 – 30 en soleras y cimentaciones
- e. Hormigón HM3 – 30 en muros, alzados y losas
- f. Encofrado recto y curvo en soleras y cimentaciones
- g. Encofrado recto y curvo en muros
- h. Acero en barras corrugadas
- i. Barandilla de protección de acero inoxidable
- j. Escalera acero inoxidable

Equipos Mecánicos

- a. Soplante
- b. Parrilla difusores
- c. Bomba dosificadora periestáltica
- d. Bomba sumergible de recirculación interna
- e. Tubería de acero inoxidable DN-250
- f. Tubería de acero inoxidable DN-150
- g. Acelerador de corriente sumergido de hélice

Mediciones capítulo 1: obra civil

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | Uds. | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | MEDICION |
|--|------|--|------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| <u>CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL</u> | | | | | | | | |
| SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS | | | | | | | | |
| SUBCAPÍTULO 1.2 JARDINERÍA Y VIALES | | | | | | | | |
| SUBCAPÍTULO 1.3 OBRA DE LLEGADA | | | | | | | | |
| SUBCAPÍTULO 1.4 CANAL DE DESBASTE | | | | | | | | |
| SUBCAPÍTULO 1.5 DESARENADO | | | | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u> | | | | | | | | |
| OC01 | m3 | ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1 | | | | | | |
| | | Zahorra artificial ZA 1 extendida, nivelada y compactada incluso humectación, terminación y refino | | | | | | |
| | | Zahorra 1 (rectangular) | 1 | 29 | 10 | 0.2 | 58 | |
| | | Zahorra 2 (rectangular) | 1 | 19 | 10 | 0.2 | 38 | |
| | | Zahorra 3 (circular) | 1 | | | 0.2 | 15.71 | |
| | | | | | | | | 111.71 |
| OC02 | m3 | EXCAVACION EN CIMENTACIONES | | | | | | |
| | | Excavación en cimentaciones de obras de fábrica por medios mecánicos o en terreno suelto, incluso agotamiento, acopio en la parcela para su posterior empleo o transporte a vertedero de los excedentes | | | | | | |
| | | Excavación 1 (rectangular) | 1 | 29 | 10 | 3.75 | 1087.5 | |
| | | Excavación 2 (rectangular) | 1 | 19 | 10 | 3.75 | 712.5 | |
| | | Excavación 3 (circular) | 1 | | | 3.75 | 294.52 | |
| | | | | | | | | 2094.52 |
| OC03 | m3 | HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA | | | | | | |
| | | Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m ³ para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación | | | | | | |
| | | Hormigon 150 - 1 (rectangular) | 1 | 29 | 10 | 0.1 | 29 | |
| | | Hormigon 150 - 2 (rectangular) | 1 | 19 | 10 | 0.1 | 19 | |
| | | Hormigon 150 - 3 (circular) | 1 | | | 0.1 | 7.854 | |
| | | | | | | | | 55.854 |
| OC04 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES | | | | | | |
| | | Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm ² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en soleras y cimentaciones, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado | | | | | | |
| | | Hormigon 30 - 1 (rectangular) | 1 | 29 | 10 | 0.5 | 145 | |
| | | Hormigon 30 - 2 (rectangular) | 1 | 19 | 10 | 0.5 | 95 | |
| | | Hormigon 30 - 3 (circular) | 1 | | | 0.5 | 39.27 | |
| | | | | | | | | 279.27 |

| | | | | | | | | |
|------|----|---|---|-------|-----|-----|--------|---------|
| OC05 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN MUROS, ALZADOS Y LOSAS | | | | | | |
| | | Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm ² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en muros, alzados y losas, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado | | | | | | |
| | | Muro perimetral | 1 | 120 | 0.5 | 5.5 | 330 | |
| | | Separador de cada reactor | 2 | 19 | 0.3 | 5.5 | 62.7 | |
| | | puente | 2 | 15.71 | 0.2 | 5.5 | 34.562 | |
| | | | | | | | | 427.262 |

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | Uds. | LONGITUD | ANCHURA | ALTURA | PARCIALES | MEDICION |
|--------|------|--|------|----------|---------|--------|-----------|----------|
| OC06 | m2 | ENCOFRADO RECTO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES | | | | | | |
| | | Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado | | | | | | |
| | | Encofrado recto | 1 | 38 | | 0.5 | 19 | |
| | | Encofrado curvo | 2 | 31.42 | | 0.5 | 31.42 | |
| | | | | | | | | 50.42 |
| OC07 | m2 | ENCOFRADO RECTO EN MUROS | | | | | | |
| | | Encofrado recto en muros de estructura y alzado, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza | | | | | | |
| | | Encofrado recto | 2 | 95 | | 5.5 | 1045 | |
| | | Encofrado curvo | 2 | 94.2 | | 5.5 | 1036.2 | |
| | | | | | | | | 2081.2 |
| OC08 | kg | ACERO EN BARRAS CORRUGADAS | | | | | | |
| | | Acero en barras corrugadas B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias | | | | | | |
| | | Acero (80 kg/m3 de hormigon) | 1 | | | | 55664 | |
| | | | | | | | | 55664 |
| OC09 | ml | BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE | | | | | | |
| | | Barandilla de protección de 1 m de altura, en acero inoxidable, formada por pilares y pasamanos de f 40 mm y 3 mm de espesor, con barrotes longitudinales intermedios, incluso elaboración en taller, transporte y montaje en obra | | | | | | |
| | | Perimetro | 2 | 100.8 | | | 201.6 | |
| | | Puentes | 2 | 40 | | | 80 | |
| | | | | | | | | 281.6 |
| OC10 | ud | ESCALERA ACERO INOXIDABLE | | | | | | |
| | | Escalera de acero inoxidable de 1,5 m de anchura, para salvar desnivel de 2 m de altura, con peldaños de 30 cm y tabica de rejilla tipo tramex, incluso placas y tornillos de anclaje, barandilla de protección, elaboración en taller, transporte y montaje en obra | | | | | | |
| | | Escalera | 4 | | | | 4 | |
| | | | | | | | | 4 |

SUBCAPÍTULO 1.7 DECANTACIÓN SECUNDARIA
SUBCAPÍTULO 1.8 BOMBEO DE FANGOS A BIOLÓGICO
SUBCAPÍTULO 1.9 ESPESAMIENTO DE FANGOS
SUBCAPÍTULO 1.10 EDIFICIO DE SECADO DE FANGOS
SUBCAPÍTULO 1.11 EDIFICIO DE PRODUCCIÓN DE AIRE Y TRANSFORMACIÓN
SUBCAPÍTULO 1.12 EDIFICIO DE CONTROL



Mediciones capítulo2: equipos mecánicos

| CÓDIGO | UDS | DESCRIPCION | CANTIDAD | MEDICION |
|---|-----|---|----------|---|
| <u>CAPÍTULO 2 EQUIPOS MECÁNICOS</u> | | | | |
| SUBCAPÍTULO 2.1 OBRA DE LLEGADA | | | | |
| SUBCAPÍTULO 2.2 DESBASTE | | | | |
| SUBCAPÍTULO 2.3 DESARENADO Y DESENGRASADO | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 2.4 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u> | | | | |
| EM01 | Ud. | Soplante Q = 1320 m3/h Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m3/h. Presión diferencial: -0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada. | | |
| | | Reactores | 2 | 3 |
| | | | | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 3 |
| EM02 | Ud. | Parrilla difusores EPDM 12" Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico, Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12" de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec | | |
| | | Reactores | 2 | 4 |
| | | | | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 4 |
| EM05 | | Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diámetros internos de tubo: 0.8 mm. Incluso pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito. | | |
| | | Reactores | 2 | 3 |
| | | | | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 3 |
| EM07 | Ud. | Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 65 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida | | |
| | | Reactores | 2 | 3 |
| | | | | <hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 3 |

| CÓDIGO | UDS | DESCRIPCION | MEDICION | |
|--------|-----|---|----------|-------|
| EM09 | Ud. | Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores) Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-250. Espesor: 2,0 mm. | | |
| | | Reactores | 2 | 48.31 |
| | | | | 48.31 |
| EM10 | Ud. | Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores) Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. | | |
| | | Reactores | 2 | 44.8 |
| | | | | 44.8 |
| EM11 | ml | Acelerador de corriente sumergido de hélice Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado. | | |
| | | Reactores | 2 | 4 |
| | | | | 4 |

SUBCAPÍTULO 2.5 DECANTACIÓN SECUNDARIA
SUBCAPÍTULO 2.8 BOMBEO DE FANGOS BIOLÓGICOS
SUBCAPÍTULO 2.9 ESPESADO DE FANGOS
SUBCAPÍTULO 2.10 EXTRACCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGO SECO
SUBCAPÍTULO 2.11 BOMBEO DRENAJES Y VACIADOS
SUBCAPÍTULO 2.12 BOMBEO ESPUMAS Y FLOTANTES
SUBCAPÍTULO 2.13 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
SUBCAPÍTULO 2.14 PUERTA DE ACCESO
SUBCAPÍTULO 2.15 AGUA Y RIEGO
SUBCAPÍTULO 2.16 AGUA Y AIRE INDUSTRIAL
SUBCAPÍTULO 2.17 RED DE PLUVIALES

Cuadro de precios N°1

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|---|----------------|
| OC01 | m3 | ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1 Zahorra artificial ZA 1 extendida, nivelada y compactada incluso humectación, terminación y refino Veintiun euros con treintaisiete por m3 | 21.37 |
| OC02 | m3 | EXCAVACION EN CIMENTACIONES Excavación en cimentaciones de obras de fábrica por medios mecánicos o en terreno suelto, incluso agotamiento, acopio en la parcela para su posterior empleo o transporte a vertedero de los excedentes Seis euros con cuarenta y cuatro céntimos por m3 | 6.44 |
| OC03 | m3 | HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m ³ para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación Setenta y cinco euros con cincuenta y cuatro céntimos por m3 | 75.54 |
| OC04 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm ² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en soleras y cimentaciones, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado Ciento nueve euros con veinte céntimos por m3 | 109.20 |
| OC05 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN ALZADOS Y LOSAS Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm ² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en muros, alzados y losas, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado Ciento catorce euros con setenta y siete céntimos por m3 | 114.77 |
| OC06 | m2 | ENCOFRADO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado Encofrado curvo en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado | 19.74 16.19 |
| OC07 | m2 | ENCOFRADO EN MUROS Encofrado recto en muros de estructura y alzado, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza Encofrado curvo en muros de estructura y alzado, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza | 28.27 24.88 |
| OC08 | kg | ACERO EN BARRAS CORRUGADAS Acero en barras corrugadas B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias Un euro con veintinueve céntimos por kg | 1.29 |

| | | | |
|------|-----|--|----------------|
| OC09 | ml | BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE | 372.57 |
| | | Barandilla de protección de 1 m de altura, en acero inoxidable, formada por pilares y pasamanos de f 40 mm y 3 mm de espesor, con barrotes longitudinales intermedios, incluso elaboración en taller, transporte y montaje en obra | |
| | | Trecientos setenta y dos euros con cincuenta y siete céntimos por ml | |
| OC10 | Ud. | ESCALERA ACERO INOXIDABLE | 5199.23 |
| | | Escalera de acero inoxidable de 1,5 m de anchura, para salvar desnivel de 2 m de altura, con peldaños de 30 cm y tabica de rejilla tipo tramex, incluso placas y tornillos de anclaje, barandilla de protección, elaboración en taller, transporte y montaje en obra | |
| | | Cinco mil ciento noventa y nueve euros con veintitrés céntimos por ud. | |

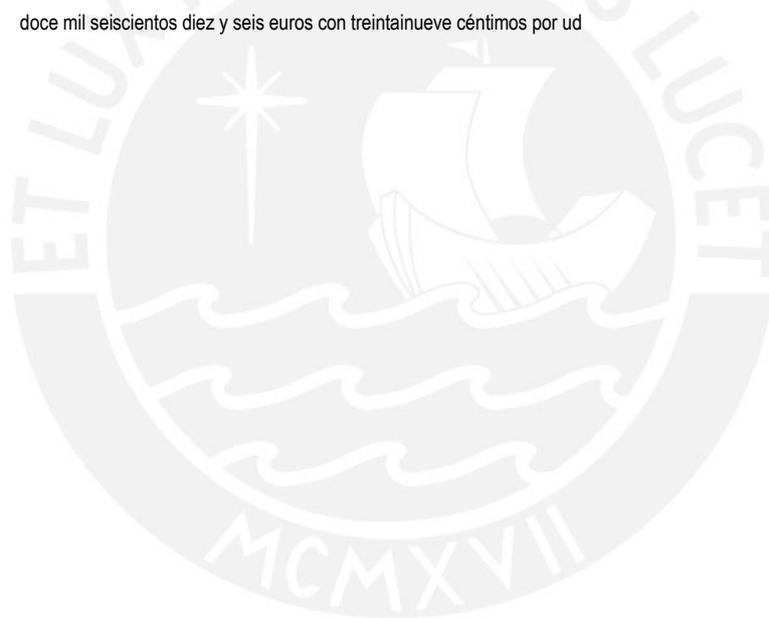
| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|---|-----------------|
| EM01 | Ud. | Soplante Q = 1320 m3/h Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m3/h. Presión diferencial: -0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada. | 16123.28 |
| | | dieciséis mil ciento veintitrés euros con veintiocho céntimos por ud | |
| EM02 | Ud. | Parrilla difusores EPDM 12" Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico, Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12" de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec | 6097.76 |
| | | seis mil noventa y siete euros con setenta y seis por ud. | |
| EM05 | Ud. | Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diámetros internos de tubo: 0.8 mm. Incluido pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito. | 2313.38 |
| | | dos mil trecientos trece euros con treinta y ocho céntimos por ud | |
| EM07 | Ud. | Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 65 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida | 2961.68 |
| | | dos mil novecientos sesenta y un euros con sesenta y ocho céntimos por ud | |
| EM09 | ml | Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores) Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-250. Espesor: 2,0 mm. | 245.03 |
| | | doscientos cuarenta y cinco euros con tres céntimos por ud | |

| | | | |
|------|----|--|---------------|
| EM10 | ml | Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores) | 164.88 |
| | | Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. | |

Ciento sesenta y cuatro euros con ochenta y ocho céntimos por ud

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|---|-----------------|
| EM11 | Ud. | Acelerador de corriente sumergido de hélice Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado. | 12616.39 |

doce mil seiscientos diez y seis euros con treintainueve céntimos por ud



Cuadro de precios N°2

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|---|---------------|
| OC01 | m3 | ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1 Zahorra artificial ZA 1 extendida, nivelada y compactada incluso humectación, terminación y refino | |
| | | Mano de obra | 1.14 |
| | | Maquinaria | 5.11 |
| | | Materiales | 13.91 |
| | | Otros | 1.21 |
| | | Suma de la partida | 21.37 |
| | | Son veintidós euros con treinta y siete céntimos por m3 | |
| OC02 | m3 | EXCAVACION EN CIMENTACIONES Excavación en cimentaciones de obras de fábrica por medios mecánicos o en terreno suelto, incluso agotamiento, acopio en la parcela para su posterior empleo o transporte a vertedero de los excedentes | |
| | | Mano de obra | 0.49 |
| | | Maquinaria | 5.58 |
| | | Otros | 0.36 |
| | | Suma de la partida | 6.43 |
| | | Son seis euros con cuarenta y tres céntimos por m3 | |
| OC03 | m3 | HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m³ para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación | |
| | | Mano de obra | 9.77 |
| | | Materiales | 61.50 |
| | | Otros | 4.28 |
| | | Suma de la partida | 75.55 |
| | | Son setenta y cinco euros con cincuenta y cinco céntimos por m3 | |
| OC04 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en soleras y cimentaciones, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado | |
| | | Mano de obra | 13.91 |
| | | Maquinaria | 11.11 |
| | | Materiales | 78.00 |
| | | Otros | 6.18 |
| | | Suma de la partida | 109.20 |
| | | Son ciento nueve euros con veinte céntimos por m3 | |

