

**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 DBO<sub>5</sub> 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	<b>CAPÍTULO 4: ASPECTOS GENERALES DEL EXPEDIENTE TÉCNICO</b> .....	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	<b>CAPÍTULO 5: PRESUPUESTOS</b> .....	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

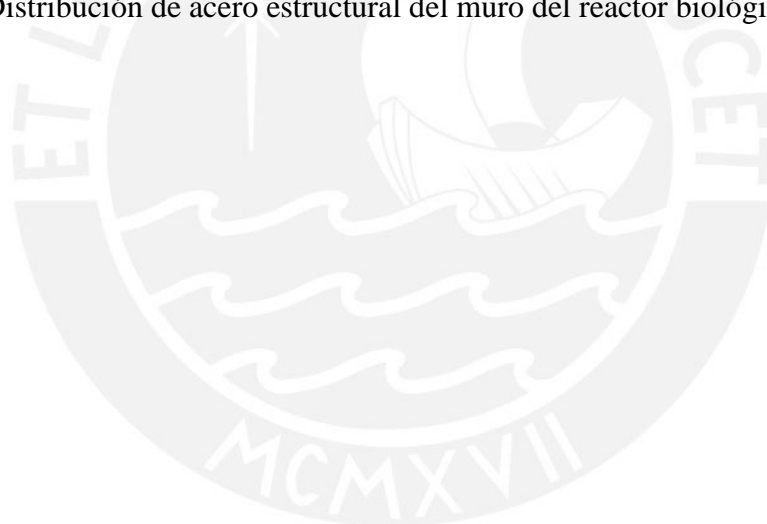


## Índice de tablas

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 IGESUMA; 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.

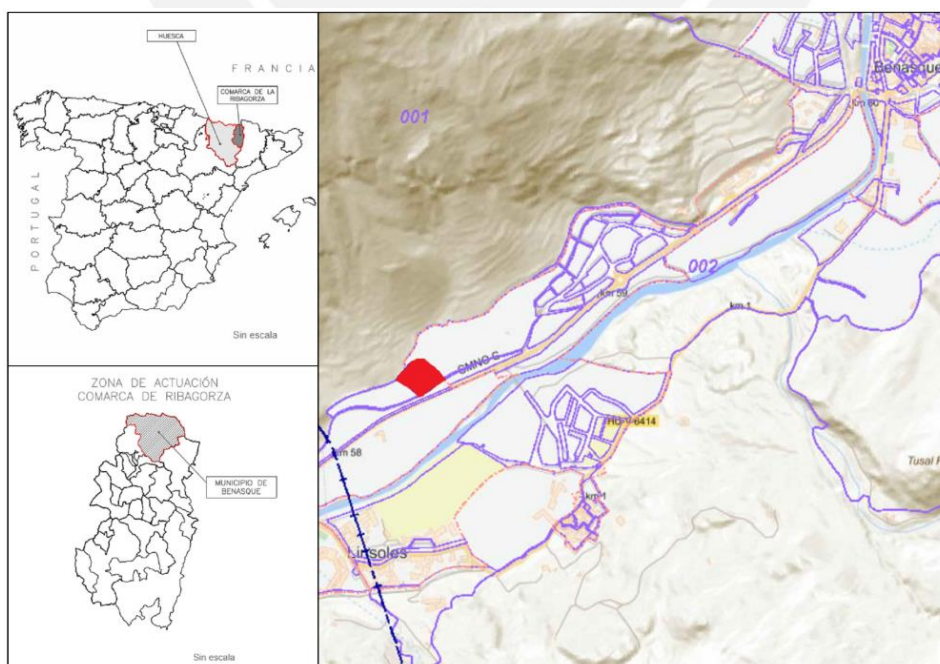


Ilustración 1. Localización geográfica de la EDAR.  
Tomado de Sede Electrónica de Catastro, España.

### **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 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.”, según el catálogo de Hidrometalúrgica 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 m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup> 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 m<sup>3</sup>/hora de fango a una altura de 4,05 metros de altura.

#### ***1.6.3.5 Bomba dosificadora de FeCl<sub>3</sub>.***

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 m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup>)

Además, los parámetros de diseño serán los siguientes:

- Carga de sólidos: 35 Cs kg/m<sup>2</sup>. 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 m<sup>3</sup>/día y el caudal sobrenadante que va a cabecera de la línea de agua será de 41,45 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 centrífuga
- Acondicionamiento del fango
- Centrífugas
- 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 m<sup>2</sup> concretamente en la parcela con referencia catastral 5792108BH9159S0001BG de 8 227 m<sup>2</sup>, de los cuales se destinarán 5 009,23 m<sup>2</sup> 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.

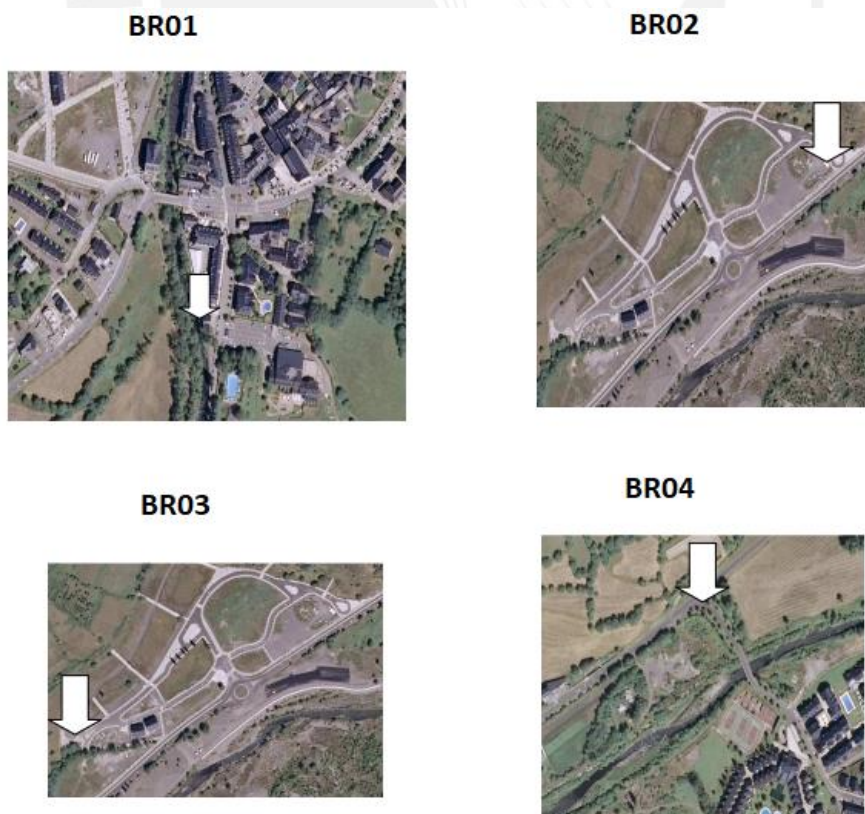


Ilustración 3. Vista satelital puntos base del levantamiento topográfico.  
Tomado de "Puntos base", por Proyectos, Obras y Estudios Zaragoza S.L., 2017.

### 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.

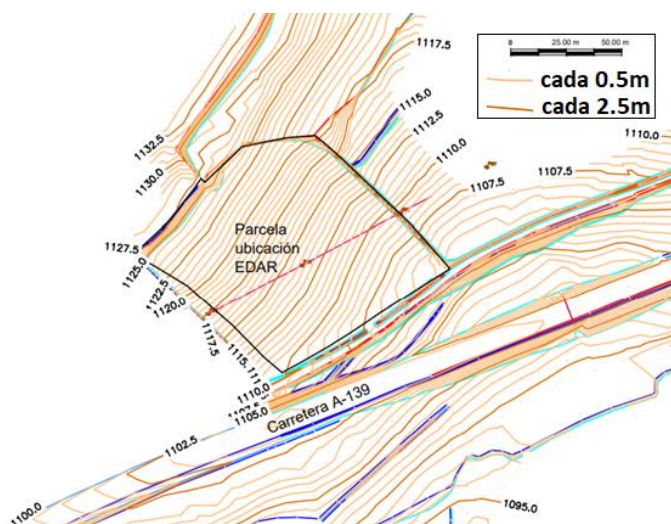


Ilustración 4. Topografía inicial EDAR.

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).*

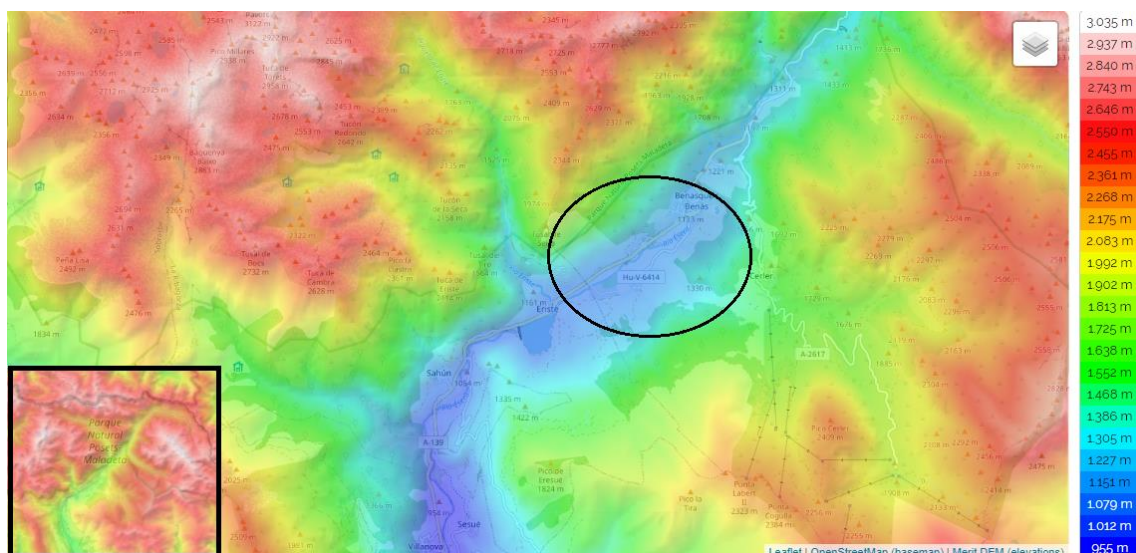
## 2.2 Geología y geotecnia

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 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. 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.

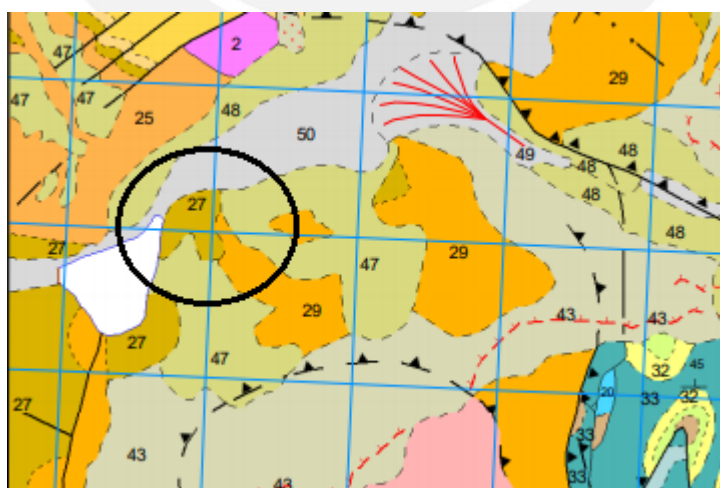




*Ilustración 6.* Geomorfología del Valle de Benasque.  
Tomado de Topographic Map, España.

### 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 Mínero 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 Mínero de España, hoja 180 (Benasque).

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 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.

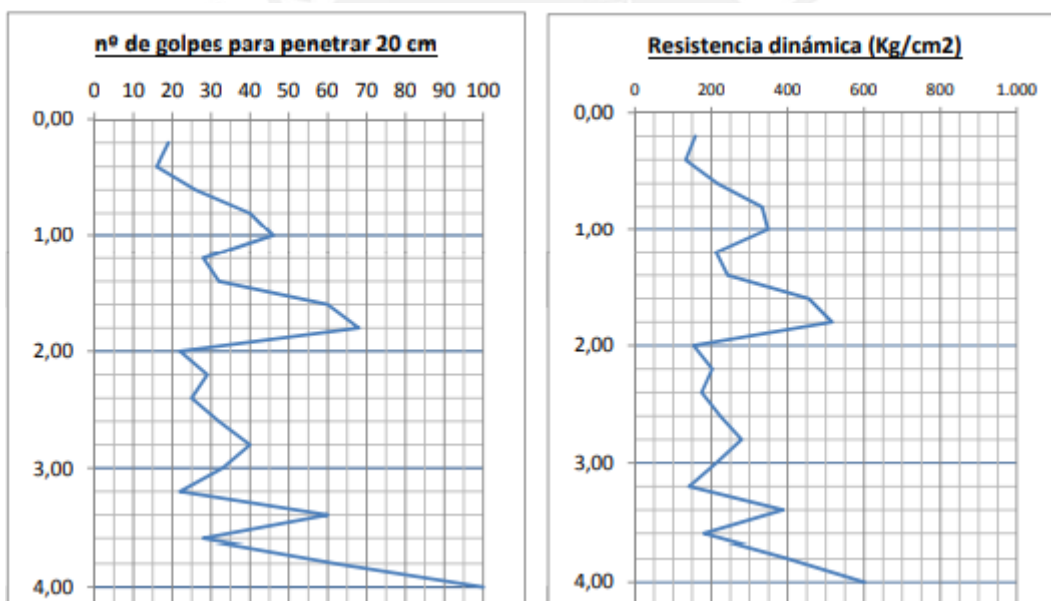


Ilustración 8. Resistencia dinámica del terreno de la EDAR.  
Tomado de “Estudio geotécnico de Benasque”, por Control 7.

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 <sup>2</sup> )	Módulo de deformación (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	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/m<sup>3</sup>, un ángulo de rozamiento de 17° y una cohesión de 0,47 kg/cm<sup>2</sup>; obteniendo una carga de hundimiento de **2 kg/cm<sup>2</sup>** 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.

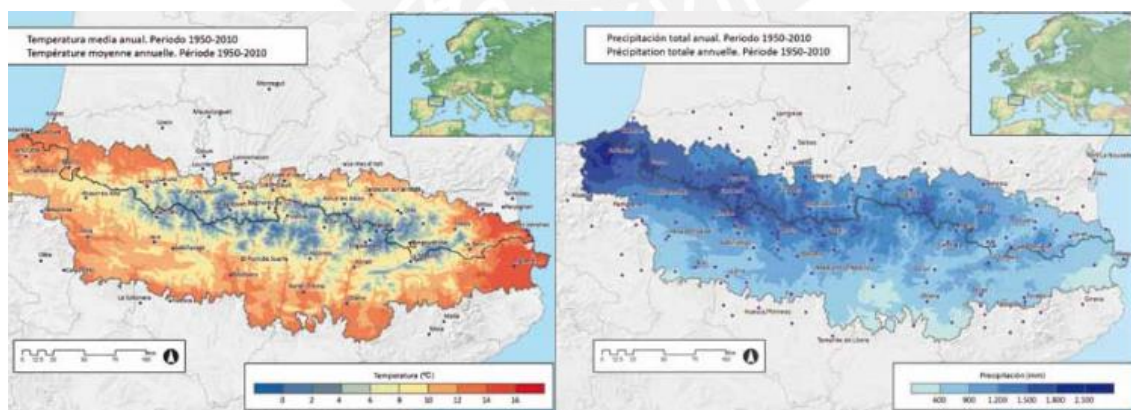


Ilustración 9. Temperaturas y precipitaciones medias de Los Pirineos.

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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>. 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 <sup>3</sup> /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 <sub>5</sub>	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 <sub>5</sub>	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 DBO<sub>5</sub>, 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 DBO<sub>5</sub> 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 <sub>5</sub>	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 m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /h (l/s)	m <sup>3</sup> /h (l/s)	m <sup>3</sup> /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.	

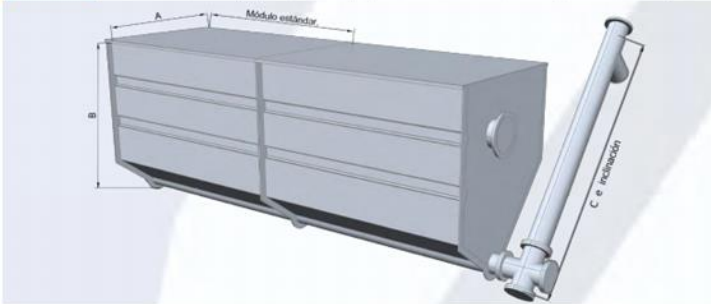


Ilustración 10. Características de los compartimentos.

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 <sup>3</sup> /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.

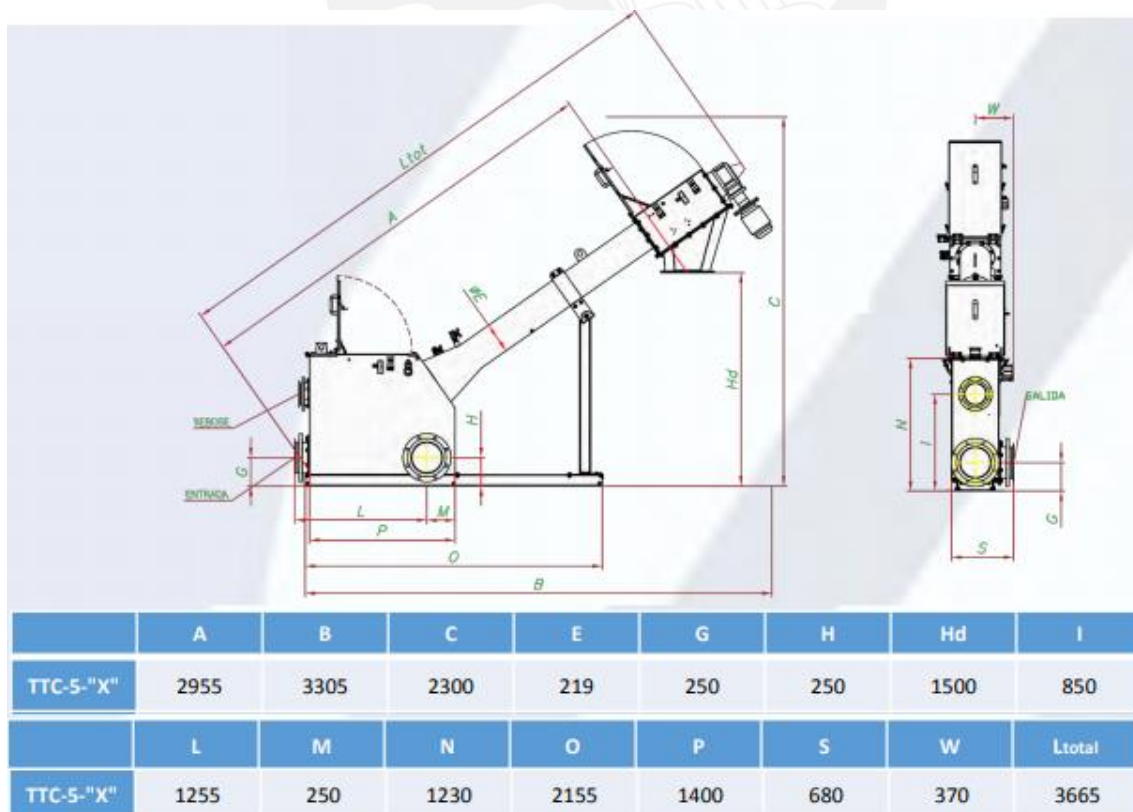


Ilustración 11. Dimensiones de TTC elegido.

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 fósforo 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 m<sup>3</sup> para el caso de flujo pistón y 2 685,4 m<sup>3</sup> 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.

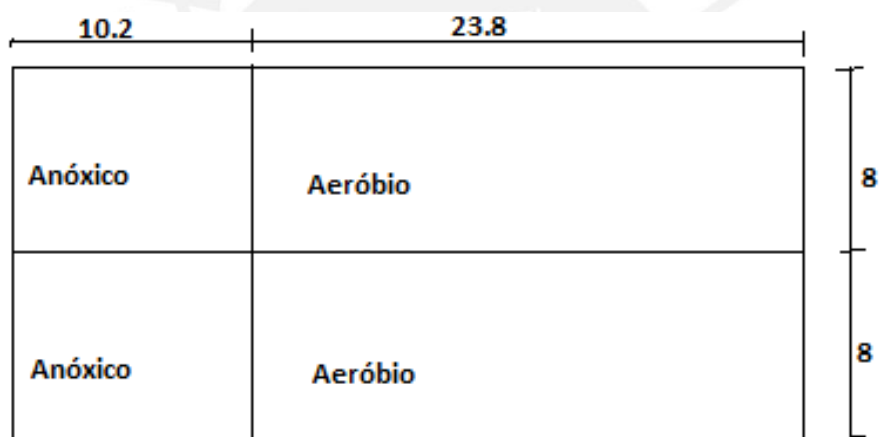


Ilustración 12. Esquema de solución Flujo Pistón.  
Fuente propia.

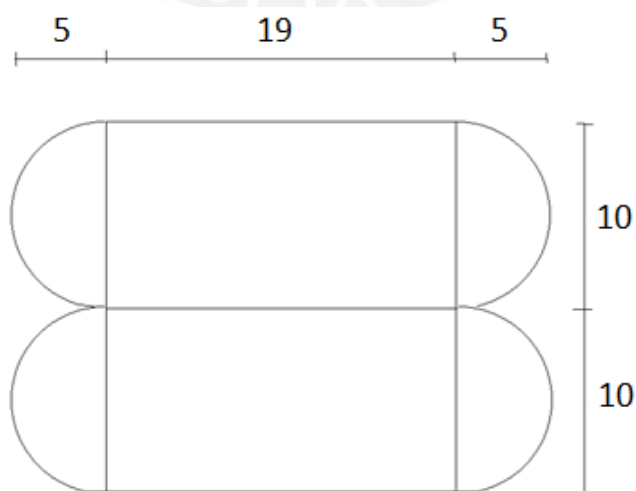


Ilustración 13. Esquema de solución Carrusel.  
Fuente propia.



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 O<sub>2</sub>/día en verano y 925,3 kg O<sub>2</sub>/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 DBO<sub>5</sub>); 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<sub>h</sub> = 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/s<sup>2</sup>)

$f$  = 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)

$\nu$  = Viscosidad cinemática del fluido (m<sup>2</sup>/s) = 1,31 x 10<sup>-6</sup> 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/s<sup>2</sup>)

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 (m<sup>3</sup>/s)

K: Coeficiente (K = 0,62)

S: Sección transversal al flujo del orificio (m<sup>2</sup>)

g: Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

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 (m<sup>3</sup>/s.m) (Q/L)

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

g = Aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

#### **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 <sub>max,pretratamiento</sub>
	v < 1 m/s para el Q <sub>max, después pretratamiento</sub>
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 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.