OC05 m3 **HORMIGÓN HM3-30 EN MUROS, ALZADOS Y LOSAS**

Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en muros, alzados y losas, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado

| | |
|---------------------------|---------------|
| Mano de obra | 15.54 |
| Maquinaria | 14.73 |
| Materiales | 78.00 |
| Otros | 6.50 |
| Suma de la partida | 114.77 |

Son ciento catorce euros con setenta y siete céntimos por m3

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|-------------|---------|
|--------|------|-------------|---------|

OC06 m2 **ENCOFRADO RECTO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES**

Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado

| | |
|---------------------------|--------------|
| Mano de obra | 7.63 |
| Materiales | 10.99 |
| Otros | 1.12 |
| Suma de la partida | 19.74 |

Son diecinueve euros con setenta y cuatro céntimos por m2

OC07 m2 **ENCOFRADO RECTO EN MUROS**

Encofrado recto en muros de estructura y alzado, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza

| | |
|---------------------------|--------------|
| Mano de obra | 15.27 |
| Materiales | 11.40 |
| Otros | 1.60 |
| Suma de la partida | 28.27 |

Son veintiocho euros con veinte y siete céntimos por m2

OC08 kg **ACERO EN BARRAS CORRUGADAS**

Acero en barras corrugadas B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias

| | |
|---------------------------|-------------|
| Mano de obra | 0.45 |
| Materiales | 0.78 |
| Otros | 0.07 |
| Suma de la partida | 1.30 |

Son un euro con treinta céntimos por kg

OC09 ml **BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE**

Barandilla de protección de 1 m de altura, en acero inoxidable, formada por pilares y pasamanos de f 40 mm y 3 mm de espesor, con barros longitudinales intermedios, incluso elaboración en taller, transporte y montaje en obra

| | |
|---------------------------|---------------|
| Mano de obra | 15.14 |
| Maquinaria | 16.34 |
| Materiales | 320.00 |
| Otros | 21.09 |
| Suma de la partida | 372.57 |

Son trescientos setenta y dos euros con cincuenta y siete céntimos por ml

OC10 Ud. **ESCALERA ACERO INOXIDABLE**

Escalera de acero inoxidable de 1,5 m de anchura, para salvar desnivel de 2 m de altura, con peldaños de 30 cm y tabica de rejilla tipo framex, incluso placas y tornillos de anclaje, barandilla de protección, elaboración en taller, transporte y montaje en obra

| | |
|---------------------------|----------------|
| Mano de obra | 50.47 |
| Maquinaria | 54.46 |
| Materiales | 4800.00 |
| Otros | 294.30 |
| Suma de la partida | 5199.23 |

Son cinco mil ciento noventa y nueve euros con veintitrés céntimos por ud.

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|-------------|---------|
|--------|------|-------------|---------|

EM01 Ud. **Soplante Q = 1320 m3/h**

Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m3/h. Presión diferencial: -0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada.

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Mano de obra | 101.72 |
| Maquinaria | 108.92 |
| Materiales | 15000.00 |
| Otros | 912.64 |
| Suma de la partida | 16123.28 |

Son dieciséis mil ciento veintitrés euros con veintiocho céntimos por Ud.

EM02 Ud. **Parrilla difusores EPDM 12''**

Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico, Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12'' de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec

| | |
|---------------------------|----------------|
| Mano de obra | 416.45 |
| Maquinaria | 136.15 |
| Materiales | 5200.00 |
| Otros | 345.16 |
| Suma de la partida | 6097.76 |

Son seis mil noventa y siete euros con setenta y seis céntimos por Ud.

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|-------------|---------|
|--------|------|-------------|---------|

EM05 Ud. **Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico**

Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diametros internos de tubo: 0.8 mm. Incluido pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito.

| | |
|---------------------------|----------------|
| Mano de obra | 62.44 |
| Materiales | 2120.00 |
| Otros | 130.95 |
| Suma de la partida | 2313.39 |

Son dos mil trescientos trece euros con treintainve céntimos por Ud.

EM07 Ud. **Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA**

Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 65 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida

| | |
|---------------------------|----------------|
| Mano de obra | 66.81 |
| Maquinaria | 27.23 |
| Materiales | 2700.00 |
| Otros | 167.64 |
| Suma de la partida | 2961.68 |

Son dos mil novecientos sesenta y un euros con sesenta y ocho céntimos por Ud.

EM09 ml **Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores)**

Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-250. Espesor: 2,0 mm.

| | |
|---------------------------|---------------|
| Mano de obra | 3.43 |
| Maquinaria | 2.72 |
| Materiales | 225.00 |
| Otros | 13.87 |
| Suma de la partida | 245.02 |

Son doscientos cuarenta y cinco euros con dos céntimos por ml

| CÓDIGO | UDS. | DESCRIPCION | IMPORTE |
|--------|------|-------------|---------|
|--------|------|-------------|---------|

EM10 ml **Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores)**

Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, tipo 129,00 x 2,00 incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm.

| | |
|---------------------------|---------------|
| Mano de obra | 3.1 |
| Maquinaria | 2.45 |
| Materiales | 150.00 |
| Otros | 9.33 |
| Suma de la partida | 164.88 |

Son ciento sesenta y cuatro euros con ochenta y ocho céntimos por ml

EM11 Ud. **Acelerador de corriente sumergido de hélice**

Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado.

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Mano de obra | 25.03 |
| Maquinaria | 27.23 |
| Materiales | 11850.00 |
| Otros | 714.14 |
| Suma de la partida | 12616.40 |

Son doce mil seiscientos dieciséis euros con cuarenta céntimos por Ud.

Presupuesto capítulo 1: obra civil

| CÓDIGO | UD. | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|---|-----|---|----------|--------|----------|
| <u>CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL</u> | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</u> | | | | | |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.2 JARDINERÍA Y VIALES</u> | | | | | |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 JARDINERÍA Y VIALES | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.3 OBRA DE LLEGADA</u> | | | | | |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 OBRA DE LLEGADA | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.4 CANAL DE DESBASTE</u> | | | | | |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4 CANAL DE DESBASTE | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.5 DESARENADO</u> | | | | | |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 1.5 DESARENADO | | | | | |
| <u>SUBCAPÍTULO 1.6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u> | | | | | |
| OC01 | m3 | ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1 Zahorra artificial ZA 1 extendida y compactada incluso humectación, terminación y refinado | 111.71 | 21.37 | 2387.24 |
| OC02 | m3 | EXCAVACION EN CIMENTACIONES Excavación en cimentaciones de obras de fábrica por medios mecánicos o en terreno suelto, incluso agotamiento, acopio en la parcela para su posterior empleo o transporte a vertedero de los excedentes | 2094.52 | 6.44 | 13488.71 |
| OC03 | m3 | HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m ³ para ambiente normal, elaborado en central para limpieza y nivelado de fondos de cimentación, incluso vertido por medios manuales y colocación | 55.854 | 75.54 | 4219.21 |
| OC04 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm ² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en soleras y cimentaciones, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado | 279.27 | 109.20 | 30496.28 |

| | | | | | |
|------|----|---|---------|--------|----------|
| OC05 | m3 | HORMIGÓN HM3-30 EN MUROS, ALZADOS Y LOSAS Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm ² de resistencia característica, elaborado en central, colocado en muros, alzados y losas, incluso vertido con bomba, extendido por medios manuales, vibrado y curado | 427.262 | 114.77 | 49036.86 |
|------|----|---|---------|--------|----------|

| CÓDIGO | UD. | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|-----|--|----------|---------|-----------|
| OC06 | m2 | ENCOFRADO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES Encofrado recto en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado | 19 | 19.74 | 375.06 |
| | | Encofrado curvo en soleras y cimentaciones, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso clavazón, desencofrado y limpieza, terminado | 31.42 | 16.19 | 508.69 |
| OC07 | m2 | ENCOFRADO EN MUROS Encofrado recto en muros de estructura y alzado, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza | 1045 | 28.27 | 29542.15 |
| | | Encofrado curvo en muros de estructura y alzado, colocado a cualquier profundidad o altura, incluso desencofrado y limpieza | 1036.2 | 24.88 | 25780.66 |
| OC08 | kg | ACERO EN BARRAS CORRUGADAS Acero en barras corrugadas B 500 S, cortado, doblado, armado y colocado en obra, incluso p.p. de despuntes y tolerancias | 55664 | 1.29 | 71806.56 |
| OC09 | ml | BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE Barandilla de protección de 1 m de altura, en acero inoxidable, formada por pilares y pasamanos de f 40 mm y 3 mm de espesor, con barrotos longitudinales intermedios, incluso elaboración en taller, transporte y montaje en obra | 281.6 | 372.57 | 104915.71 |
| OC10 | ud. | ESCALERA ACERO INOXIDABLE Escalera de acero inoxidable de 1,5 m de anchura, para salvar desnivel de 2 m de altura, con peldaños de 30 cm y tabica de rejilla tipo tramex, incluso placas y tornillos de anclaje, barandilla de protección, elaboración en taller, transporte y montaje en obra | 4 | 5199.23 | 20796.92 |

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO

353354.05

SUBCAPÍTULO 1.7 DECANTACIÓN SECUNDARIA

TOTAL SUBCAPÍTULO 1.7 DECANTACIÓN SECUNDARIA
SUBCAPÍTULO 1.8 BOMBEO DE FANGOS A BIOLÓGICO
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.8 BOMBEO DE FANGOS A BIOLÓGICO
SUBCAPÍTULO 1.9 ESPESAMIENTO DE FANGOS
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.9 ESPESAMIENTO DE FANGOS
SUBCAPÍTULO 1.10 EDIFICIO DE SECADO DE FANGOS
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.10 EDIFICIO DE SECADO DE FANGOS
SUBCAPÍTULO 1.11 EDIFICIO DE PRODUCCIÓN DE AIRE Y TRANSFORMACIÓN
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.11 EDIFICIO DE PRODUCCIÓN DE AIRE Y TRANSFORMACIÓN
SUBCAPÍTULO 1.12 EDIFICIO DE CONTROL
TOTAL SUBCAPÍTULO 1.12 EDIFICIO DE CONTROL

TOTAL CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL

353354.05



Presupuesto de los equipos mecánicos

| CÓDIGO | UD. | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

CAPÍTULO 2 EQUIPOS MECÁNICOS

SUBCAPÍTULO 2.1 OBRA DE LLEGADA

SUBCAPÍTULO 2.1 OBRA DE LLEGADA

SUBCAPÍTULO 2.2 DESBASTE

SUBCAPÍTULO 2.2 DESBASTE

SUBCAPÍTULO 2.3 DESARENADO Y DESENGRASADO

SUBCAPÍTULO 2.3 DESARENADO Y DESENGRASADO

SUBCAPÍTULO 2.4. TRATAMIENTO BIOLÓGICO

| | | | | | |
|------|-----|--|---|----------|----------|
| EM01 | Ud. | <p>Soplante Q = 1320 m3/h</p> <p>Soplante de compresores de émbolos rotativos Delta Hybrid. Marca Aerzen. Modelo: D24E. Caudal máximo 1320 m3/h. Presión diferencial: -0.7 bar. Potencia motor: 37 kW. Incluso silenciadores, válvula de presión, válvula de retención, válvula de arranque, filtro de aspiración, manguito elástico de conexión, bancada, soportes antivibratorios, transmisión por correas y poleas, incluso cabina de insonorización y variador de frecuencia. Totalmente instalada y probada.</p> | 3 | 16123.28 | 48369.84 |
| EM02 | Ud. | <p>Parrilla difusores EPDM 12''</p> <p>Parrilla de aeración para distribución de aire en el reactor biológico, Parrilla de 8*12 difusores de burbuja fina EPDM de 12'' de diámetro cada una, incluido soportes, elementos de fijación, sistema de purga, piezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec</p> | 4 | 6097.76 | 24391.04 |

| CÓDIGO | UD. | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|
|--------|-----|-------------|----------|--------|---------|

| | | | | | |
|------|-----|---|---|---------|---------|
| EM05 | Ud. | <p>Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico</p> <p>Bomba dosificadora peristáltica. Marca Boyser. Modelo Serie DS-M. Caudal máximo: 1.8 l/h. Potencia motor: 0,2 kW. Diametros internos de tubo: 0.8 mm. Incluido pantallas de protección contra proyecciones, en metacrilato y mampara protectora para racor de entrada al depósito.</p> | 3 | 2313.38 | 6940.14 |
|------|-----|---|---|---------|---------|

| | | | | | |
|------|-----|---|-------|---------|----------|
| EM07 | Ud. | Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA Bomba sumergible. Marca: Caprari. Modelo: K+DN 65/200. Caudal: 160 l/s. Altura manométrica máxima: 65 mca. Incluso p.p. de accesorios, uniones y anclajes. Potencia motor: 1.5 kW. Sistema con rodete abierto para transportar líquidos con alta concentración de materia sólida | 3 | 2961.68 | 8885.04 |
| EM09 | ml | Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores) Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-250. Espesor: 2,0 mm. | 48.31 | 245.03 | 11837.40 |
| EM10 | ml | Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores) Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm. | 44.8 | 164.88 | 7386.52 |

| CÓDIGO | UD. | DESCRIPCION | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--|-----|---|----------|----------|------------------|
| EM11 | Ud. | ACELERADOR DE CORRIENTE SUMERGIDO DE HÉLICE Agitador sumergible para aguas residuales, con hélice dinámica de alto rendimiento y sistema de autolimpieza de álabes. Marca Xylem. Modelo FLYGT tipo banana compacto. Potencia eléctrica instalada: 3 a 4.3 kW. Potencia de funcionamiento 3 kW. Velocidad de hélice 90 a 140 rpm rpm. Diámetro hélice: 1.2 m. Rendimiento de hasta 400 N/kW. incluido soporte de motor y elevación, guías de descenso, sistemas de tope de fondo, grúa y cabestrante desmontable de elevación, elementos auxiliares de sujeción y montaje, colocado. | 4 | 12616.39 | 50465.56 |
| TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 TRATAMIENTO BIOLÓGICO | | | | | 158275.54 |

SUBCAPÍTULO 2.5 DECANTACIÓN SECUNDARIA
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.5 DECANTACIÓN SECUNDARIA
SUBCAPÍTULO 2.8 BOMBEO DE FANGOS BIOLÓGICOS
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.8 BOMBEO DE FANGOS BIOLÓGICOS
SUBCAPÍTULO 2.9 ESPESADO DE FANGOS
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.9 ESPESADO DE FANGOS
SUBCAPÍTULO 2.10 EXTRACCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGO SECO
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.10 EXTRACCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE FANGO SECO
SUBCAPÍTULO 2.11 BOMBEO DRENAJES Y VACIADOS
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.11 BOMBEO DRENAJES Y VACIADOS
SUBCAPÍTULO 2.12 BOMBEO ESPUMAS Y FLOTANTES
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.12 BOMBEO ESPUMAS Y FLOTANTES
SUBCAPÍTULO 2.13 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.13 INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL
SUBCAPÍTULO 2.14 PUERTA DE ACCESO
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.14 PUERTA DE ACCESO
SUBCAPÍTULO 2.15 AGUA Y RIEGO
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.15 AGUA Y RIEGO
SUBCAPÍTULO 2.16 AGUA Y AIRE INDUSTRIAL
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.16 AGUA Y AIRE INDUSTRIAL
SUBCAPÍTULO 2.17 RED DE PLUVIALES
TOTAL SUBCAPÍTULO 2.17 RED DE PLUVIALES

TOTAL CAPÍTULO 2 EQUIPOS MECANICOS

158275.54

Presupuesto capítulo 3: equipos eléctricos

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|--------|---------|
| | <u>CAPÍTULO 3 EQUIPOS ELÉCTRICOS</u> | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 3.1 RED M.T. Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 3.1 RED M.T. Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 3.2 CUADROS ELÉCTRICOS</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2 CUADROS ELÉCTRICOS | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 3.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 3.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 3.4 ALUMBRADO EXTERIOR</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 3.4 ALUMBRADO EXTERIOR | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 3.5 INSTALACIONES EDIFICIOS</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 3.5 INSTALACIONES EDIFICIOS | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 3.6 AUTORIZACIONES</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 3.6 AUTORIZACIONES | | | |

Presupuesto capítulo 4: seguridad y salud

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|--|----------|--------|---------|
| | <u>CAPÍTULO 4 SEGURIDAD Y SALUD</u> | | | |

Presupuesto capítulo 5: vigilancia ambiental

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|---|----------|--------|---------|
| | <u>CAPÍTULO 5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</u> | | | |

Presupuestos capítulo 6: varios

| CÓDIGO | RESUMEN | CANTIDAD | PRECIO | IMPORTE |
|--------|--|----------|--------|---------|
| | <u>CAPÍTULO 6 VARIOS</u> | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 6.1 EQUIPAMIENTO AUXILIAR</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 6.1 EQUIPAMIENTO AUXILIAR | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 6.2 SEÑALIZACION</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 6.2 SEÑALIZACION | | | |
| | <u>SUBCAPÍTULO 6.3 RESTAURACION MEDIO NATURAL</u> | | | |
| | TOTAL SUBCAPÍTULO 6.3 RESTAURACION MEDIO NATURAL | | | |

Resumen presupuesto reactor biológico

| PRESUPUESTO REACTOR BIOLOGICO | | | |
|--------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| CAPITULO | RESUMEN | | |
| 1 | OBRA CIVIL | | 353354.05 69.06 |
| 2 | EQUIPOS MECANICOS | | 158275.54 30.94 |
| 3 | EQUIPOS ELECTRICOS | | 0.00 |
| 4 | SEGURIDAD Y SALUD | | 0.00 |
| 5 | PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL | | 0.00 |
| 6 | VIARIOS | | 0.00 |
| | | TOTAL EJECUCION MATERIAL | 511629.59 |
| | 16,00% Gastos generales | 81860.73 | |
| | 6,00% Beneficio industrial | 30697.78 | |
| | | SUMA DE G.G. y B.I. | 112558.51 |
| | 21% IVA | | 131079.50 |
| | | TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA | 755267.60 |
| | | TOTAL PRESUPUESTO GENERAL | 755267.60 |

Presupuesto EDAR (estimado)

| PRESUPUESTO EDAR (ESTIMADO) | | | |
|------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|
| CAPITULO | RESUMEN | | |
| 1 | OBRA CIVIL | | 1491574.72 55.59 |
| 2 | EQUIPOS MECANICOS | | 656472.58 24.47 |
| 3 | EQUIPOS ELECTRICOS | | 164118.15 6.12 |
| 4 | SEGURIDAD Y SALUD | | 46531.00 1.73 |
| 5 | GESTION DE RESIDUOS | | 178637.19 6.66 |
| 6 | MANTENIMIENTO Y EXPLOTACION | | 139951.12 5.22 |
| 7 | VIARIOS | | 6000.00 0.22 |
| | | TOTAL EJECUCION MATERIAL | 2683284.76 |
| | 16,00% Gastos generales | 429325.56 | |
| | 6,00% Beneficio industrial | 160997.09 | |
| | | SUMA DE G.G. y B.I. | 590322.65 |
| | 21% IVA | | 687457.55 |
| | | TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA | 3961064.96 |
| | | TOTAL PRESUPUESTO GENERAL | 3961064.96 |

Anexo N°19: Planos



INDICE

Plano 1: Localización Lote 68

Plano 2: Curvas de nivel del terreno

Plano 3: Curvas de nivel del terreno útil

Plano 4: Planta solución flujo pistón - Instalaciones

Plano 5: Planta solución flujo pistón - Dimensiones

Plano 6: Planta solución flujo pistón - Conducciones

Plano 7: Planta solución carrusel - Instalaciones

Plano 8: Planta solución carrusel - Dimensiones

Plano 9: Planta solución carrusel - Conducciones

Plano 10: Planta solución carrusel - Artístico

Plano 11: Diagrama de flujos

Plano 12: Reactor biológico

Plano 13: Decantador secundario

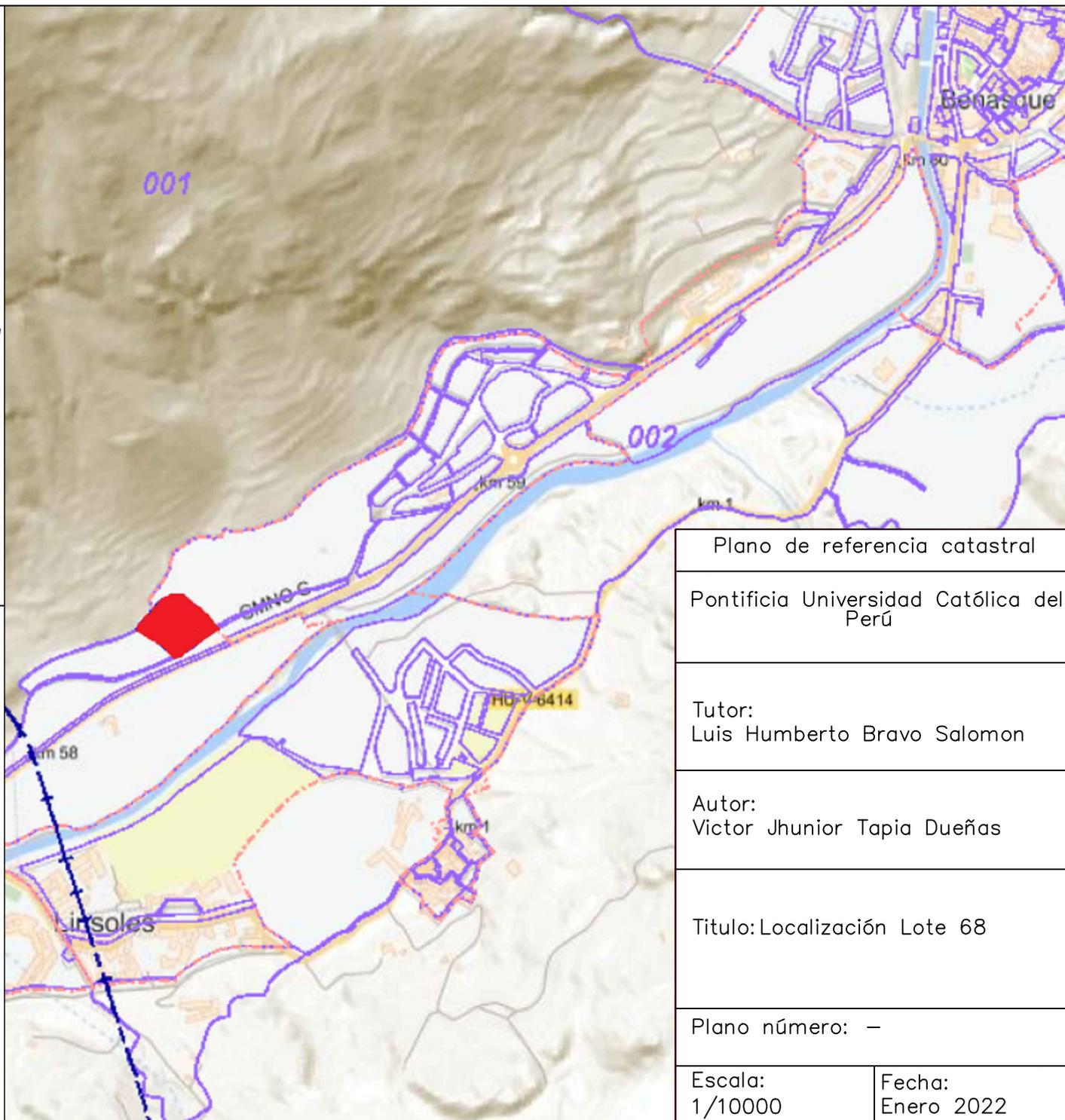
Plano 14: Pretratamiento compacto

Plano 15: Estructura solución carrusel – Pared reactor

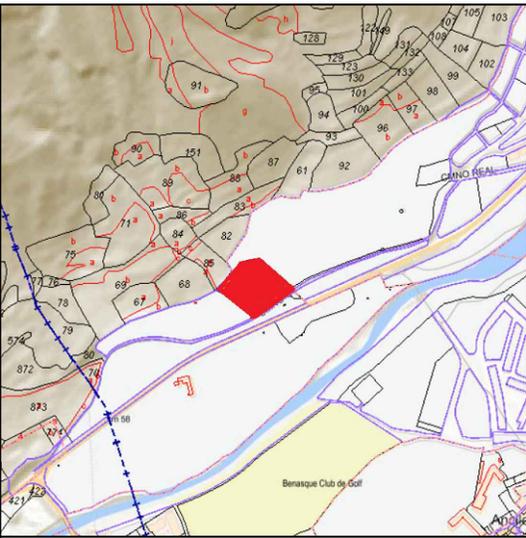
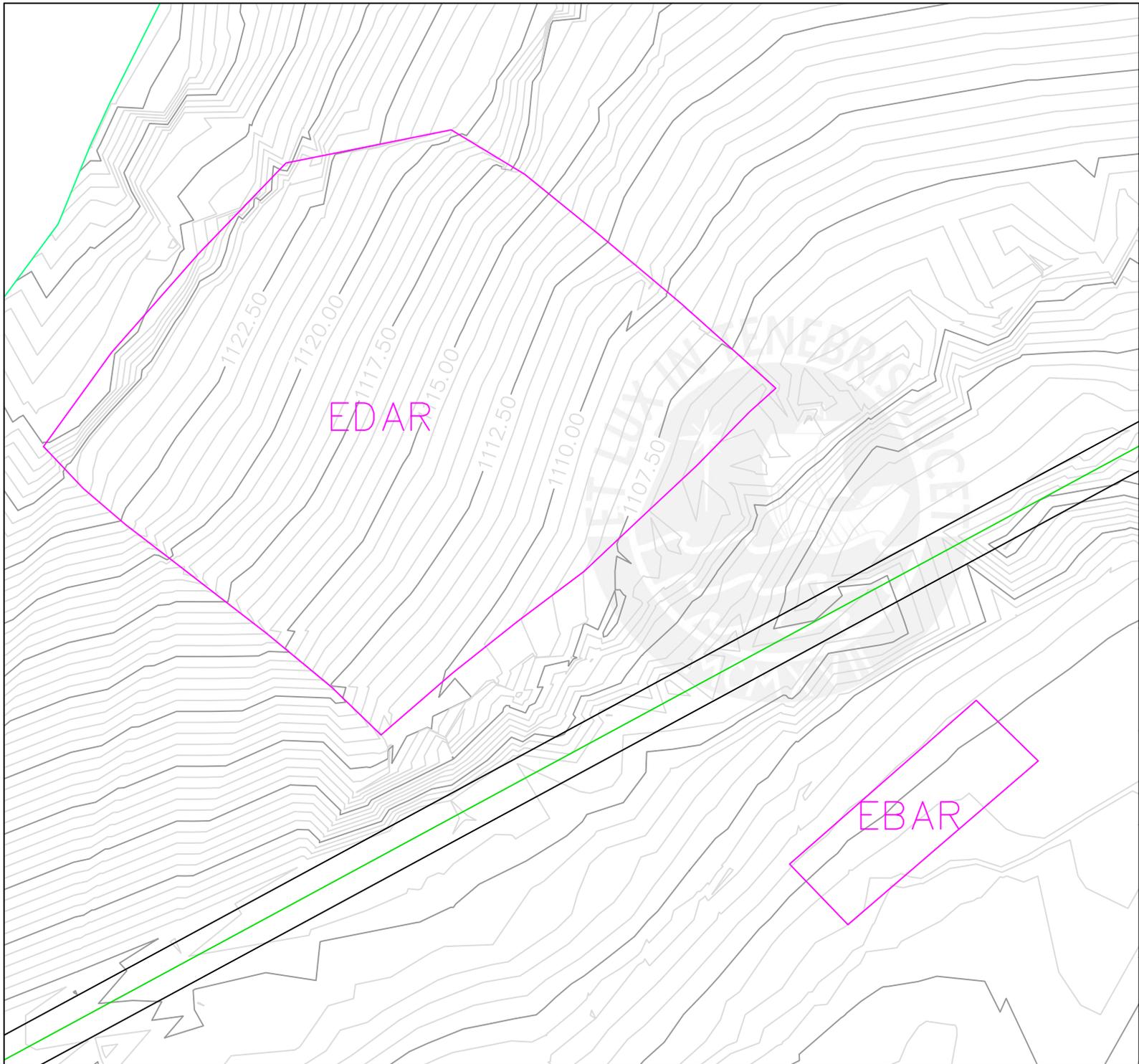
Plano 16: Planta edificio de control

Plano 17: Planta edificio de soplantes

Plano 18: Planta edificio de deshidratación



| | |
|--|----------------------|
| Plano de referencia catastral | |
| Pontificia Universidad Católica del Perú | |
| Tutor: Luis Humberto Bravo Salomon | |
| Autor: Victor Jhunion Tapia Dueñas | |
| Titulo: Localización Lote 68 | |
| Plano número: - | |
| Escala: 1/10000 | Fecha: Enero 2022 |



Plano de localización

Pontificia Universidad Católica del Perú
Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