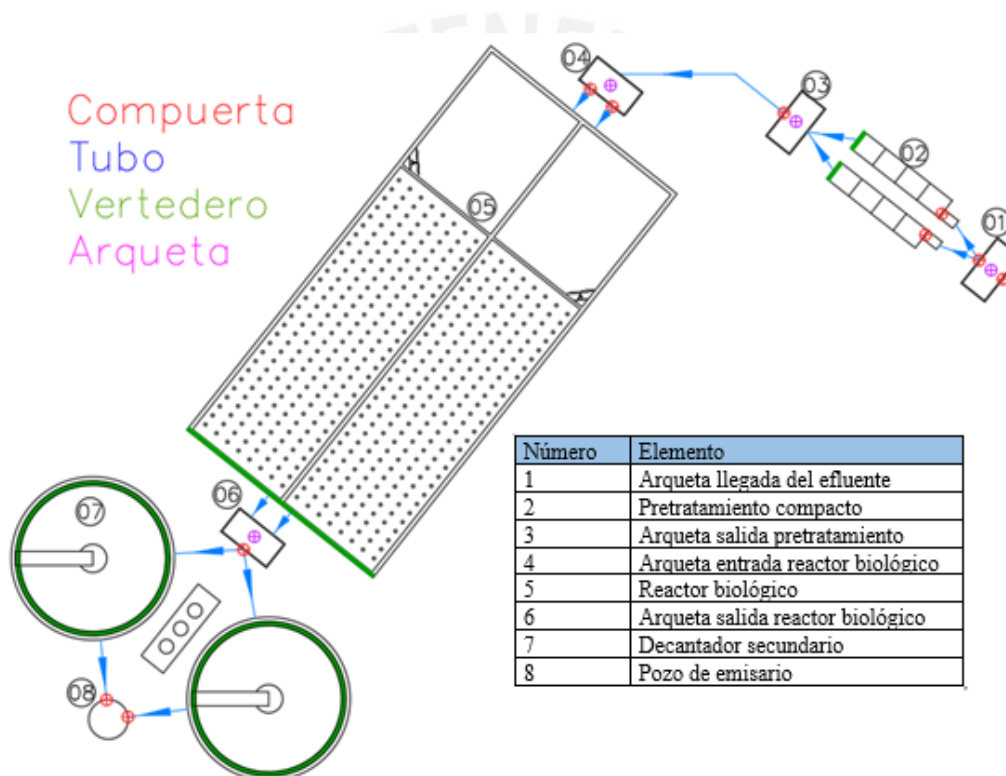


Ilustración 14. Esquema de elementos solución Flujo Pistón

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.

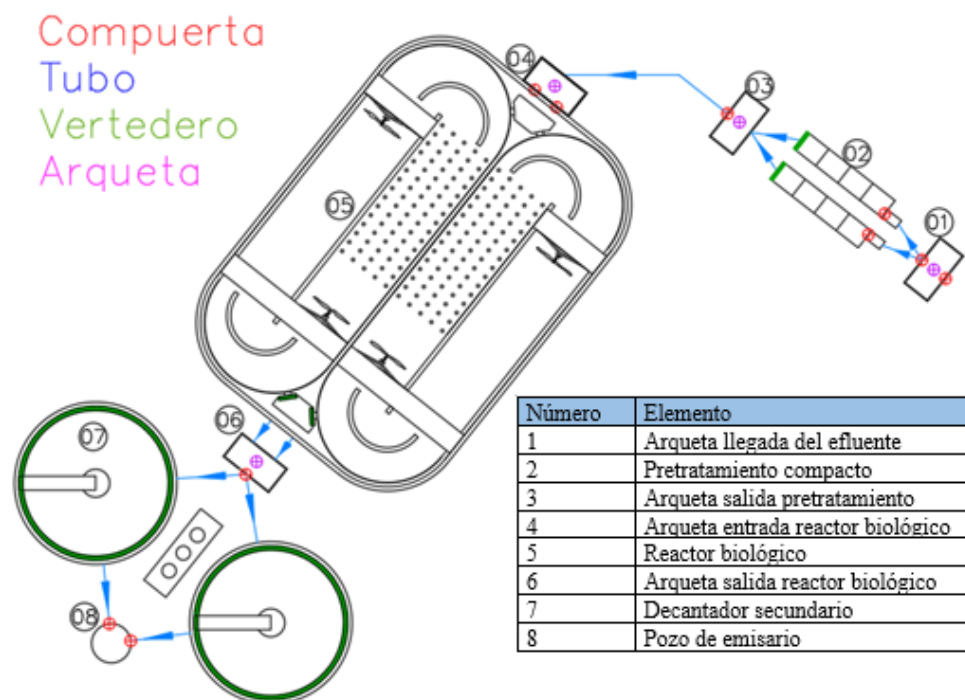


Ilustración 15. Esquema de elementos solución Carrusel.  
Fuente propia.

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 $\gamma_c$	Acero pasivo y activo $\gamma_s$
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.

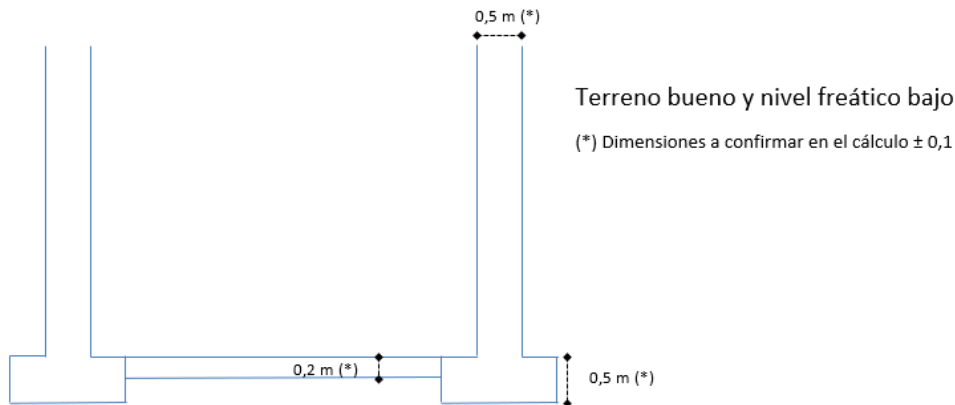


Ilustración 16. Esquema de muros y cimientos del reactor biológico.  
Fuente propia.

### 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

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

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

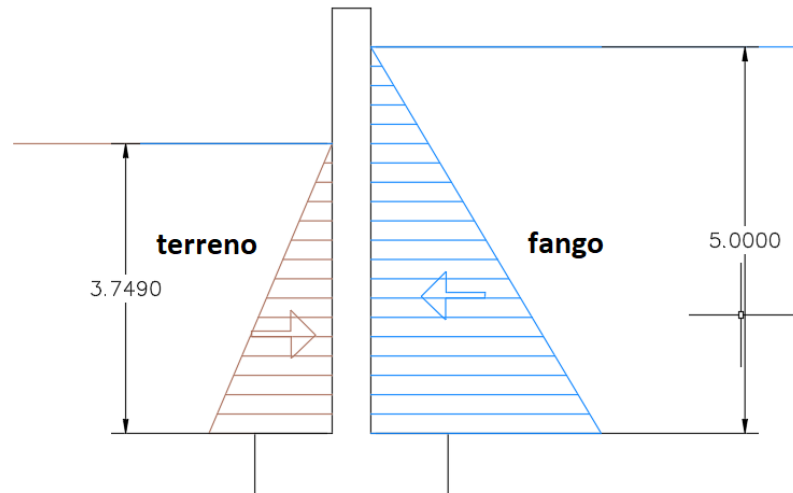
### 3.5.9 Armadura necesaria en base a cálculo estructural.

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
  - o Resistencia característica a compresión,  $f_{ck} = 30$  MPa
  - o Resistencia de cálculo a compresión,  $f_{cd} = 20$  MPa
- Acero
  - o Resistencia característica,  $f_{yk} = 500$ MPa
  - o Resistencia de cálculo,  $f_{yd} = 434,8$  MPa
  - o 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  $\text{cm}^2$  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 cm<sup>2</sup>/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 cm<sup>2</sup>/m

- Ø 8mm cada 0,25 metros de armadura horizontal (cuantía 2,01 cm<sup>2</sup>/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.

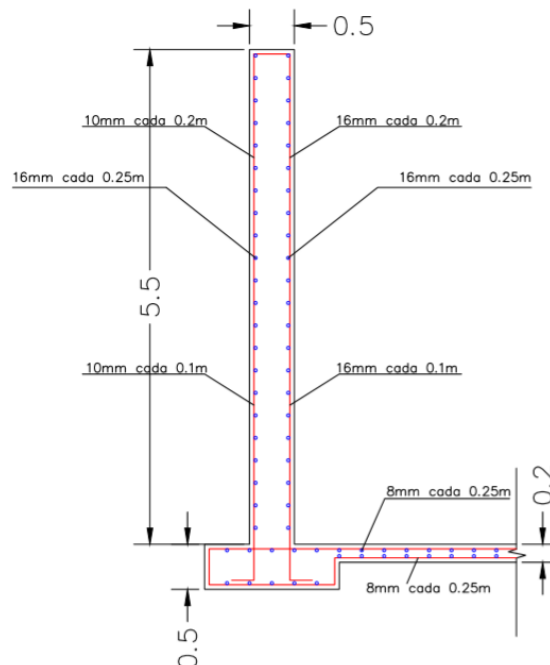


Ilustración 18. Distribución de acero estructural del muro del reactor biológico.

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 FeCl<sub>3</sub>
- 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)
<b>POZO DE GRUESOS Y BOMBEO</b>										
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		
<b>PRETRATAMIENTO COMPACTO</b>										
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		
<b>REACTOR BIOLÓGICO</b>										
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		
<b>DECANTACIÓN SECUNDARIA</b>										
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		
<b>ESPEAMIENTO POR GRAVEDAD</b>										
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		
<b>CENTRIFUGAS</b>										
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		
<b>IMPULSION FANGO DESHIDRATADO</b>										
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
<b>TOTAL</b>									<b>131.90</b>	<b>1582.05</b>

OTROS	Consumo (W/m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	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
<b>TOTAL</b>			<b>37.81</b>		<b>236.48</b>

Nota. Fuente propia.

Tabla 23. Consumo energético total y ratios energéticos EDAR.

<b>TOTAL POTENCIA</b>	<b>(Kw)</b>	<b>169.71</b>
<b>TOTAL ENERGIA CONSUMIDA</b>	<b>(kWh/d)</b>	<b>1818.54</b>
<b>RATIO EDAR</b>	<b>(kWh/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.67</b>
	<b>(kWh/h-e)</b>	<b>0.20</b>

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 previsible 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 previsible 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 <sup>3</sup>	Agua	0,7
P02	m <sup>3</sup>	Hormigón HM3-30	78,00
P03	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-150 MPa	61,50
P04	kg	Mortero con resina epoxi	7,40
P05	m <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	Tablero encofrar 25 mm	9,10
P12	m <sup>3</sup>	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 $\phi$ 400 mm	510,00
P17	ml	Tubería acero inoxidable $\phi$ 250 mm	225,00
P18	ml	Tubería acero inoxidable $\phi$ 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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup>	Zahorra artificial ZA 1	111,71
m <sup>3</sup>	Excavación en cimentaciones	2 094,52
m <sup>3</sup>	Hormigón HL-150 de nivelación y limpieza	55,854
m <sup>3</sup>	Hormigón HM3-30 en soleras y cimentaciones	279,27
m <sup>3</sup>	Hormigón HM3-30 en alzados y soleras	427,262
m <sup>2</sup>	Encofrado recto en soleras y cimentaciones	19
m <sup>2</sup>	Encofrado curvo en soleras y cimentaciones	31,42
m <sup>2</sup>	Encofrado recto en muros	1 045
m <sup>2</sup>	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	
	<b>TOTAL EJECUCION MATERIAL</b>	<b>511 629,59</b>	
	16,00% Gastos generales	81 860,73	
	6,00% Beneficio industrial	30 697,78	
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>112 558,51</b>	
	21% IVA	131 079,50	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>755 267,60</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>755 267,60</b>	

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	VIARIOS	6 000,00	0,22
	<b>TOTAL EJECUCION MATERIAL</b>	<b>2 683 284,76</b>	
	16,00% Gastos generales	429 325,56	
	6,00% Beneficio industrial	160 997,09	
	<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>590 322,65</b>	
	21% IVA	687 457,55	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>3 961 064,96</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>3 961 064,96</b>	

Nota. Fuente propia.