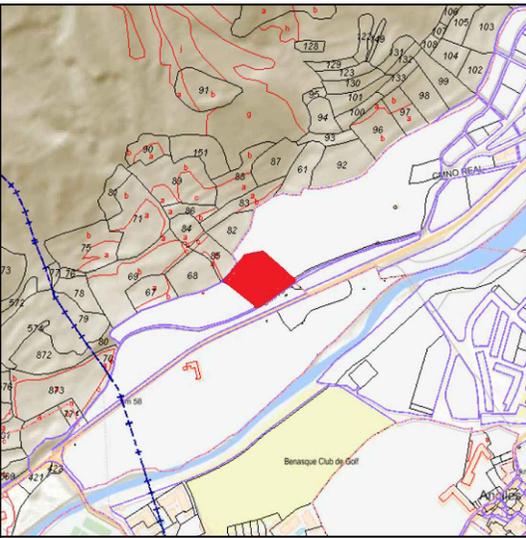
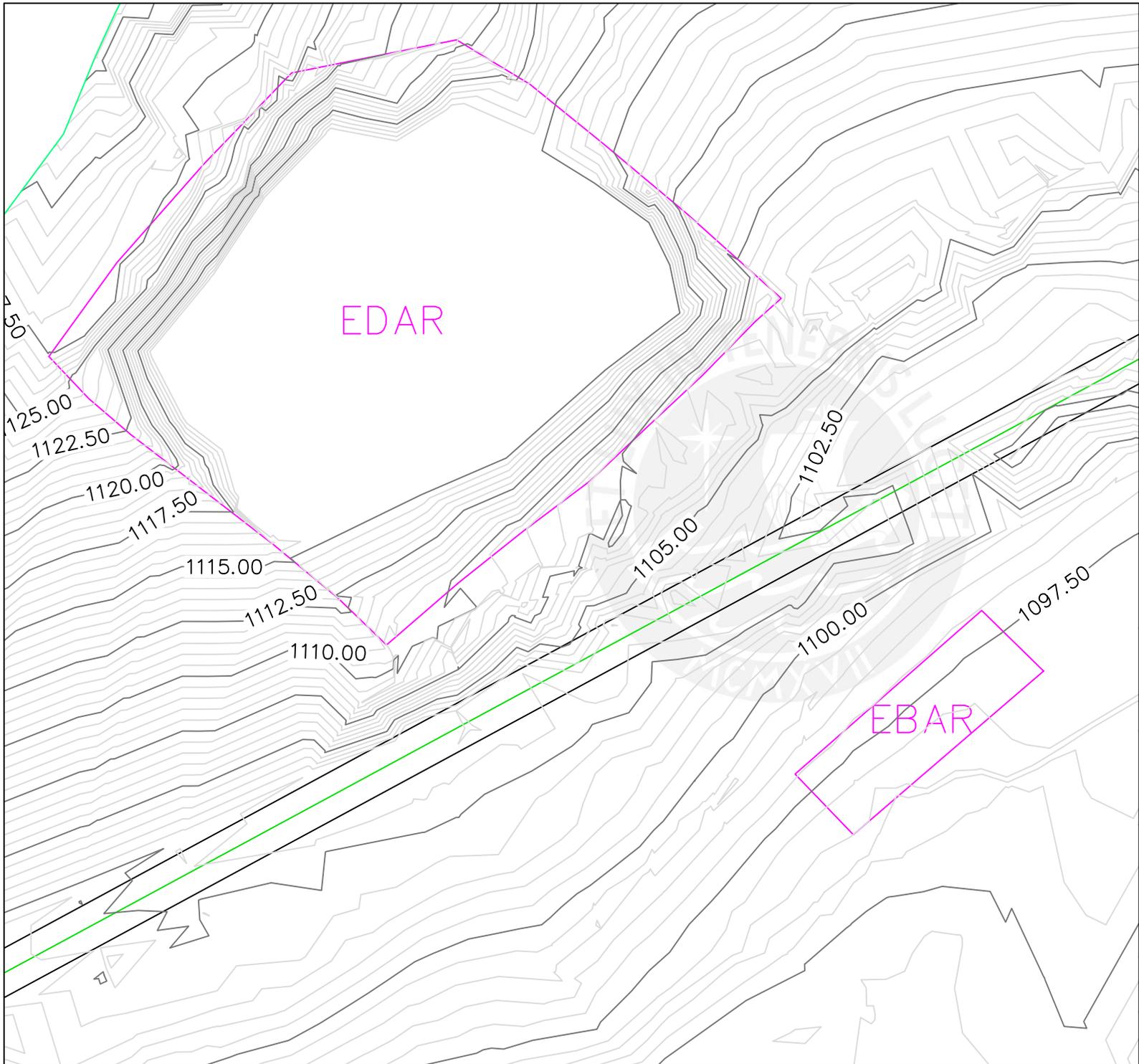
Autor:
Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título:
Curvas de nivel del terreno

Plano número: B-1

Escala:
1/1000

Fecha:
Enero 2022



Plano de localización

Pontificia Universidad Católica del Perú
 Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
 Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:
 Victor Jhunion Tapia Dueñas

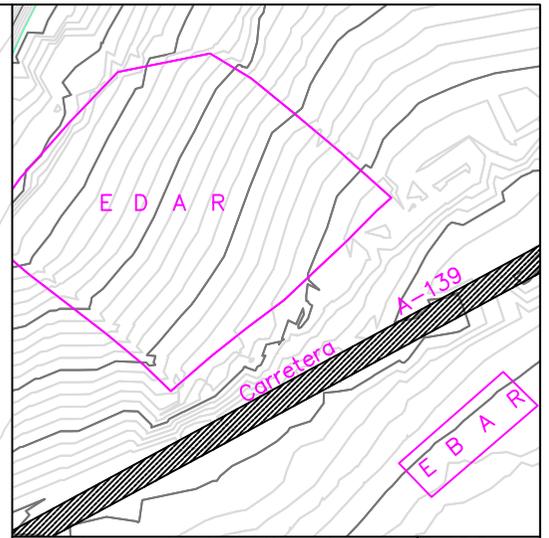
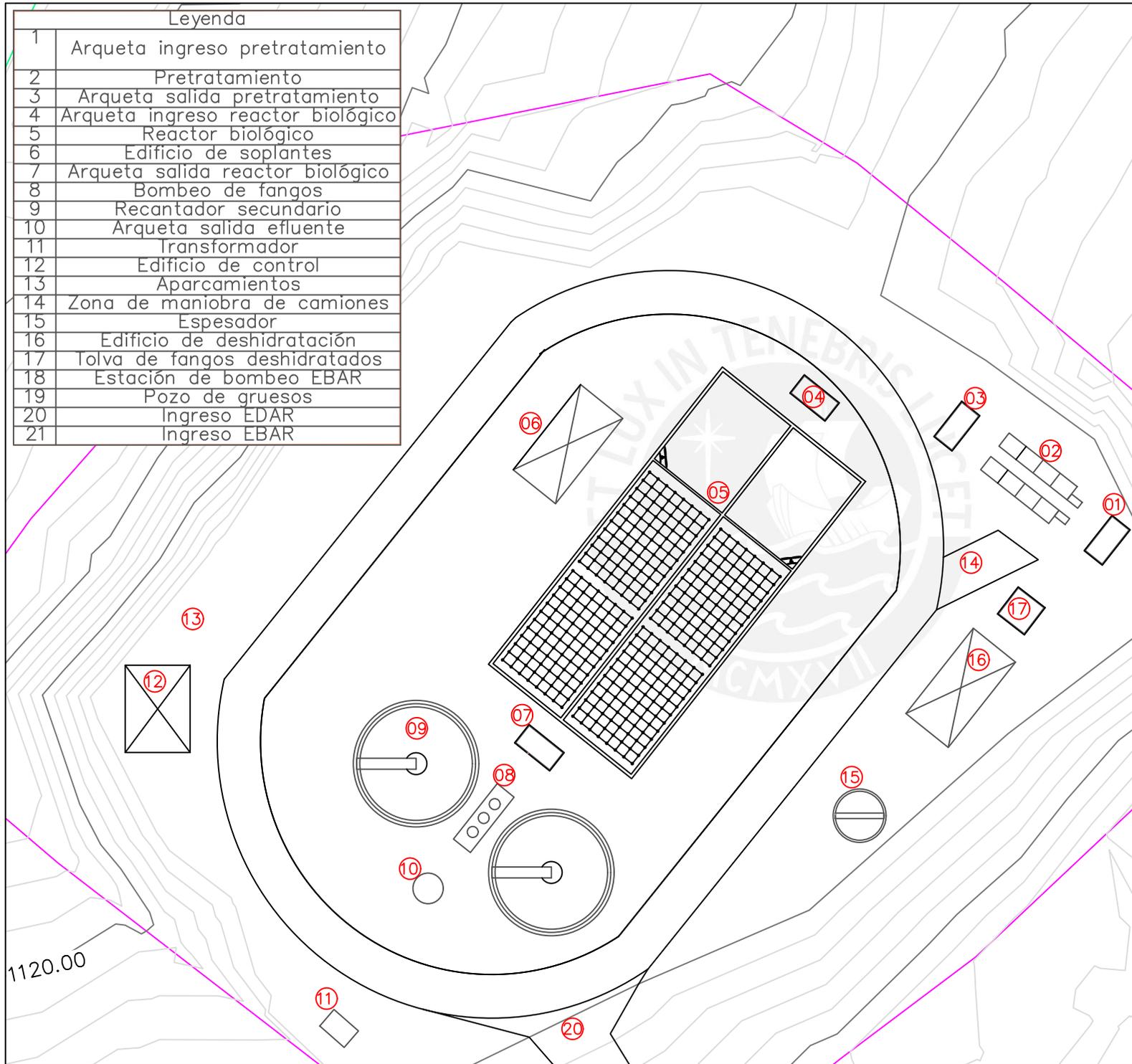
Título: Curvas de nivel del terreno útil

Plano número: B-2

| | |
|-------------------|----------------------|
| Escala: 1/1000 | Fecha: Enero 2022 |
|-------------------|----------------------|

Leyenda

| | |
|----|-----------------------------------|
| 1 | Arqueta ingreso pretratamiento |
| 2 | Pretratamiento |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento |
| 4 | Arqueta ingreso reactor biológico |
| 5 | Reactor biológico |
| 6 | Edificio de soplantes |
| 7 | Arqueta salida reactor biológico |
| 8 | Bombeo de fangos |
| 9 | Recantador secundario |
| 10 | Arqueta salida efluente |
| 11 | Transformador |
| 12 | Edificio de control |
| 13 | Aparcamientos |
| 14 | Zona de maniobra de camiones |
| 15 | Espesador |
| 16 | Edificio de deshidratación |
| 17 | Tolva de fangos deshidratados |
| 18 | Estación de bombeo EBAR |
| 19 | Pozo de gruesos |
| 20 | Ingreso EDAR |
| 21 | Ingreso EBAR |



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

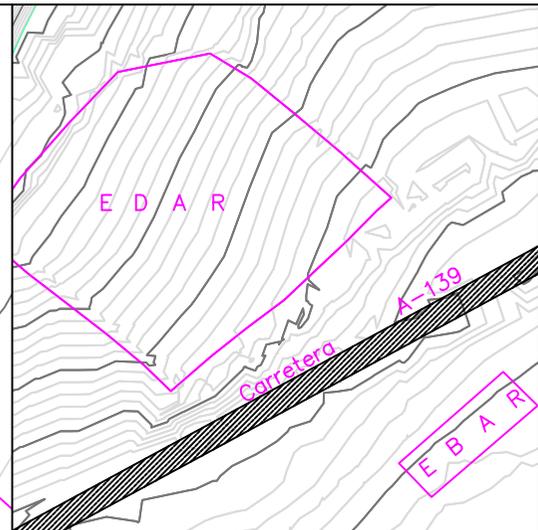
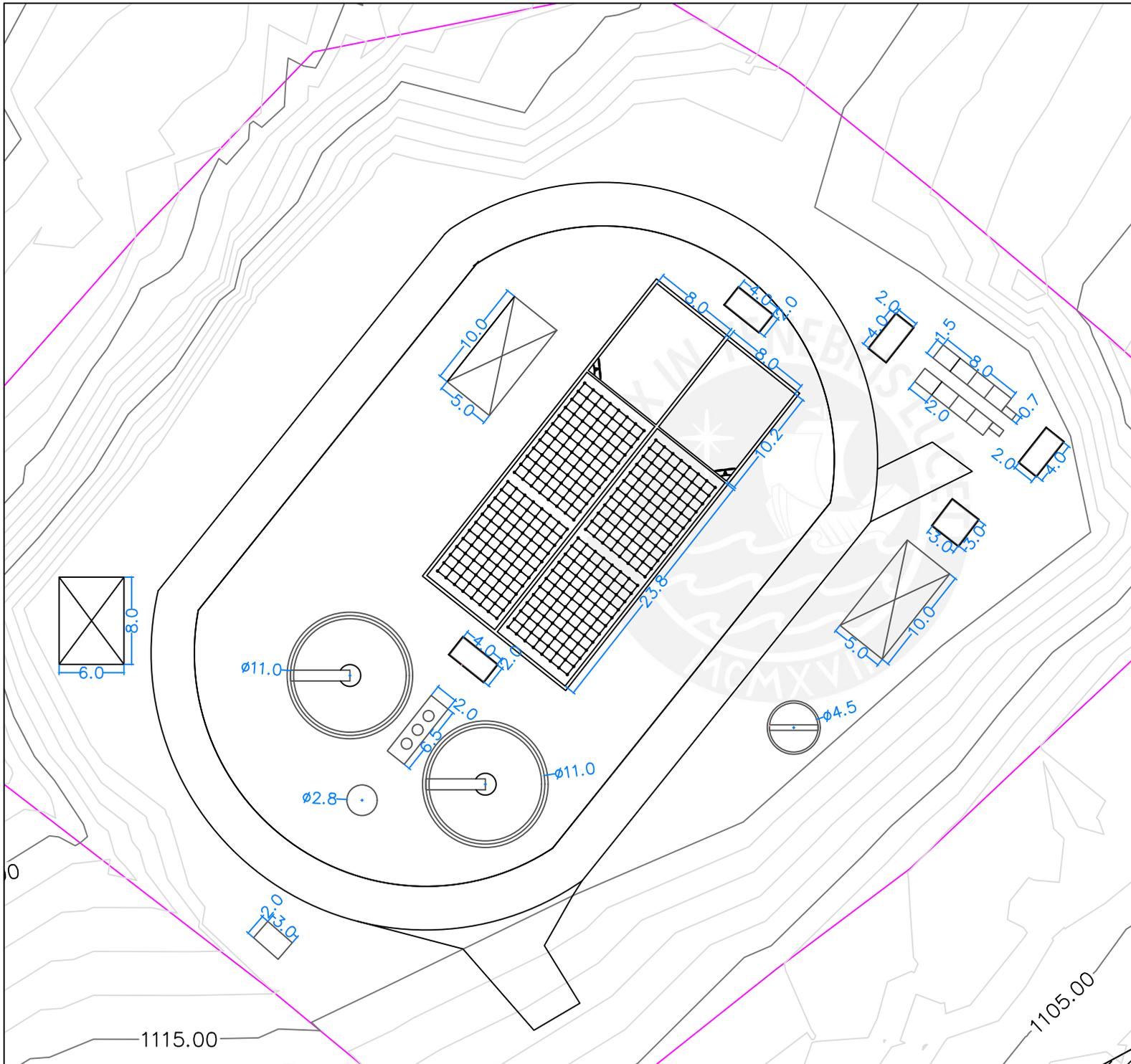
Autor:
Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título: Planta solución flujo pistón – Instalaciones

Plano número: A-1.1

Escala:
1/500

Fecha:
Enero 2022



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

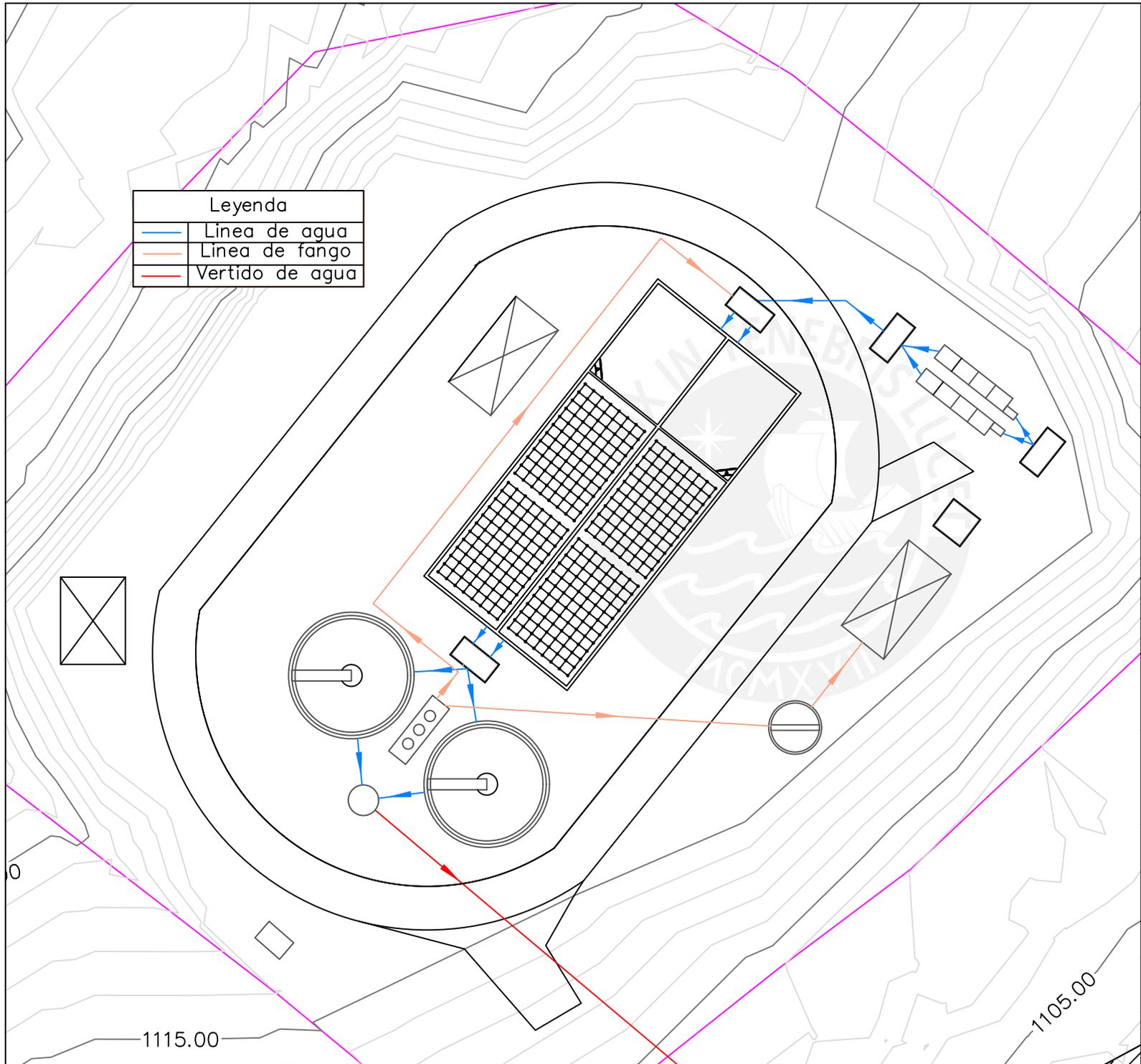
Autor:
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Planta solución flujo pistón – Dimensiones

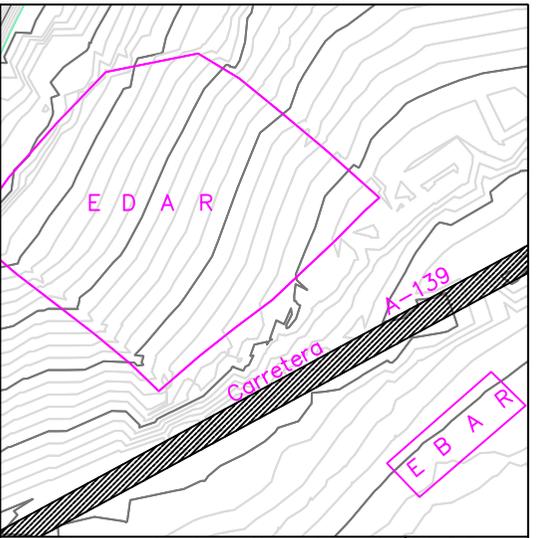
Plano número: A-2.1

Escala:
1/500

Fecha:
Enero 2022



| Leyenda | |
|---------|-----------------|
| | Línea de agua |
| | Línea de fango |
| | Vertido de agua |



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:
Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título: Planta solución flujo pistón – Conducciones

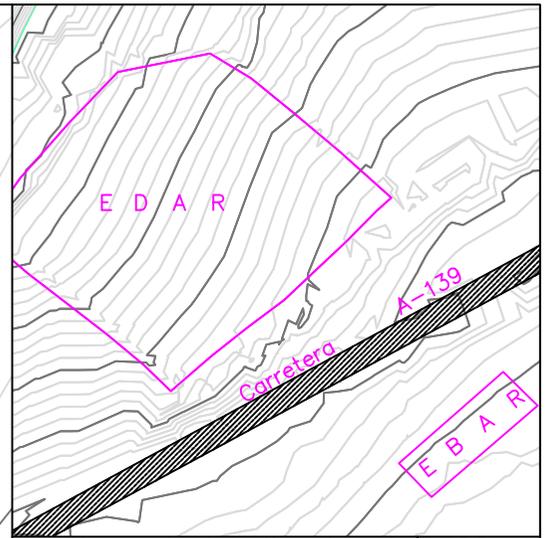
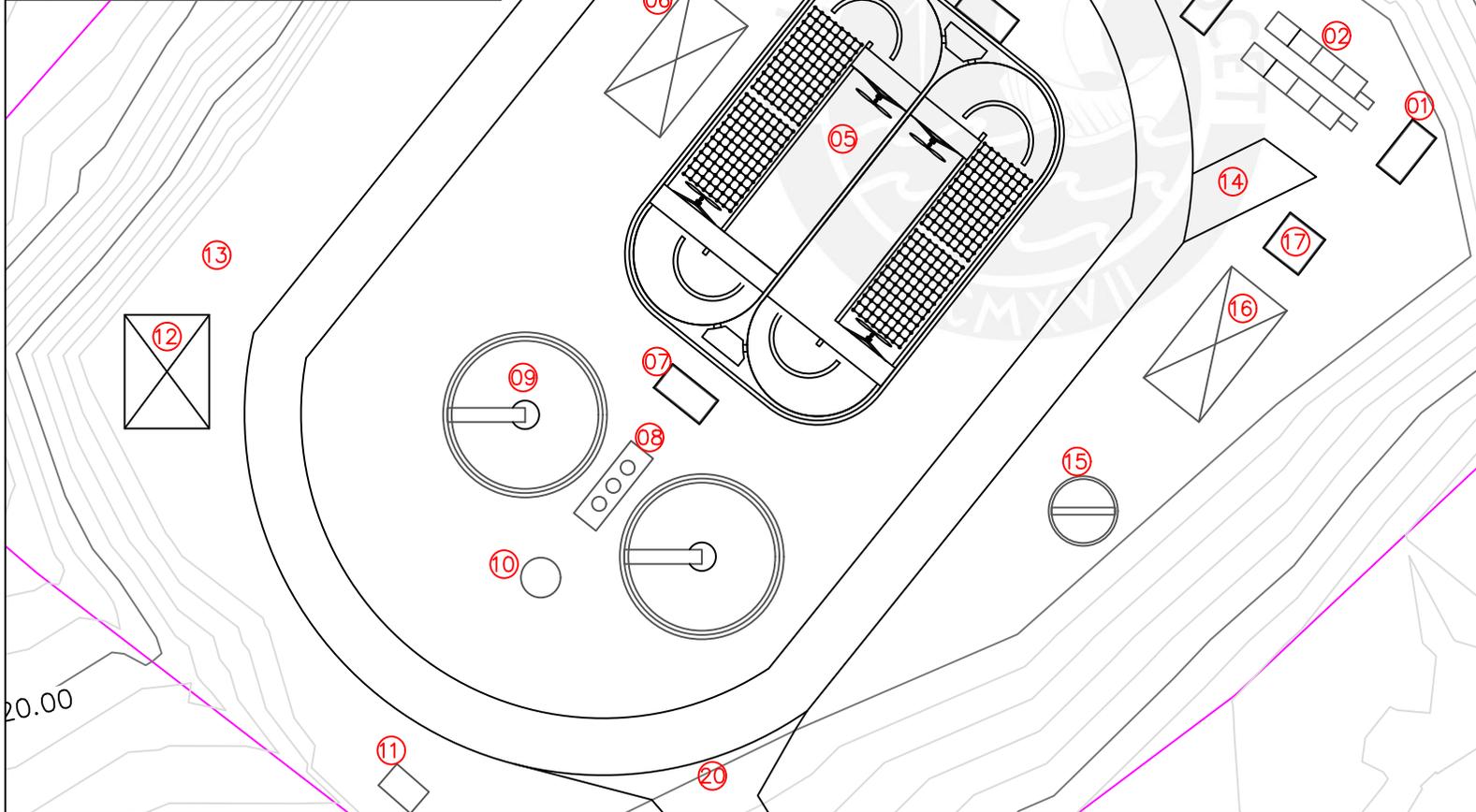
Plano número: A-3.1

Escala:
1/500

Fecha:
Enero 2022

Leyenda

| | |
|----|-----------------------------------|
| 1 | Arqueta ingreso pretratamiento |
| 2 | Pretratamiento |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento |
| 4 | Arqueta ingreso reactor biológico |
| 5 | Reactor biológico |
| 6 | Edificio de soplantes |
| 7 | Arqueta salida reactor biológico |
| 8 | Bombeo de fangos |
| 9 | Recantador secundario |
| 10 | Arqueta salida efluente |
| 11 | Transformador |
| 12 | Edificio de control |
| 13 | Aparcamientos |
| 14 | Zona de maniobra de camiones |
| 15 | Espesador |
| 16 | Edificio de deshidratación |
| 17 | Tolva de fangos deshidratados |
| 18 | Estación de bombeo EBAR |
| 19 | Pozo de gruesos |
| 20 | Ingreso EDAR |
| 21 | Ingreso EBAR |



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú
 Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
 Luis Humberto Bravo Salomon

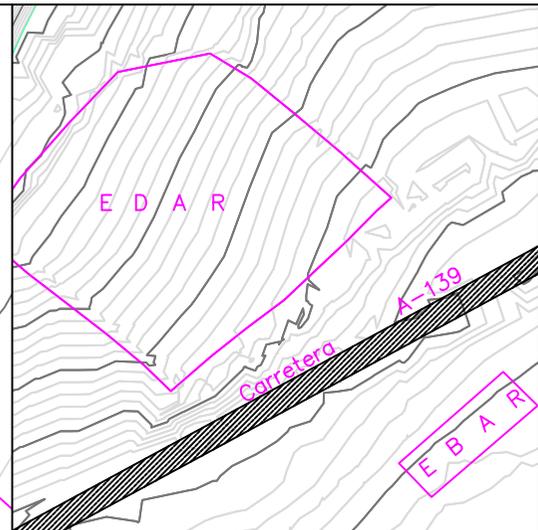
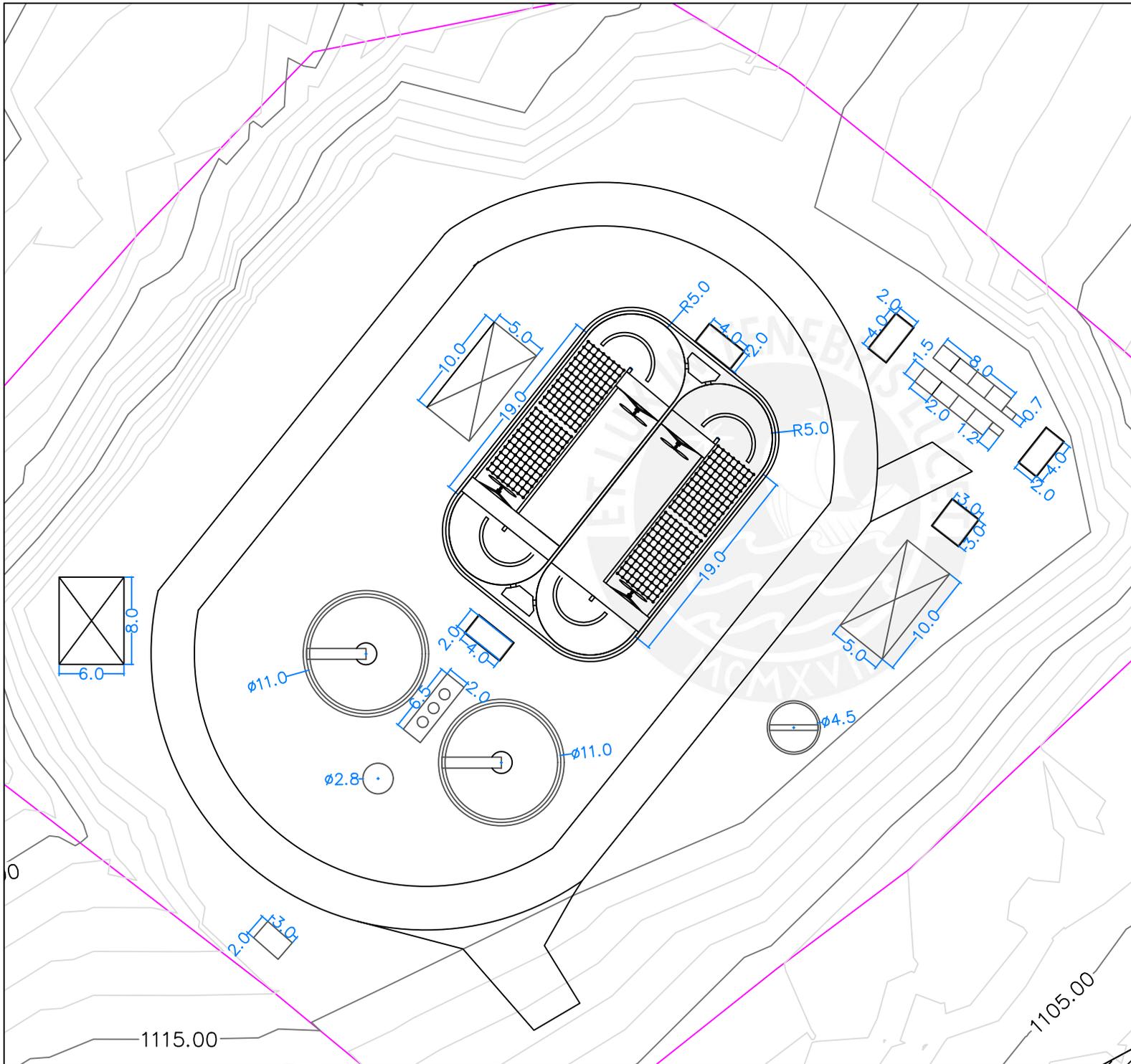
Autor:
 Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título: Planta solución carrusel –
 Instalaciones