## 6 Conclusiones

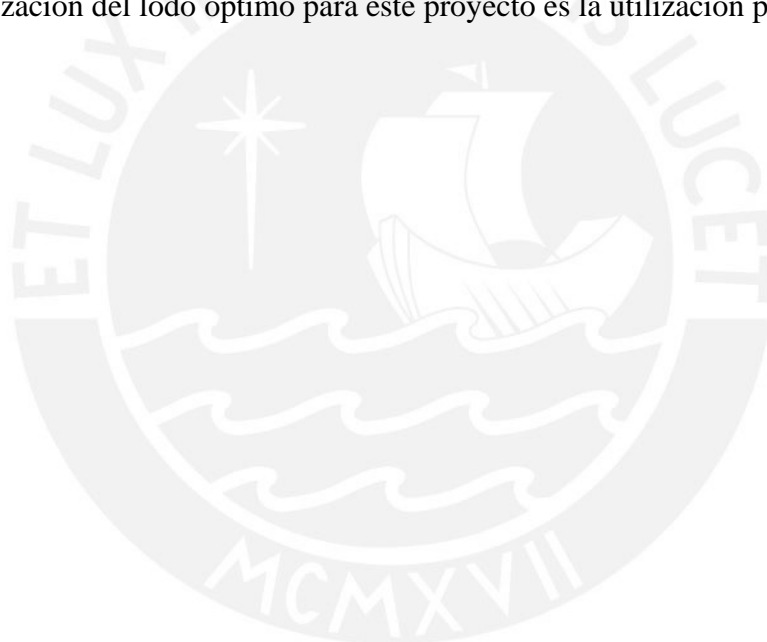
El presente trabajo de tesis es una aproximación a un proyecto de diseño, ejecución y explotación de una obra de depuración de aguas residuales con las distintas fases de proyecto como son la definición, diseño, planificación, ejecución y explotación. Todo el proyecto desarrollado bajo la Ley 9/2017 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](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).

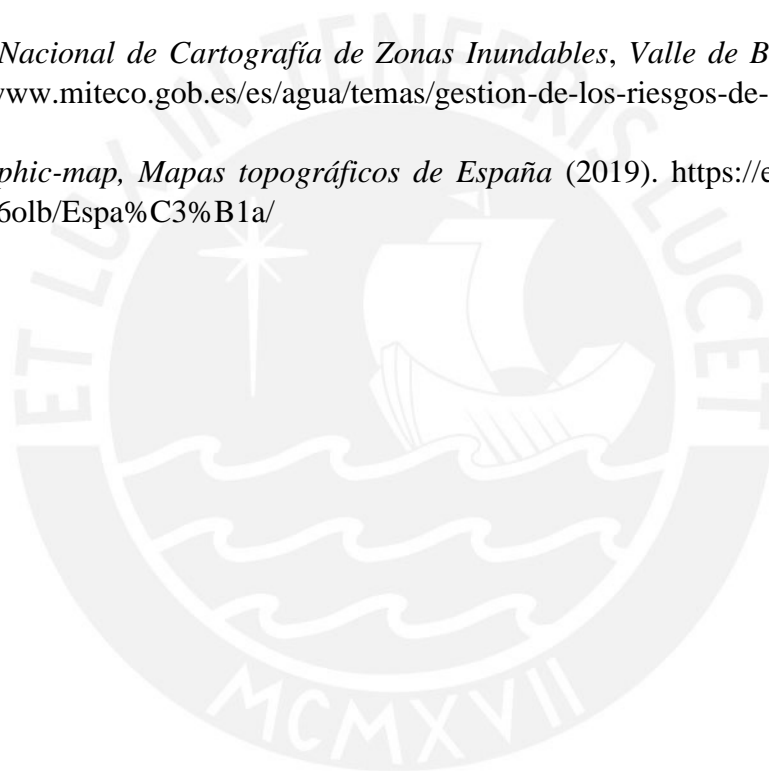
Pérez García, Marta (2020). *Proyecto de Construcción de un Sistema de Abastecimiento de Agua Potable en el pueblo de Nghel, Senegal*. Tesis (Master), E.T.S.I. Caminos, Canales y Puertos (UPM).

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

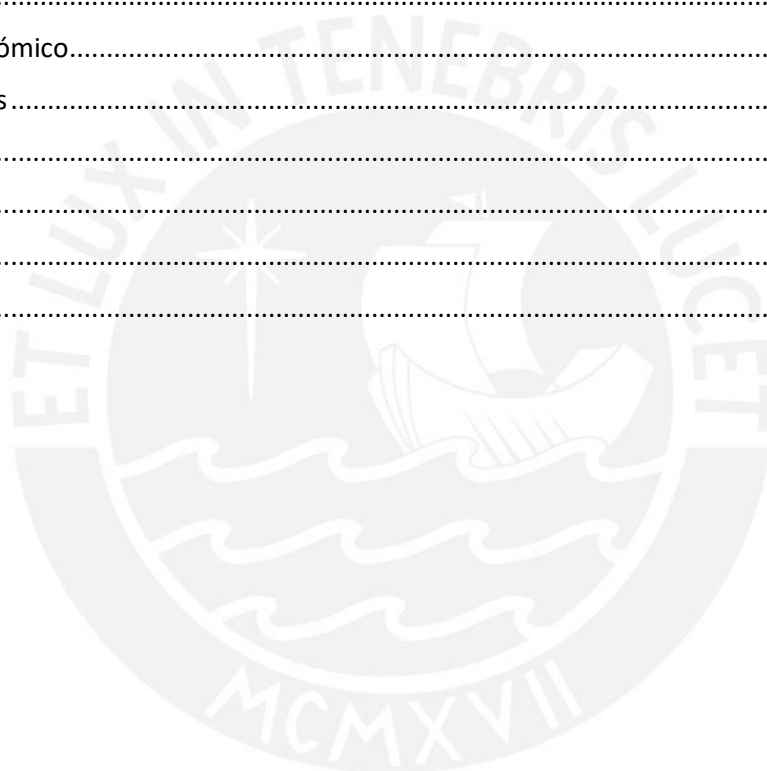
Nota: Algunos de los anexos indicados anteriormente contienen anexos.

# **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.

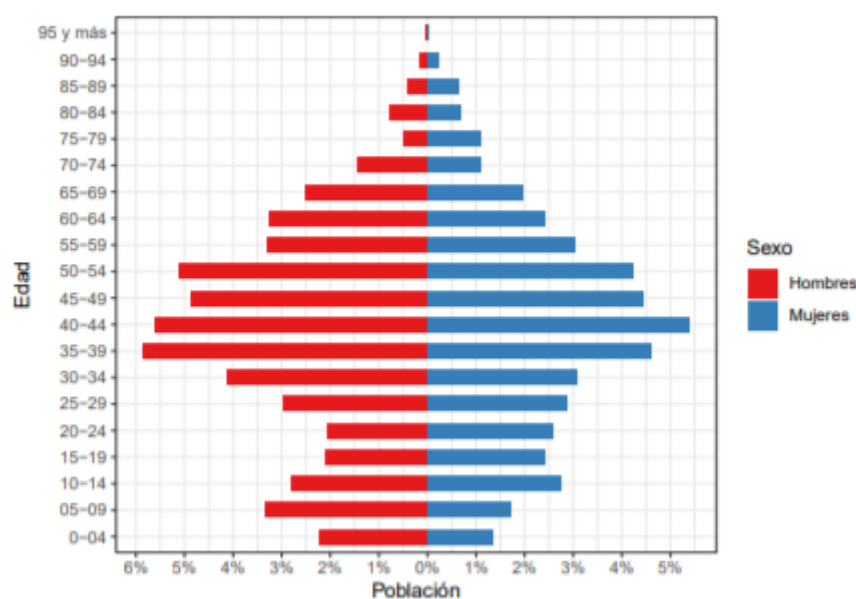


Ilustración 1: Estructura poblacional

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.

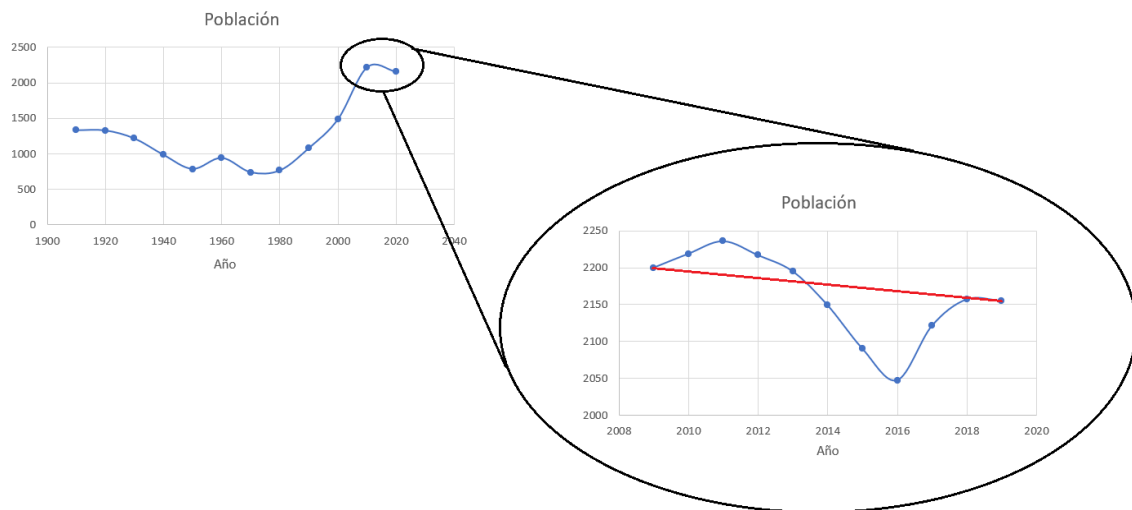


Ilustración 2: Evolución de la población

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

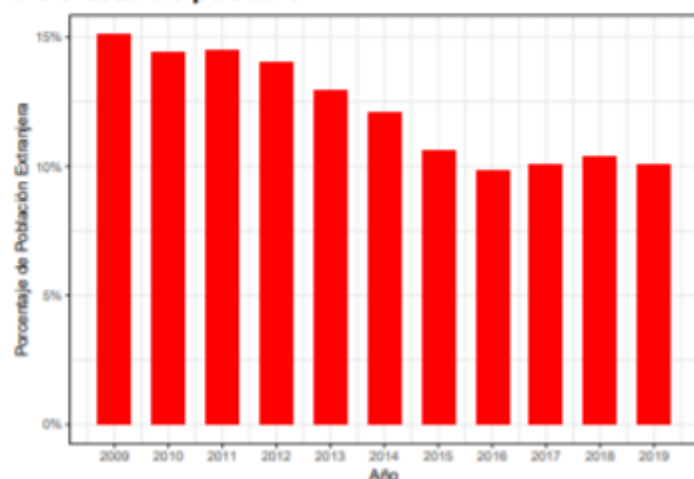


Ilustración 3: Evolución del porcentaje de población extranjera sobre el total

### 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.

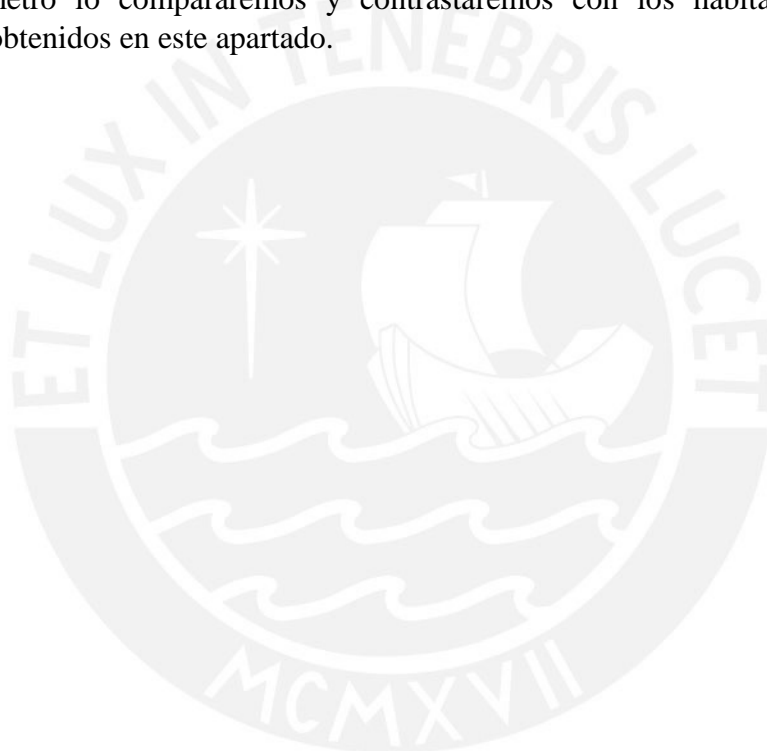
Viviendas según tipo		Oferta turística	
	Viviendas		
Total	3.349	Hoteles, hostales y similares	25
Principales	938	Viviendas de turismo rural	11
Convencionales	938	Campings	3
Alojamientos	0	Apartamentos turísticos	91
No principales	2.411		
Secundarias	2.271		
Vacías	140		
		Establecimientos	Plazas
		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