Plano número: A-1.1

Escala:
 1/500

Fecha:
 Enero 2022



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

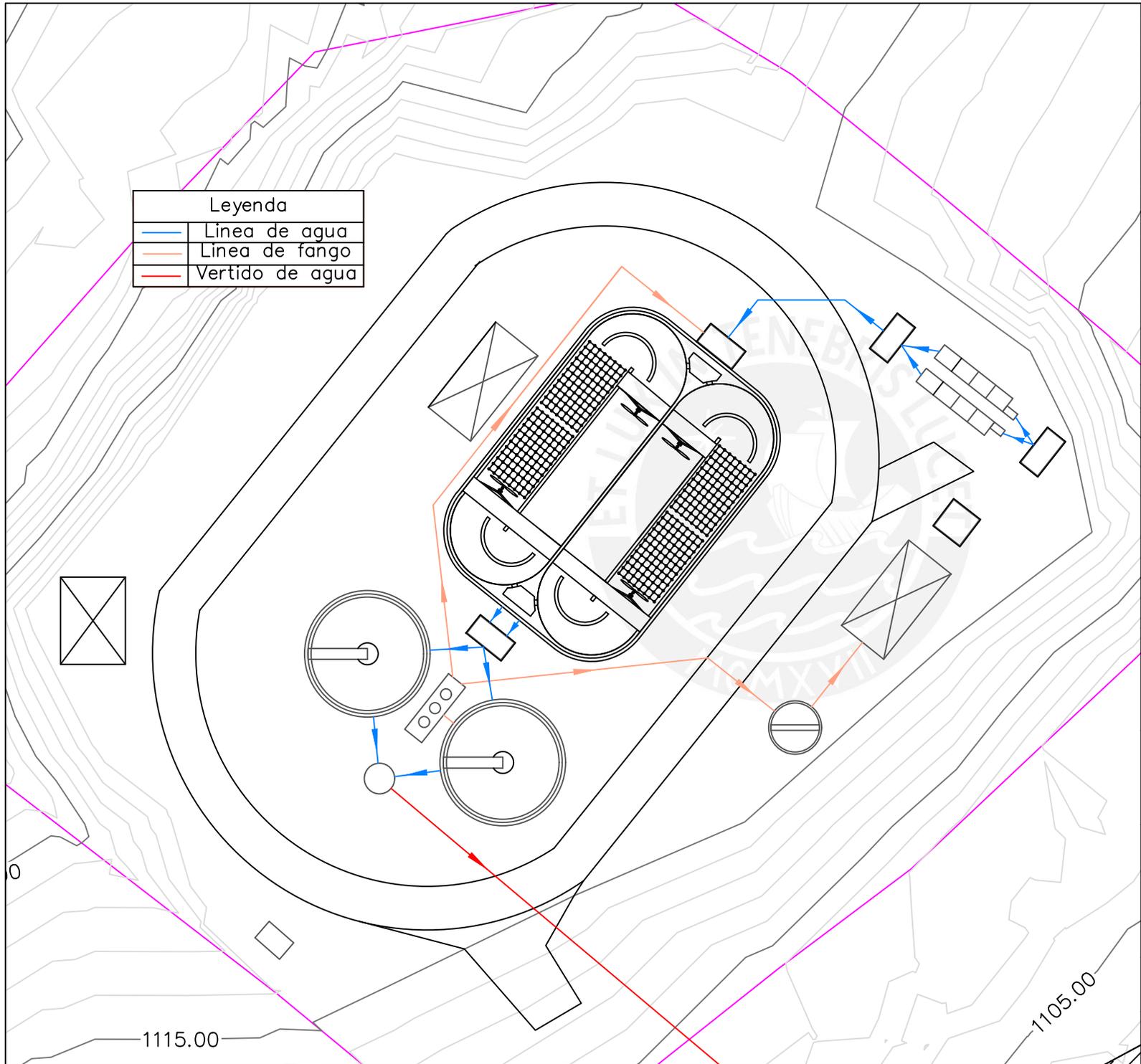
Autor:
VictorJhuniar Tapia Dueñas

Título: Planta solución carrusel – Dimensiones

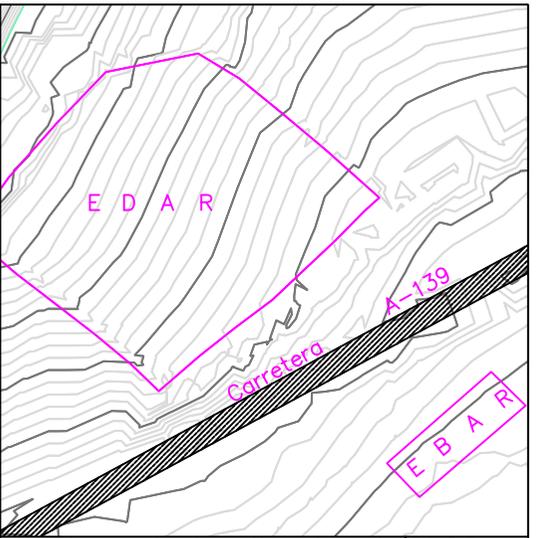
Plano número: A-2.1

Escala:
1/500

Fecha:
Enero 2022



| Leyenda | |
|---------|-----------------|
| | Línea de agua |
| | Línea de fango |
| | Vertido de agua |



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú
 Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
 Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:
 VictorJhuniar Tapia Dueñas

Título: Planta solución carrusel –
 Conducciones

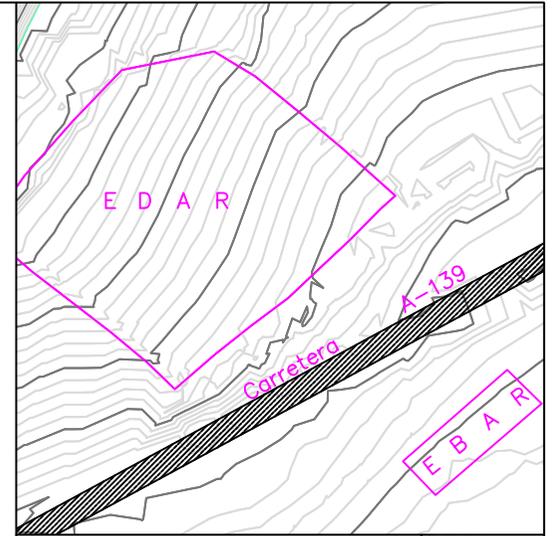
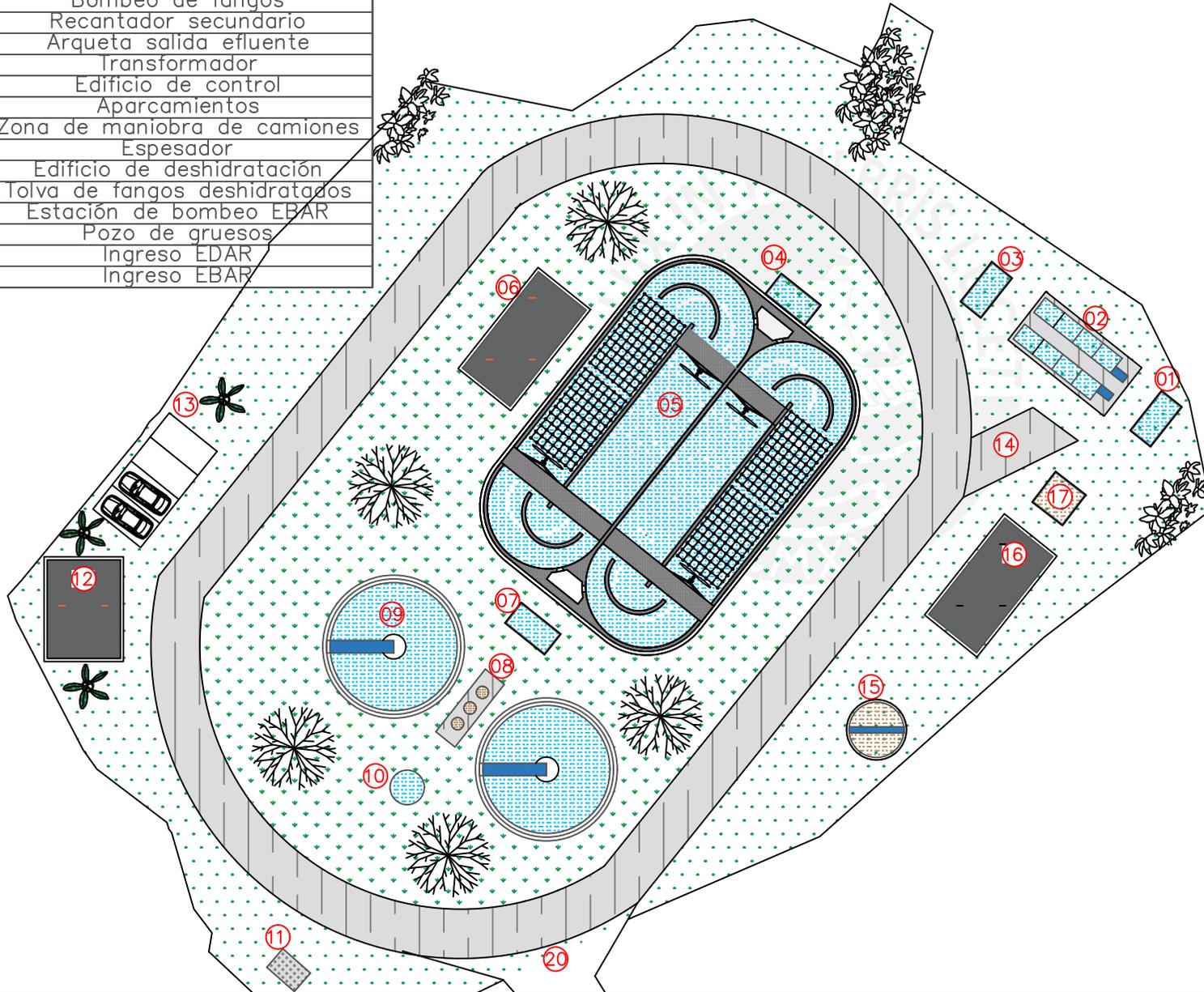
Plano número: A-3.1

Escala:
 1/500

Fecha:
 Enero 2022

Leyenda

| | |
|----|-----------------------------------|
| 1 | Arqueta ingreso pretratamiento |
| 2 | Pretratamiento |
| 3 | Arqueta salida pretratamiento |
| 4 | Arqueta ingreso reactor biológico |
| 5 | Reactor biológico |
| 6 | Edificio de soplantes |
| 7 | Arqueta salida reactor biológico |
| 8 | Bombeo de fangos |
| 9 | Recantador secundario |
| 10 | Arqueta salida efluente |
| 11 | Transformador |
| 12 | Edificio de control |
| 13 | Aparcamientos |
| 14 | Zona de maniobra de camiones |
| 15 | Espesador |
| 16 | Edificio de deshidratación |
| 17 | Tolva de fangos deshidratados |
| 18 | Estación de bombeo EBAR |
| 19 | Pozo de gruesos |
| 20 | Ingreso EDAR |
| 21 | Ingreso EBAR |



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

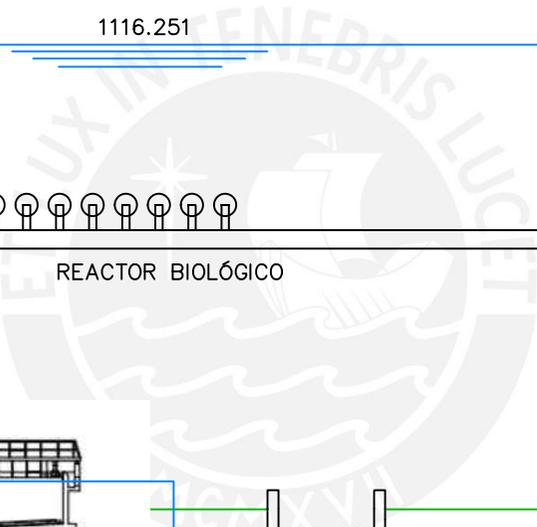
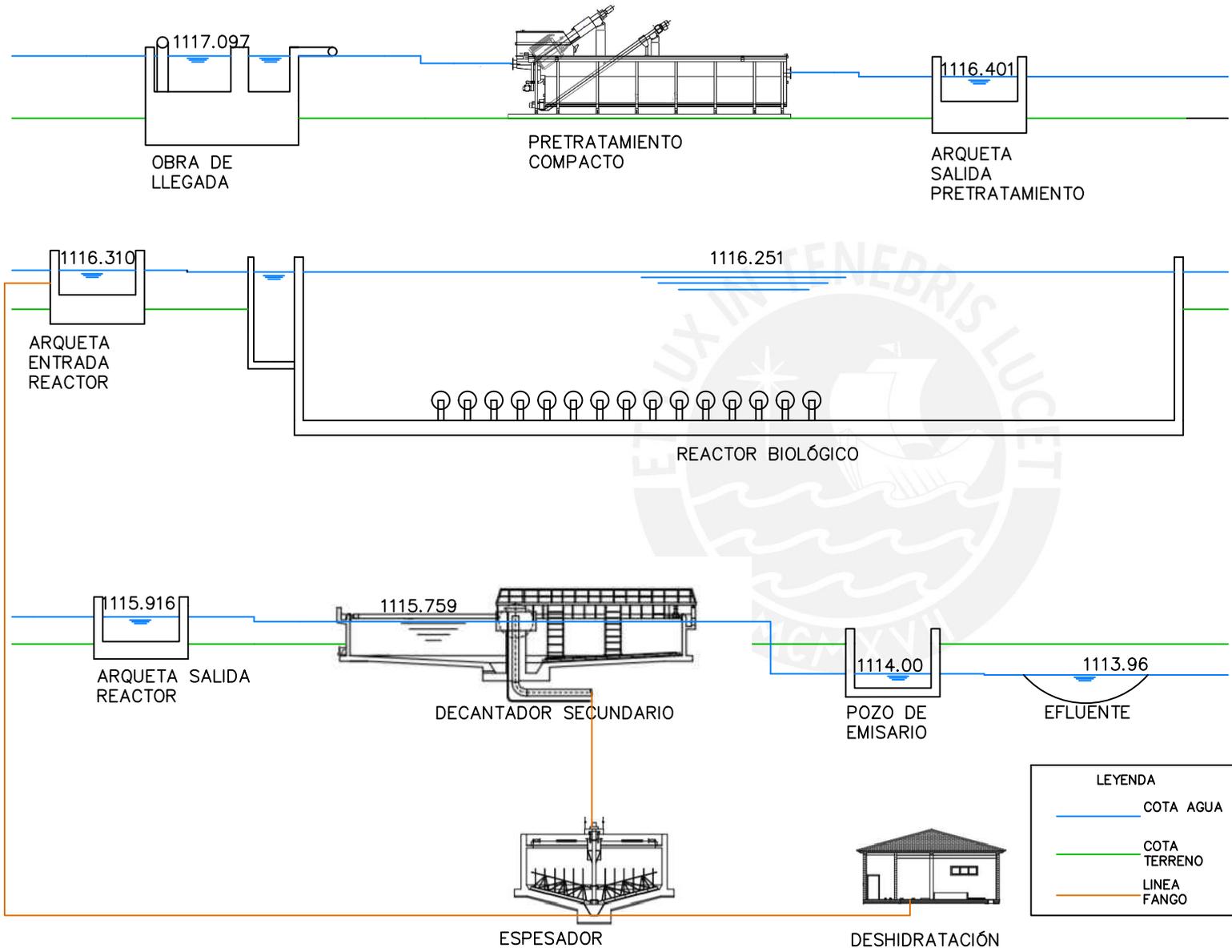
Autor:
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Planta solución carrusel – Artístico

Plano número: D-1

Escala:
1/500

Fecha:
Enero 2022



Pontificia Universidad Católica del Perú
 Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
 Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:
 Victor Jhonor Tapia Dueñas

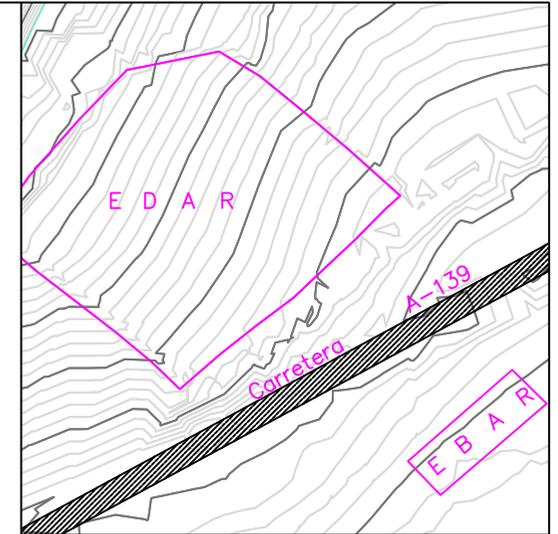
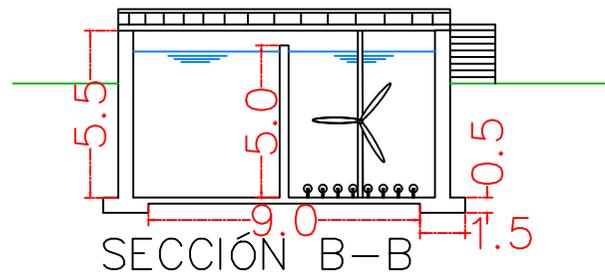
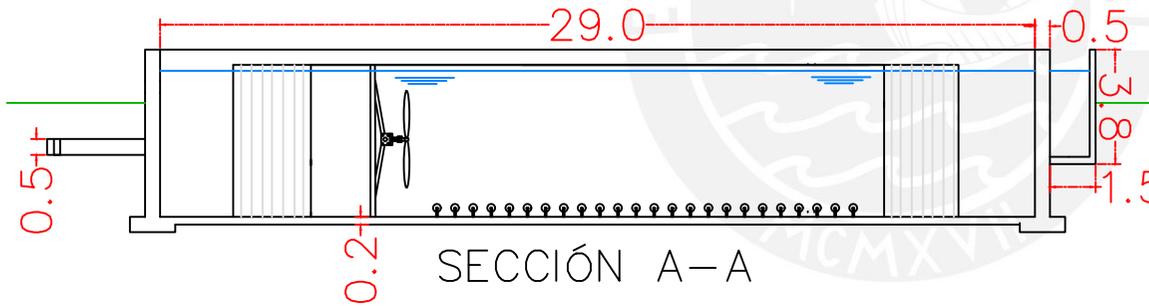
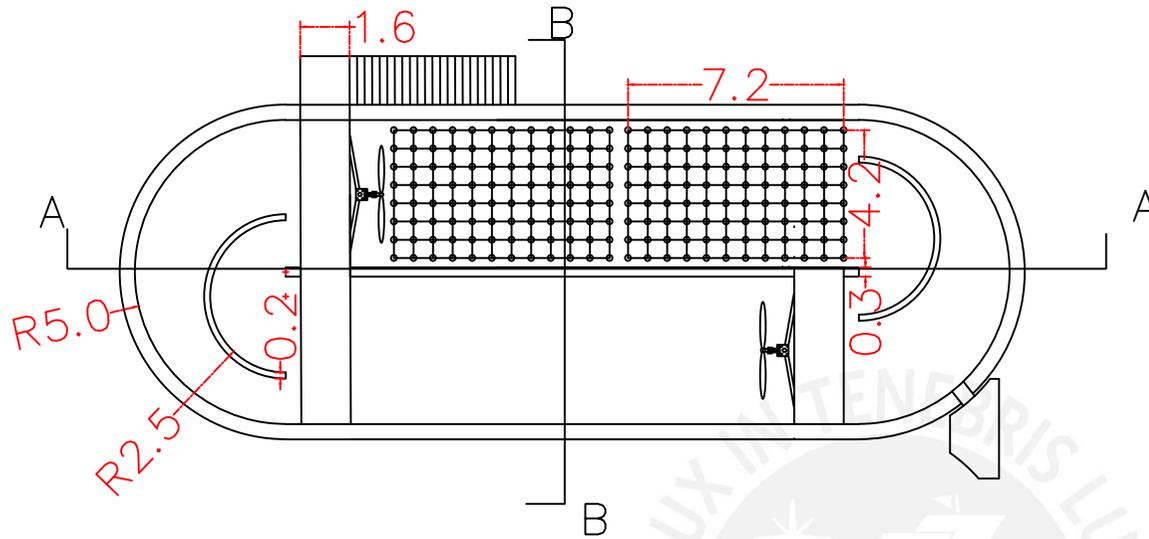
Título: Diagrama de flujos

Plano P-1.1

Escala:
 Sin escala

Fecha:
 Enero 2022

| LEYENDA | |
|---------------------------------------|--------------|
| — | COTA AGUA |
| — | COTA TERRENO |
| — | LINEA FANGO |



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

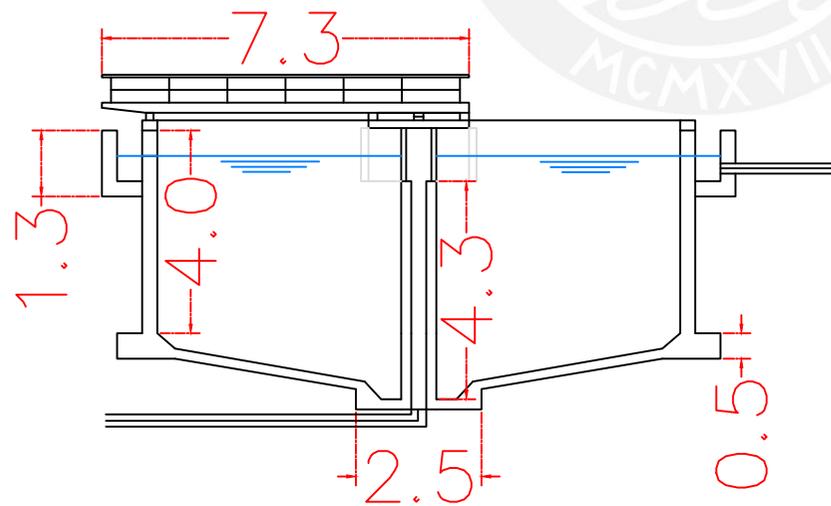
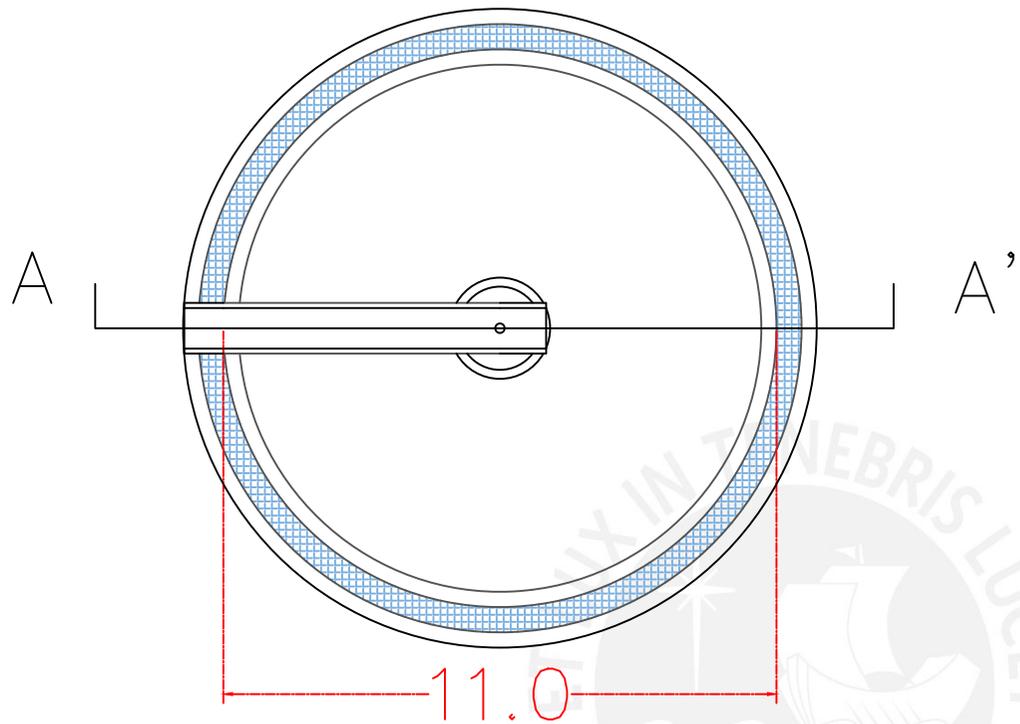
Autor:
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Reactor Biológico

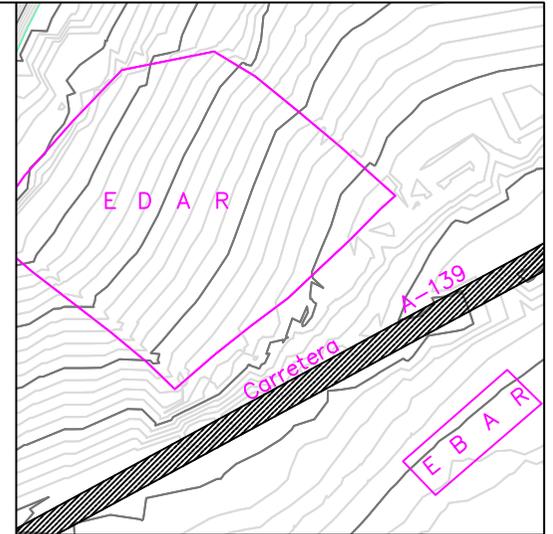
Plano número: Q-1

Escala:
1/250

Fecha:
Enero 2022



SECCIÓN A-A'



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

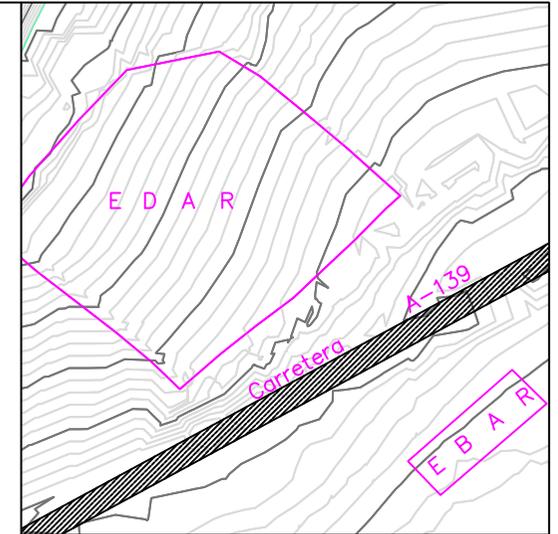
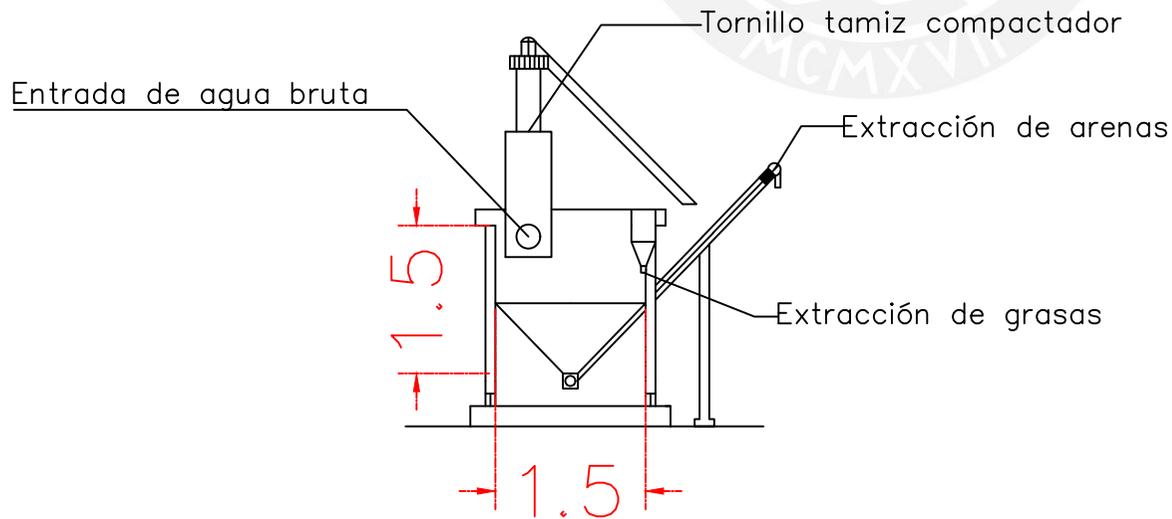
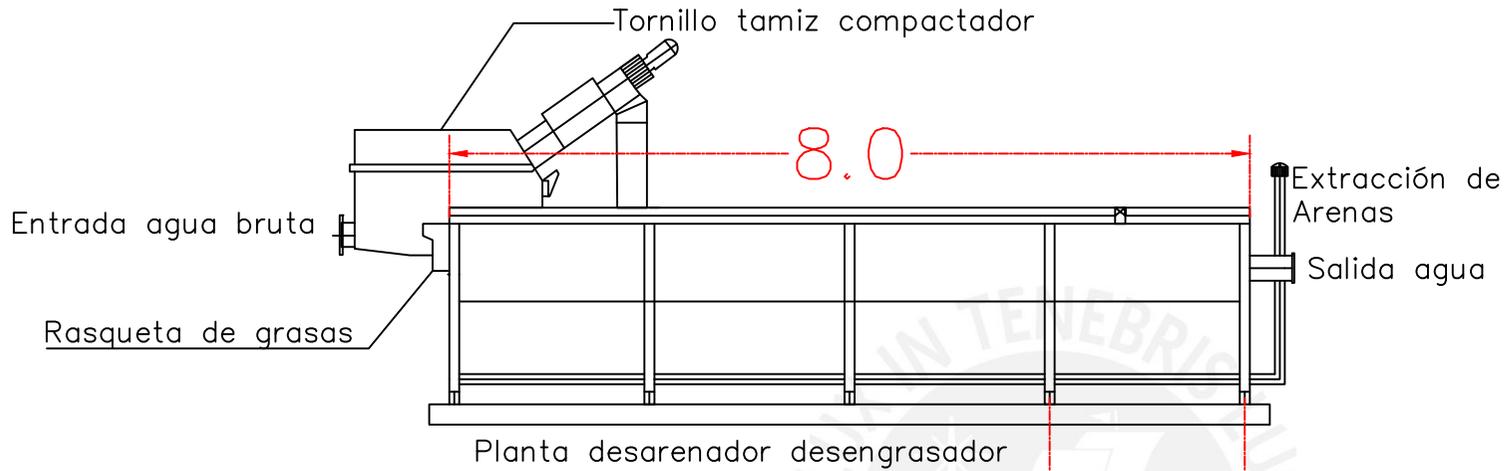
Autor:
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Decantador Secundario