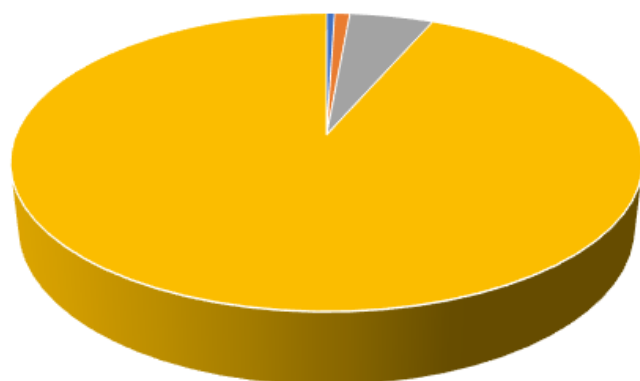
### Sector económico

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
<b>Total</b>		<b>634</b>	<b>662</b>	<b>719</b>	<b>609</b>	<b>719</b>	<b>614</b>	<b>753</b>	<b>795</b>	<b>763</b>	<b>779</b>
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



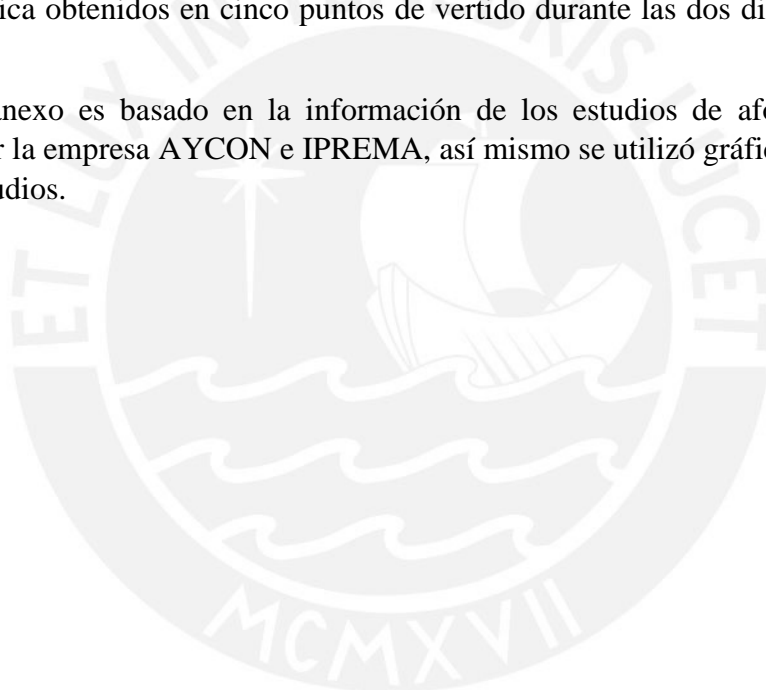


## INTRODUCCION

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

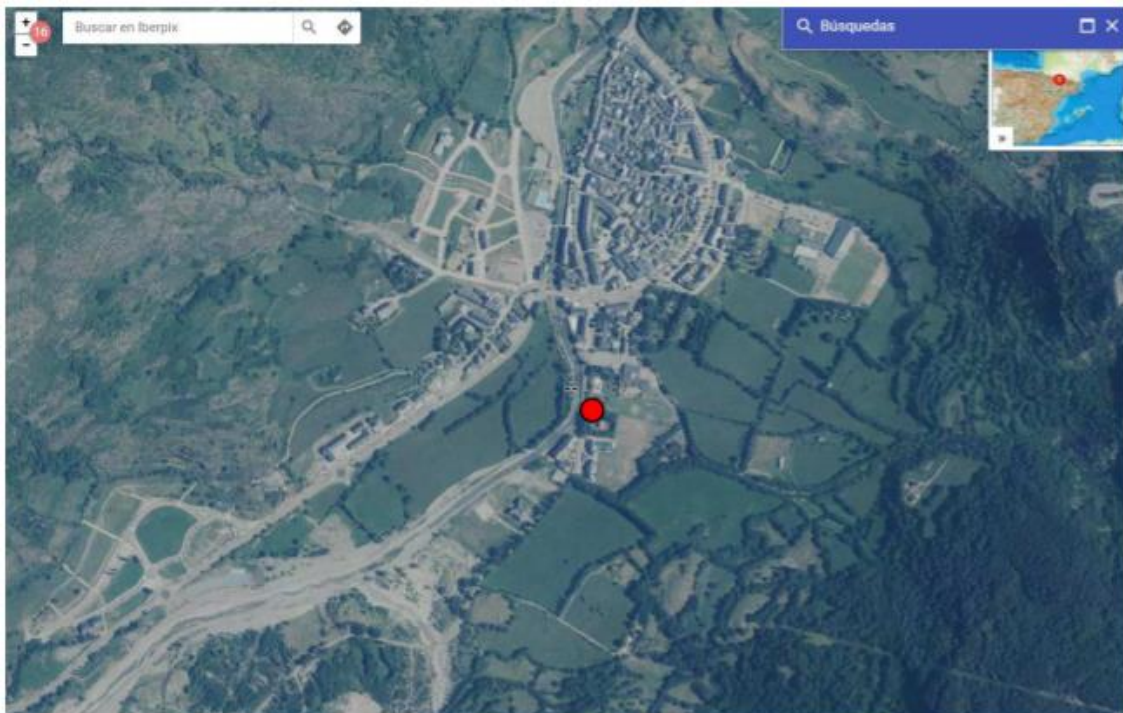


Ilustración 1: Punto de vertido principal

#### 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

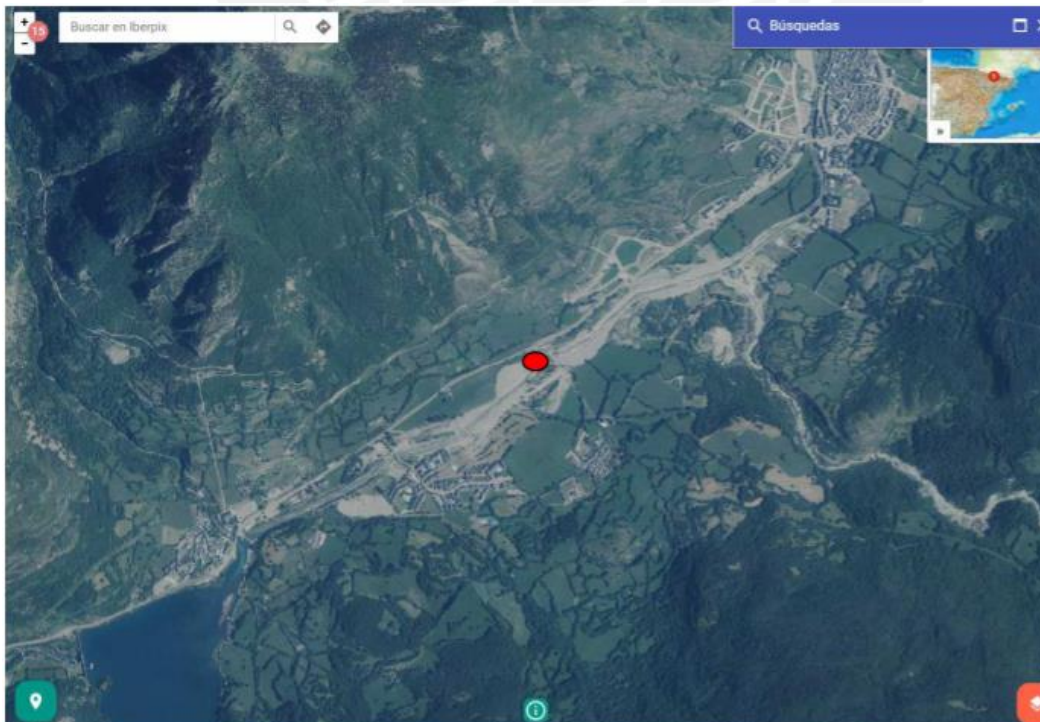
*B-1-2 vertido lavandería y Hotel Spa Benasque*