Plano número: Q-2

Escala:
1/150

Fecha:
Enero 2022



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

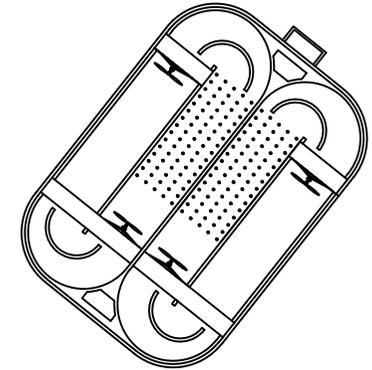
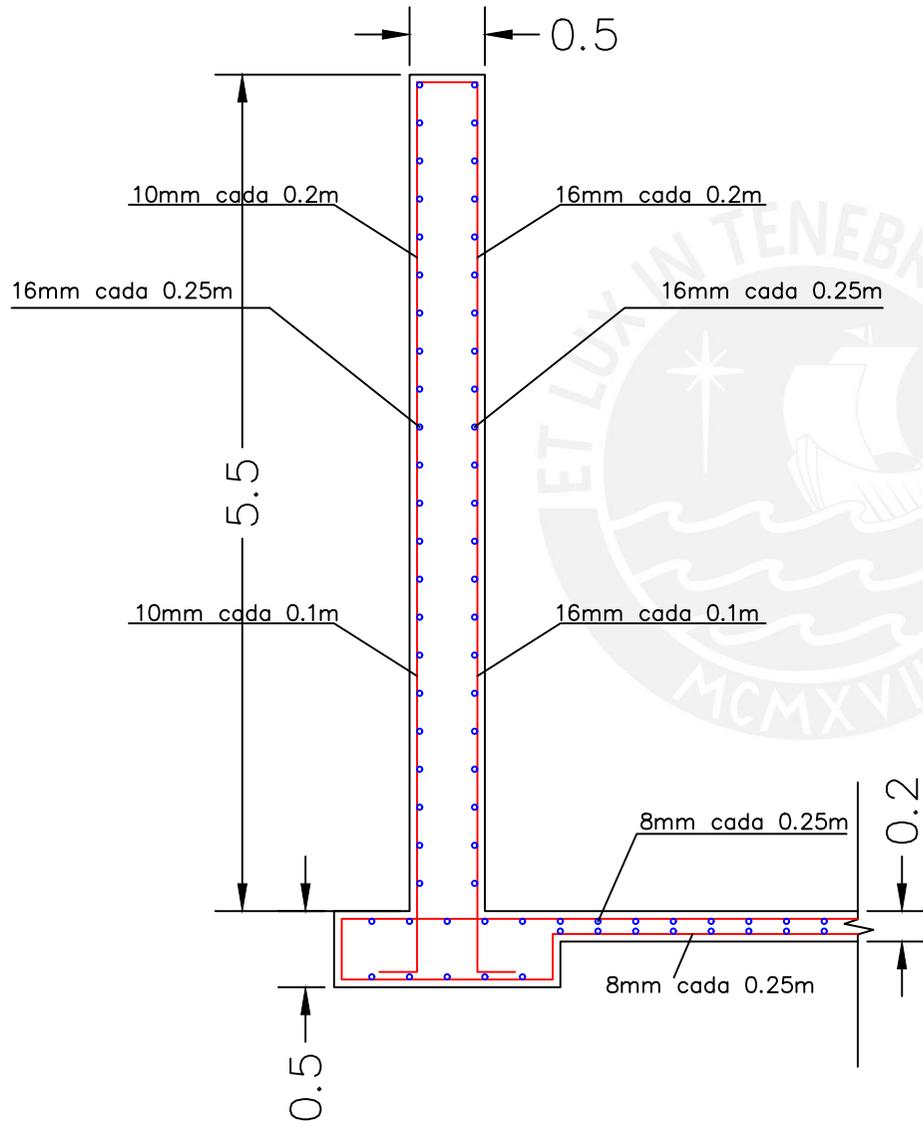
Autor:
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Pretratamiento Compacto

Plano número: Q-3

Escala:
1/75

Fecha:
Enero 2022



Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

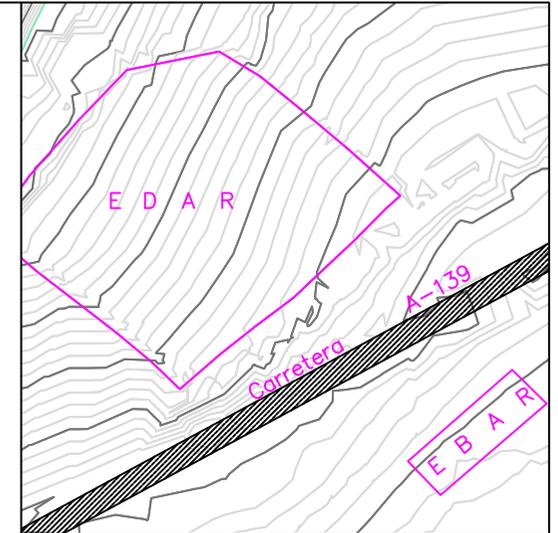
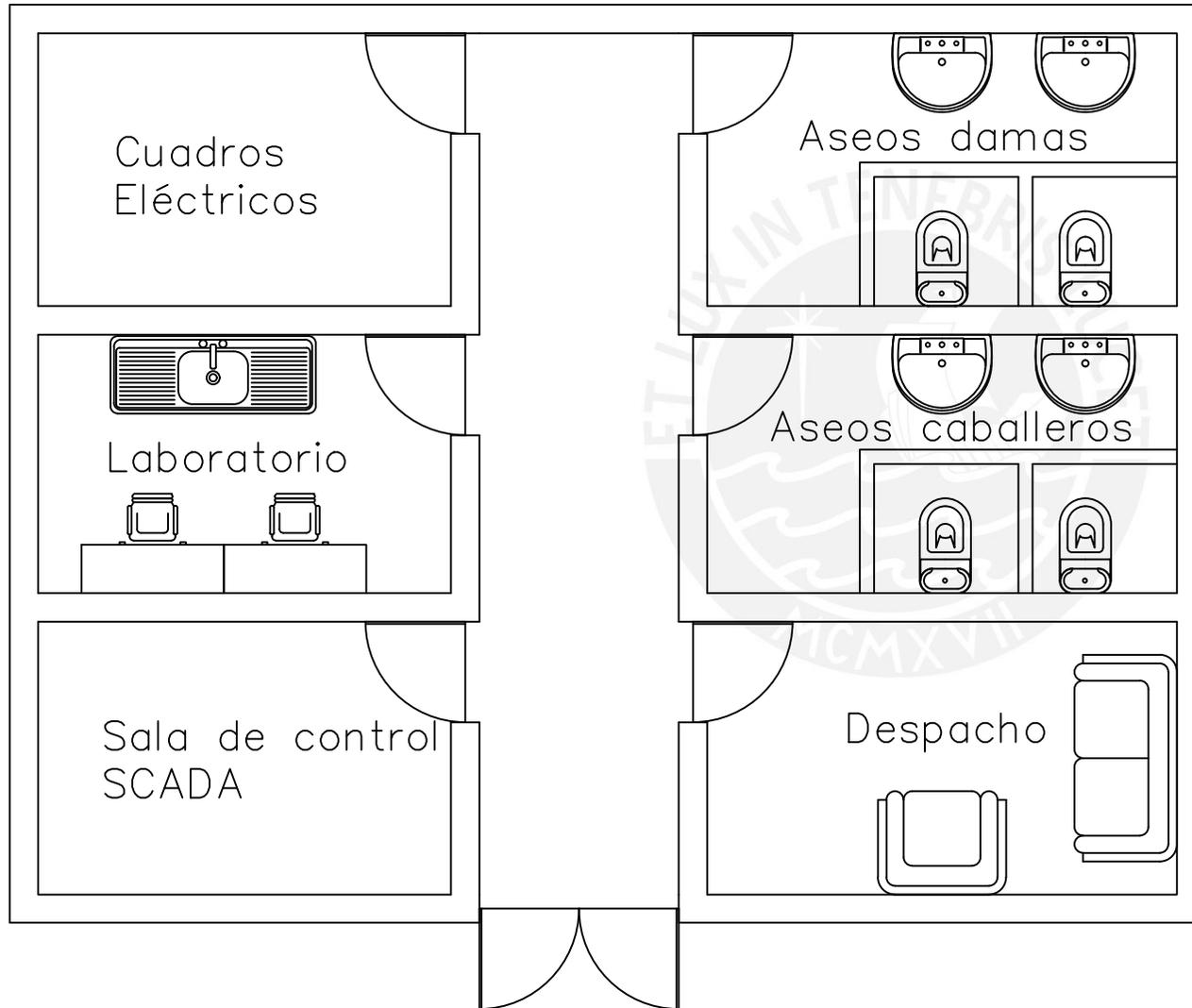
Autor:
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Estructura solución carrusel
Pared reactor

Plano estructura reactor

Escala:
1/50

Fecha:
Enero 2022



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:
Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título: Planta edificio de control

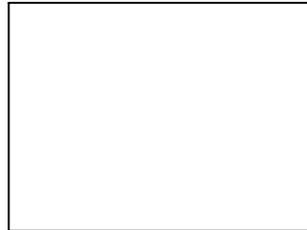
Plano número: G-1

Escala:
1/50

Fecha:
Enero 2022



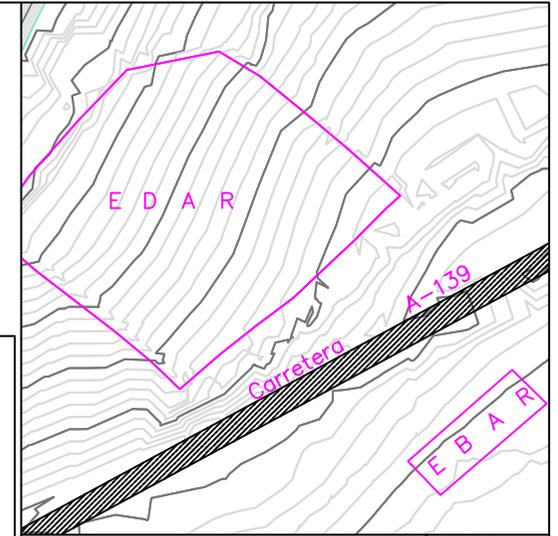
Soplantes reactor biológico



Centro de transformación



Almacén y otros



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
Luis Humberto Bravo Salomon

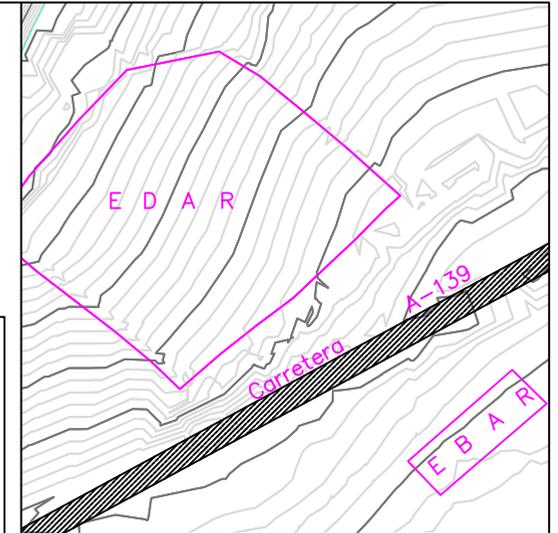
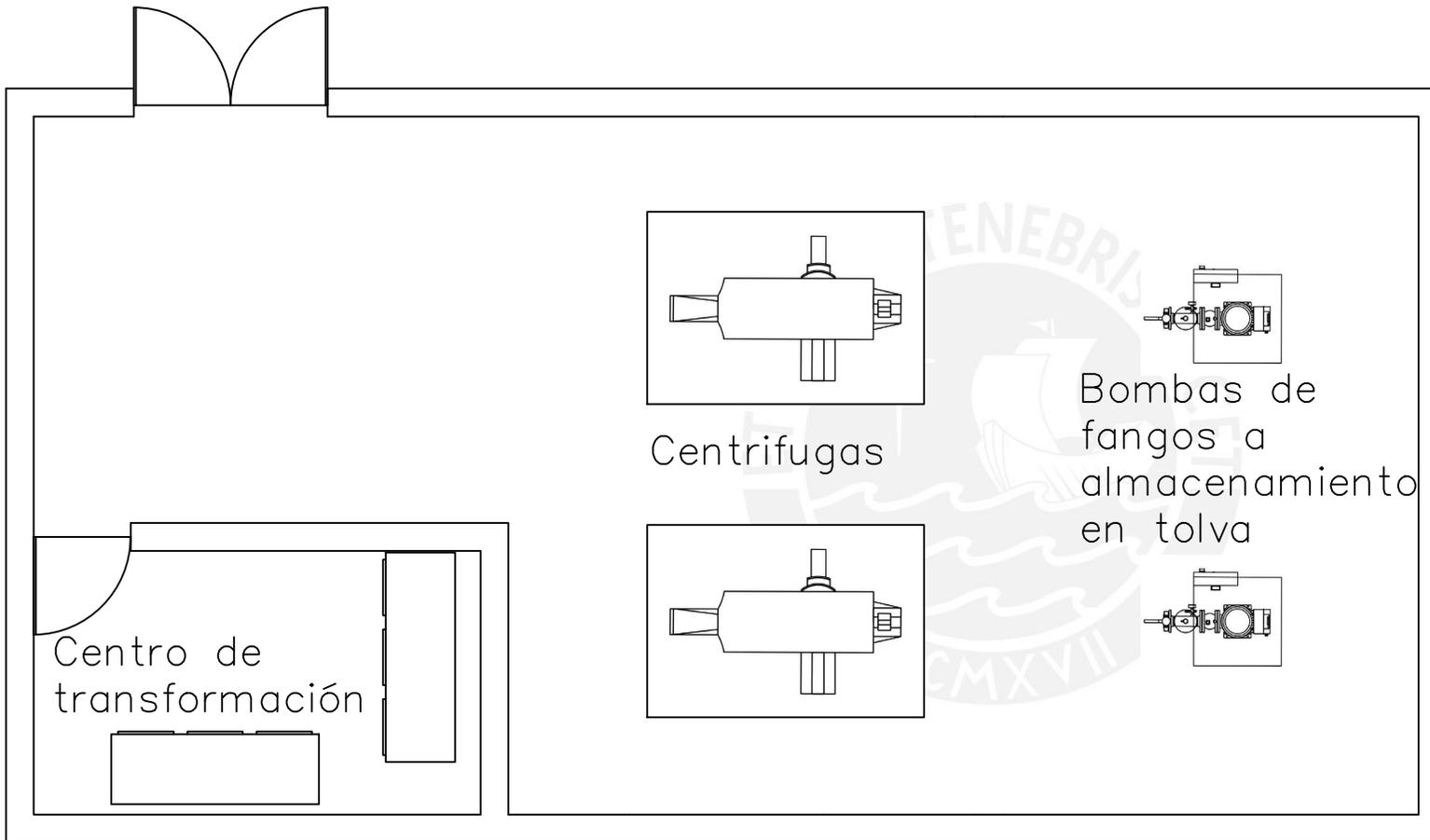
Autor:
Victor Jhuniór Tapia Dueñas

Título: Planta edificio de soplantes

Plano número: G-2

Escala:
1/50

Fecha:
Enero 2022



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú
 Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:
 Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:
 Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título: Planta edificio de deshidratación

Plano número: G-3

Escala:
 1/50

Fecha:
 Enero 2022