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

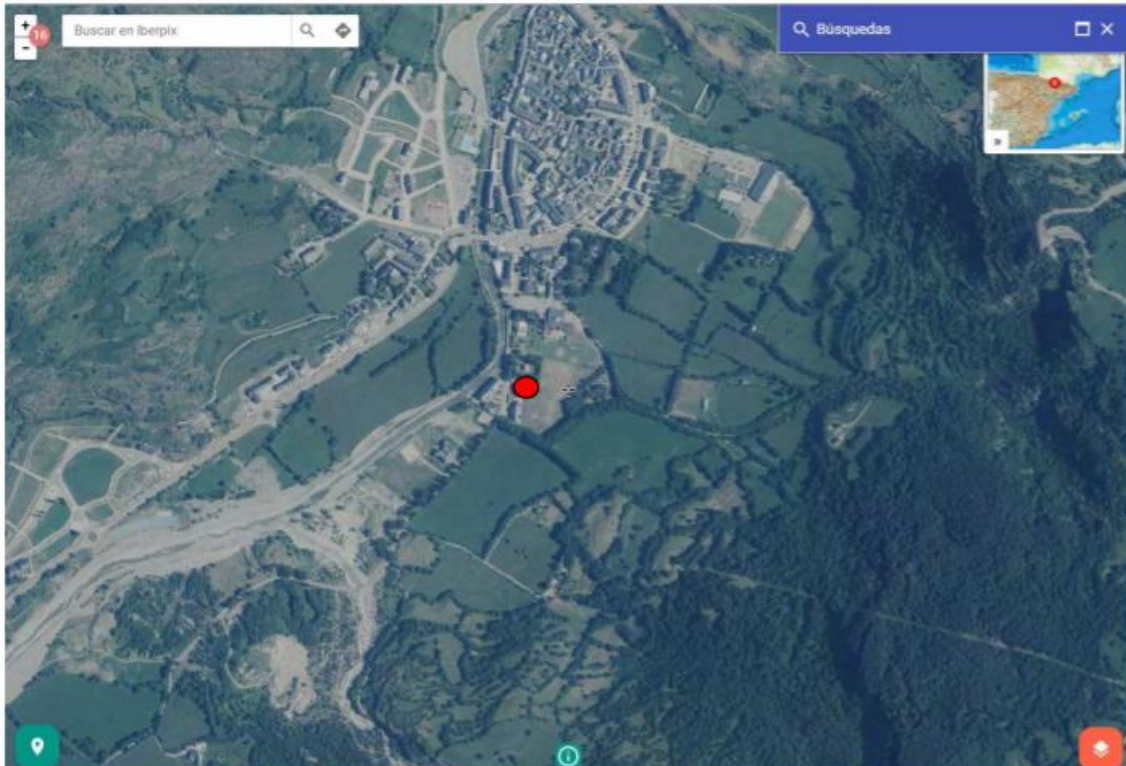


Ilustración 3: Vertido de los apartamentos carretera de Anciles

### 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

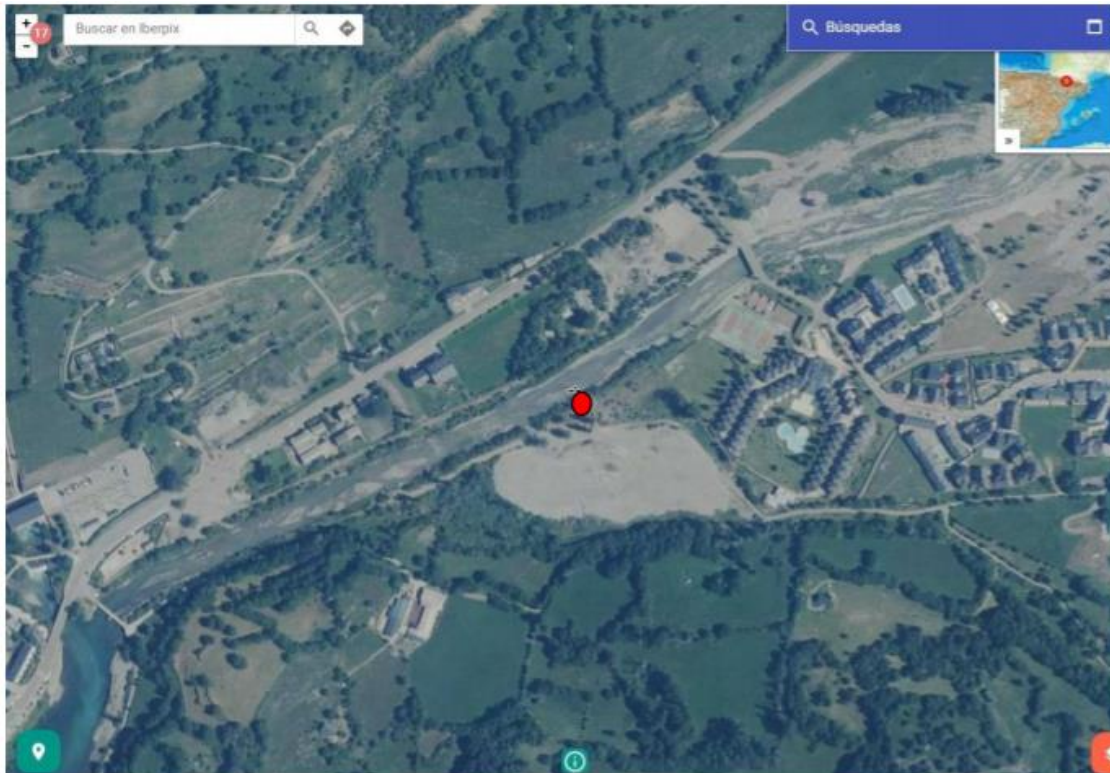


Ilustración 4: Punto de vertido de la localidad de Anciles

#### 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

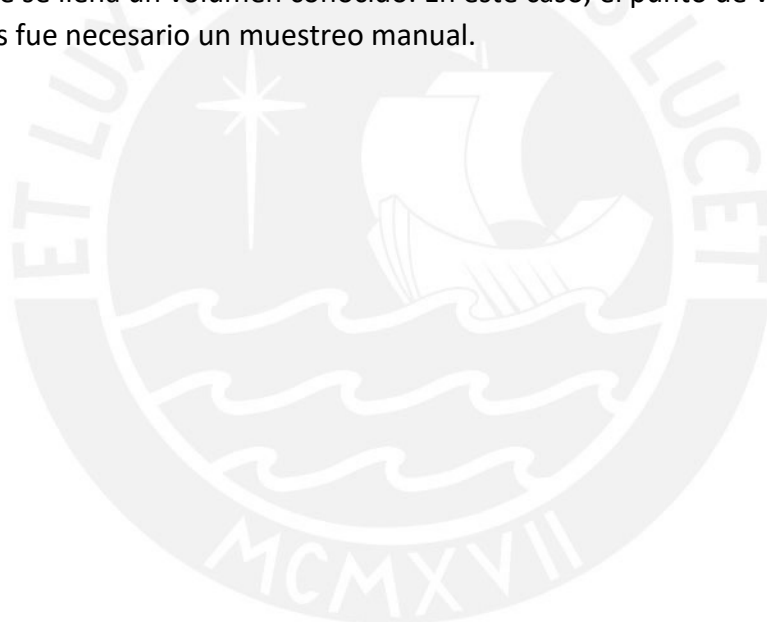
Fecha	Horas				
20 9:00 H -23 8:00 H/08/2017 (jueves/viernes/sábado/domingo )	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00
	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00
	00:00	01:00	02:00	03:00	04:00
	05:00	06:00	07:00	08:00	

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



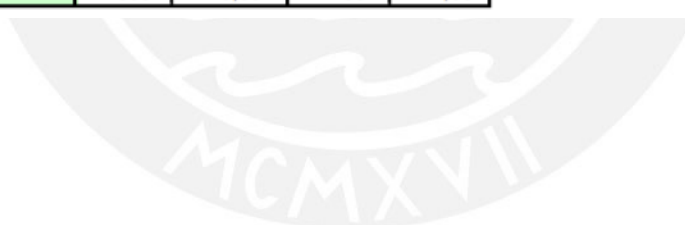
Medias	Caudal	Concentraciones (mg/l)				Cargas (kg/día)			
Punto	m3/día	DBO5	DQO	SST	NKT	DBO5	DQO	SST	NKT
PV B1-1 Benasque	1.485	99	173	72	18	147	257	106	27
PV B1-2 Benasque	426	32	53	23	5	14	23	10	2
PV B2 Benasque	366	209	411	169	44	77	151	62	16
PV B3 Benasque	13	717	1.552	404	105	9	20	5	1
PV A1 Anciles	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



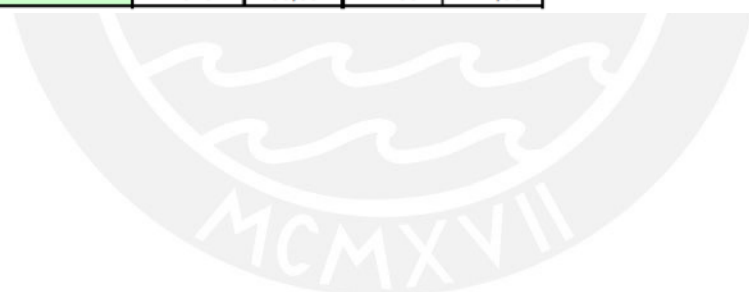
Medias	Caudal	Concentraciones (mg/l)				Cargas (kg/día)			
Punto	m3/día	DBO5	DQO	SST	NKT	DBO5	DQO	SST	NKT
PV B1-1 Benasque	1.275	260	629	162	72	331	801	206	91
PV B1-2 Benasque	316	26	67	30	7	9	24	10	2
PV B2 Benasque	352	175	431	140	103	61	150	50	36
PV B3 Benasque	12	250	532	184	77	3	6	2	1
PV A1 Anciles	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
<b>TOTAL</b>	<b>10202</b>		<b>7211</b>

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	m <sup>3</sup> /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
Sólidos 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 <sup>(1)</sup> dic-05 art.4.1.	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-05 art.4.1.	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-00 art.4.1.	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-00 art.4.1.
<b>NORMALES</b>	Aguas dulces y estuarios	T. adecuado dic-05 art.7	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-05 art.4.1.	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-05 art.4.1.	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-00 art.4.1.	T. secundario <sup>(1)</sup> 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.
<b>SENSIBLES</b>	Aguas dulces y estuarios	T. adecuado dic-05 art.7	T. secundario <sup>(1)</sup> dic-05 art.4.1.	T. más riguroso <sup>(1)</sup> dic-98 art.5.2.	T. más riguroso <sup>(1)</sup> dic-98 art.5.2.	T. más riguroso <sup>(1)</sup> 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.
<b>MENOS SENSIBLES</b>	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 DBO<sub>5</sub> 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 <sub>2</sub>	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 <sub>2</sub>	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.

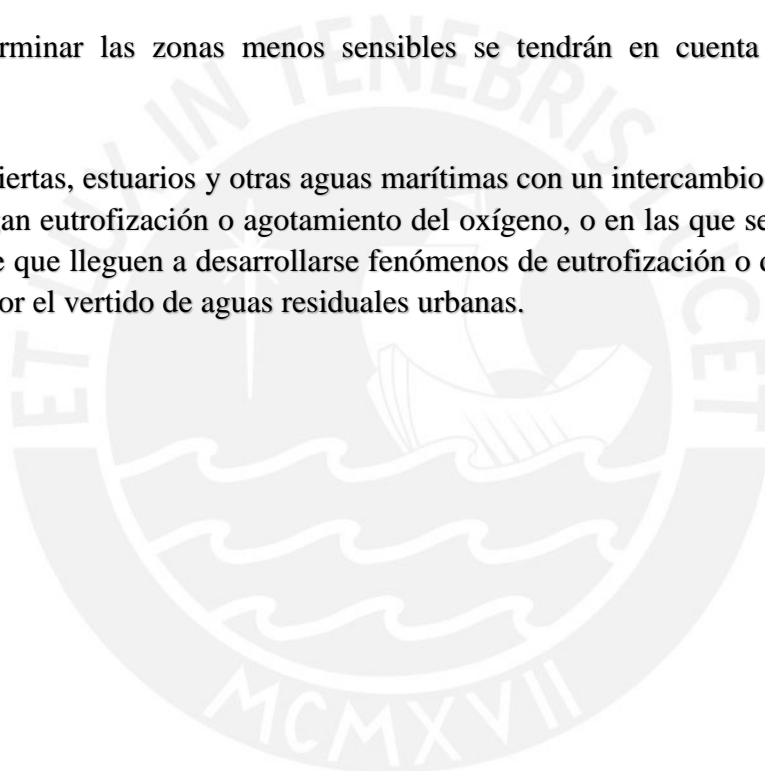
## *II. Zonas menos sensibles*

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



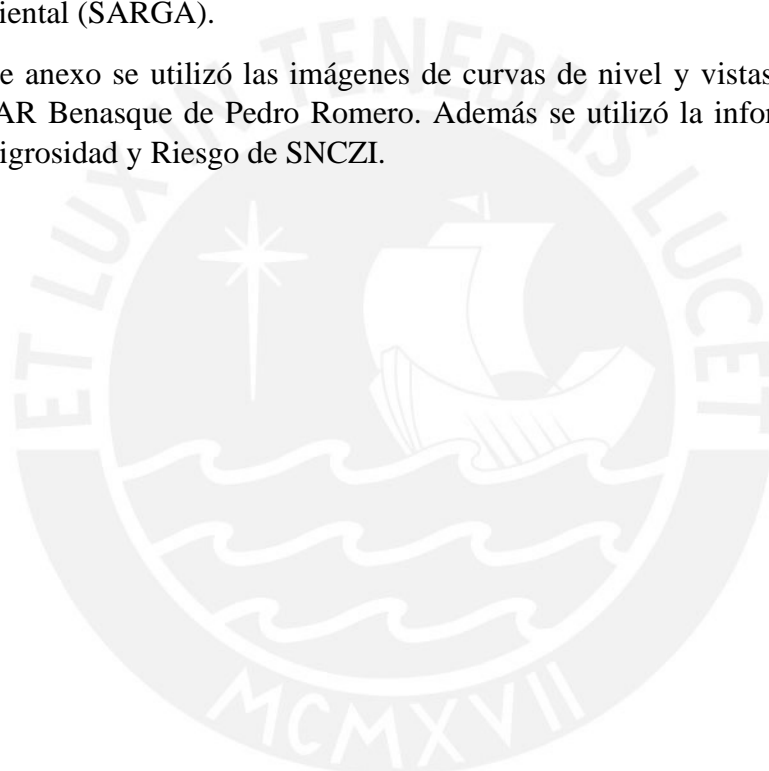


## INTRODUCCION

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 m<sup>2</sup>. 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.

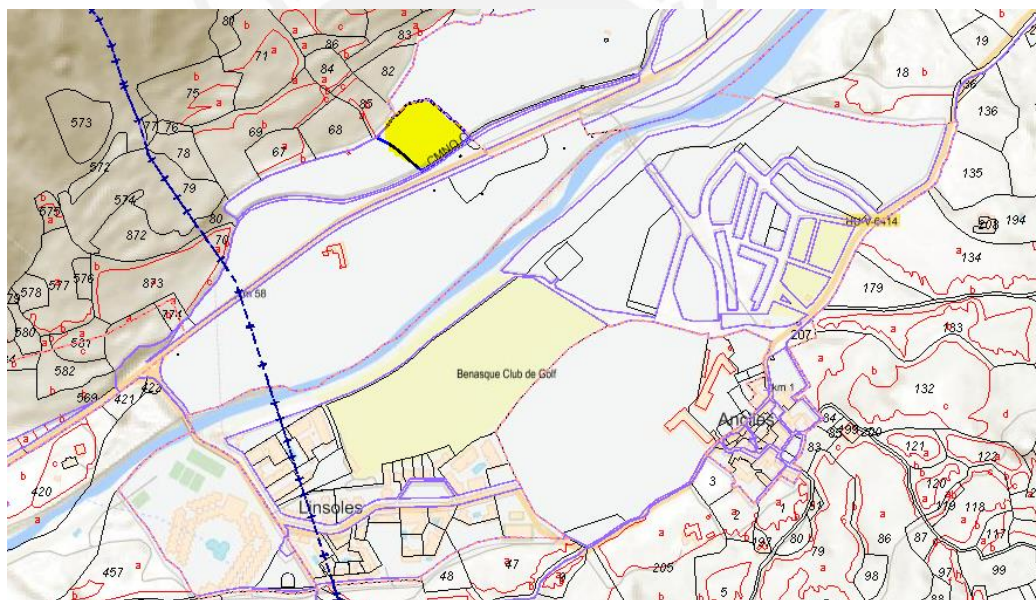


Ilustración 1: Lote 68

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.

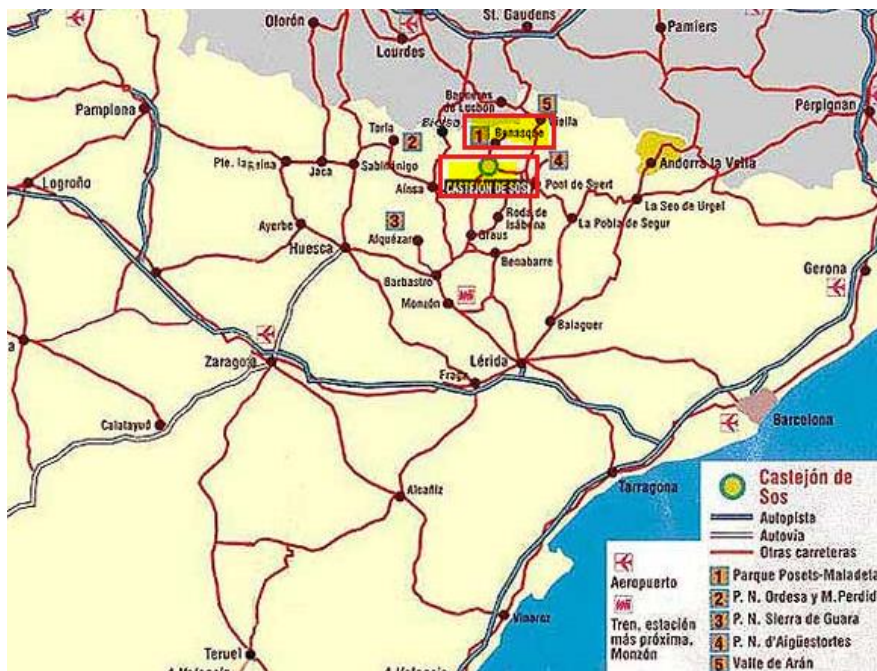


Ilustración 3: Estación meteorológica de Castejón de Sos

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.

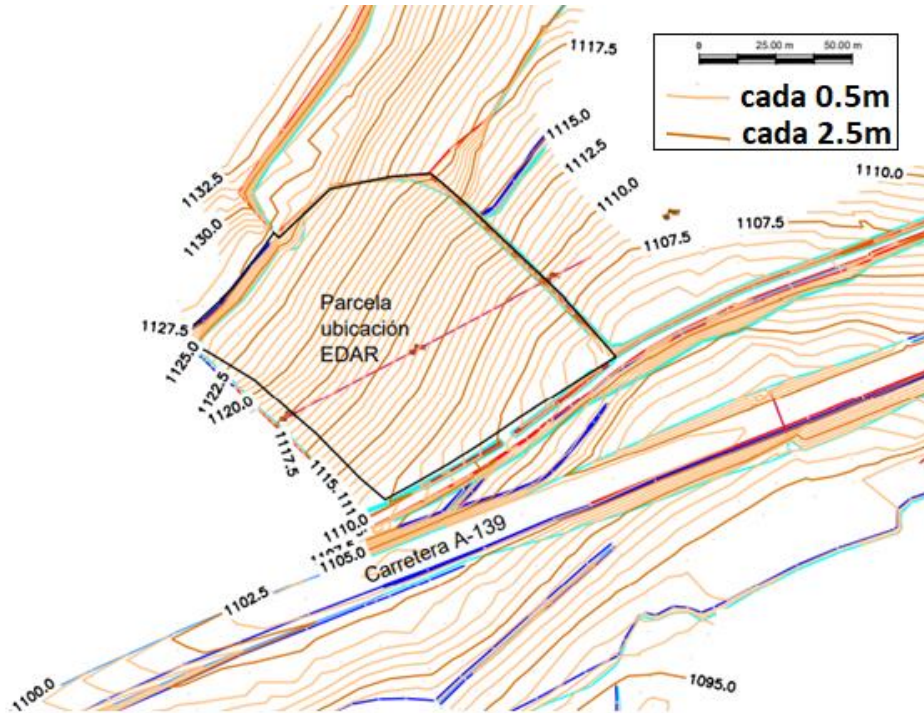


Ilustración 5: Curvas de nivel EDAR

### 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.

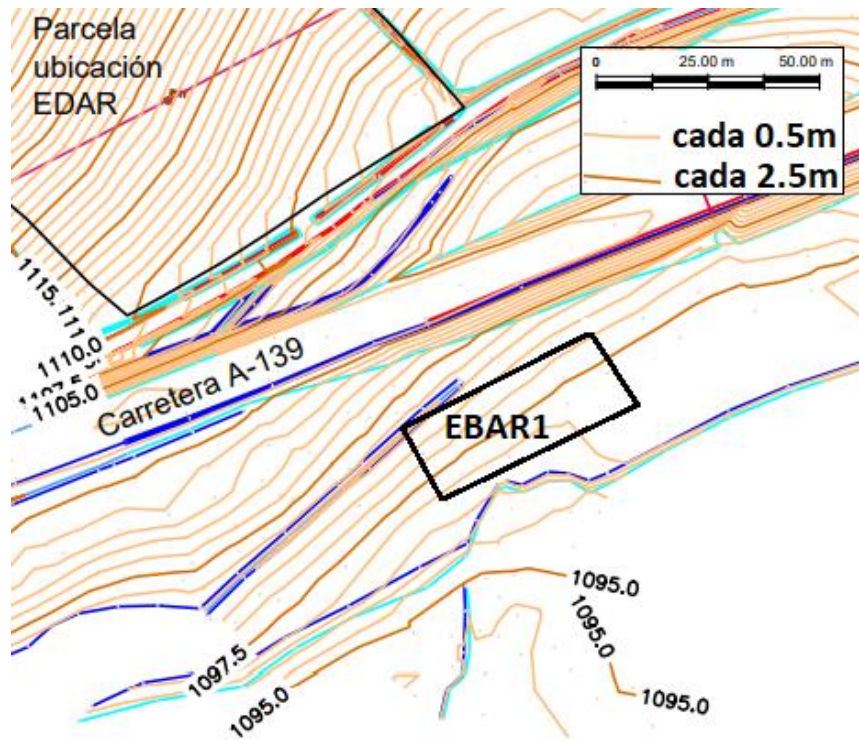


Ilustración 6: Curvas de nivel EBAR 1

## 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.

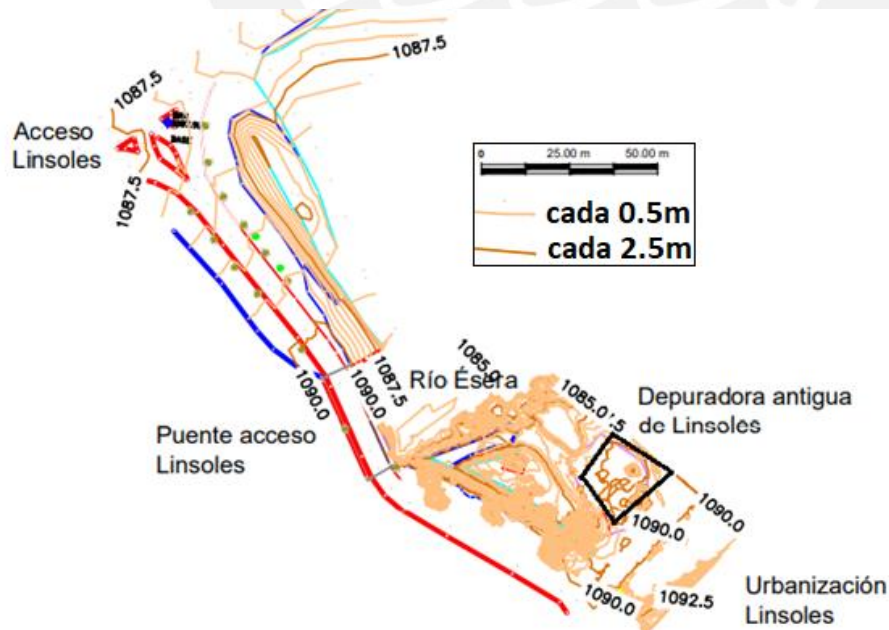


Ilustración 7: Curvas de nivel EBAR 2



## Estudio de inundabilidad

El objetivo de este apartado es indicar los peligros de inundación a causa 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 retorno<sup>7</sup>

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

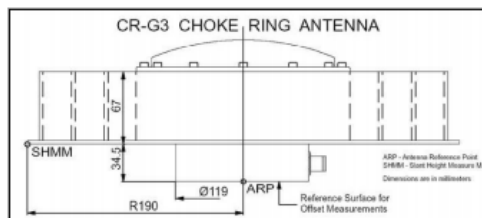
Rinex Horarios cada 1 segundo, y Diarios cada 30 segundos.

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

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

e-mail / Web: [aragea@aragon.es](mailto: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

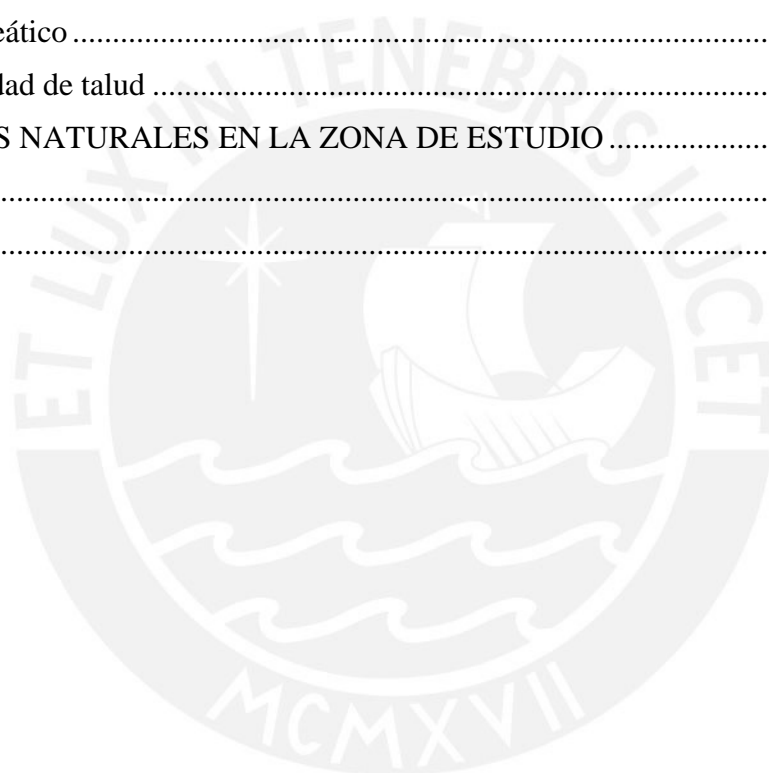
2030	787542.037	4721768.17	1106.966	MUR
2031	787534.694	4721761.75	1107.289	MUR
2032	787529.247	4721757.04	1107.434	MUR
2033	787718.009	4721862.49	1109.855	MUR
2034	787704.24	4721857.22	1109.68	MUR
2035	787690.867	4721852.19	1109.332	MUR
2036	787675.55	4721845.74	1109.284	MUR
2037	787660.043	4721838.5	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



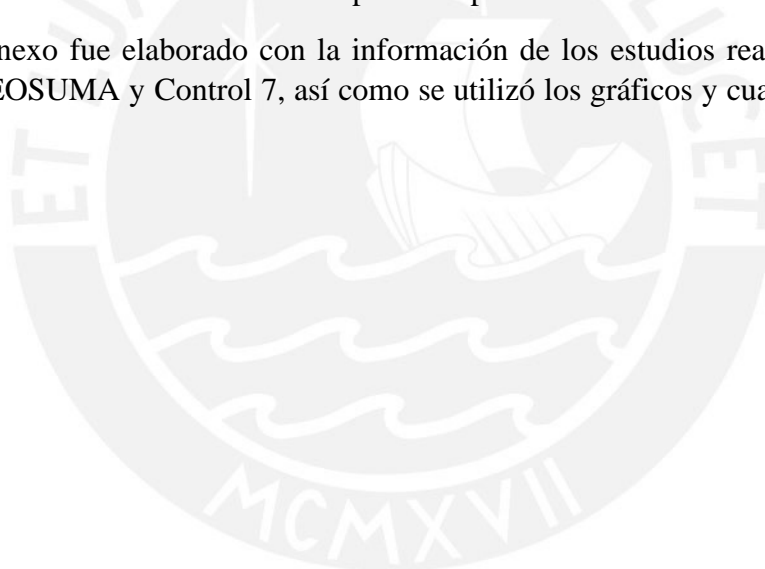
## INTRODUCCION

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.

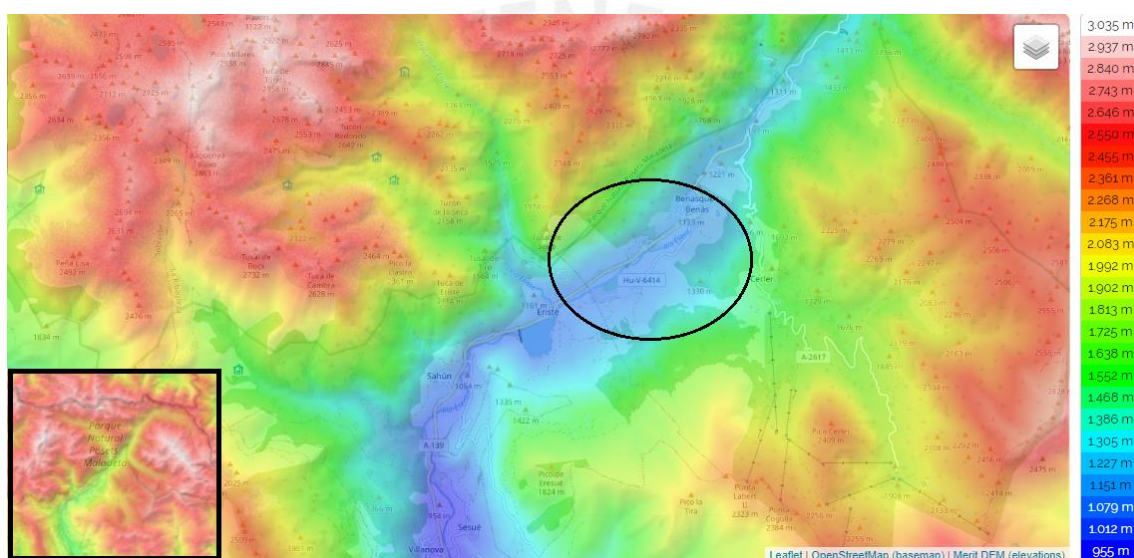


Ilustración 1: Geomorfología del Valle de Benasque

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

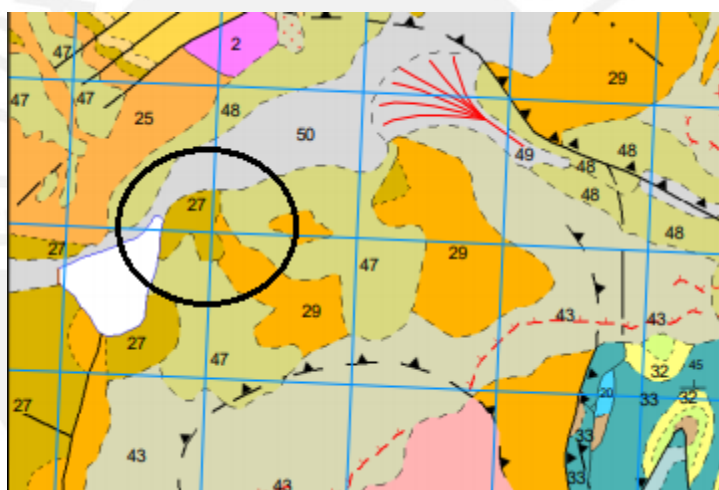


Ilustración 2: Mapa geológico del IGME

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 cm<sup>2</sup> 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<sub>d</sub>** = Resistencia dinámica por punta
- m** = Peso de la maza
- H** = Altura de caída de la maza
- P<sub>v</sub>** = Peso muerto del varillaje (puntaza, cuñas y varillas)
- e** = 20 / N<sub>20</sub>
- N<sub>20</sub>** = 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

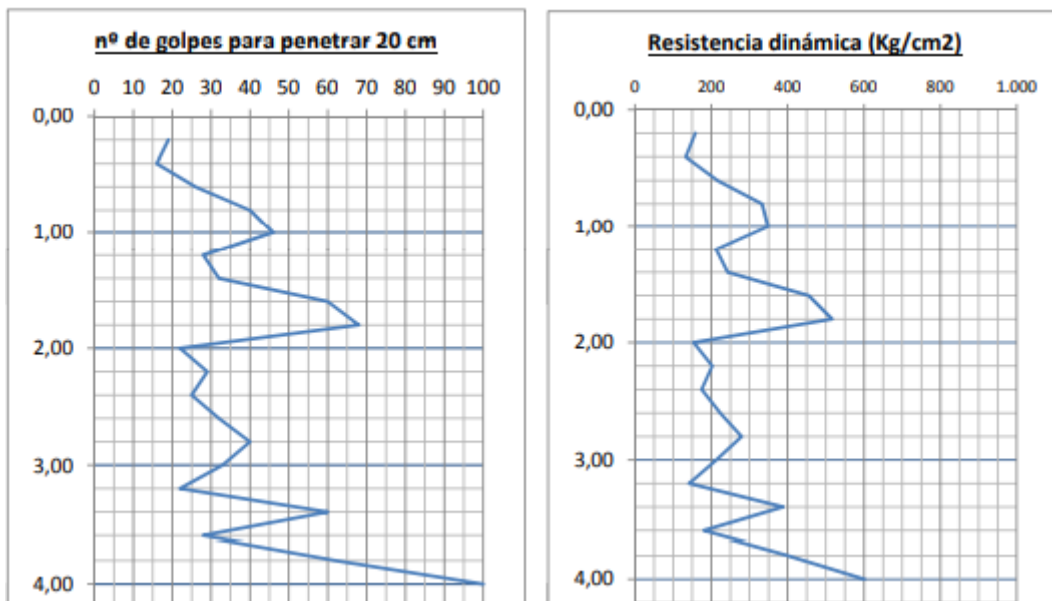


Ilustración 3: Resistencia dinámica EDAR

## EBAR 1

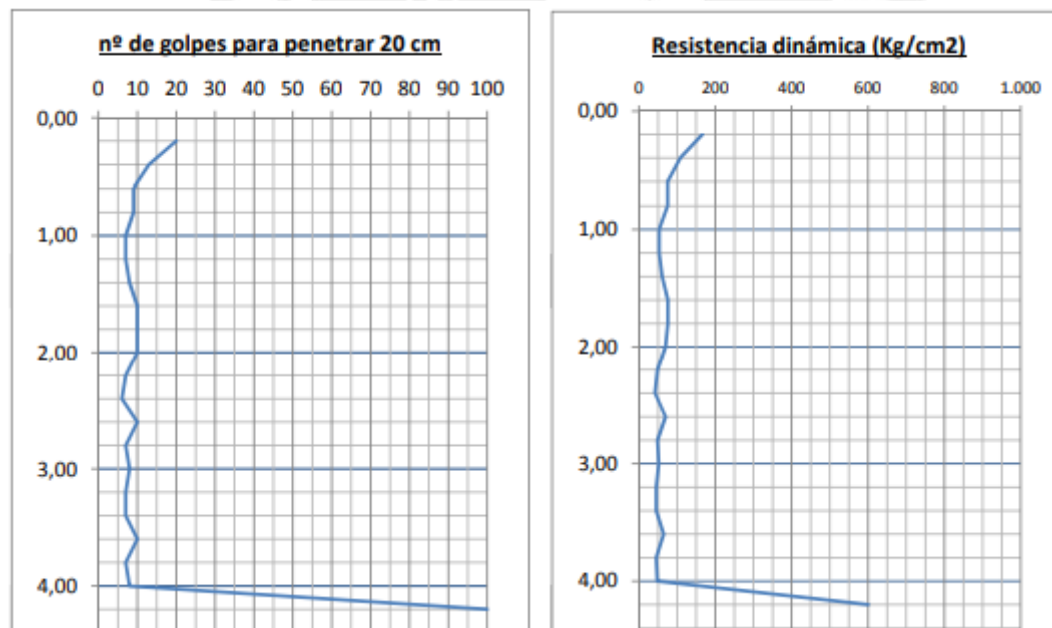


Ilustración 4: Resistencia dinámica EBAR1

## EBAR 2

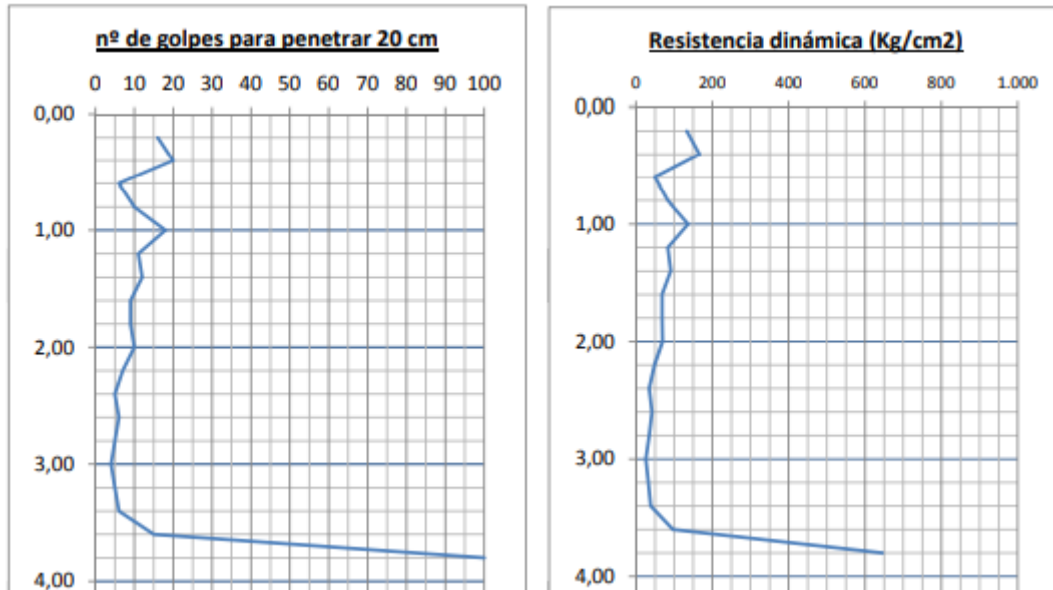


Ilustración 5: Resistencia dinámica EBAR2

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 <sup>2</sup> )	Módulo de deformación (kg/cm <sup>2</sup> )	Peso específico gr/cm <sup>3</sup>	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.

**$\gamma_k$  .-** Peso específico del terreno por debajo del cimiento

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

**$d_c, d_{qf}, d_\gamma$  .-** 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.

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

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

**$t_c, t_{qf}, t_\gamma$  .-** 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/m<sup>3</sup>, un ángulo de rozamiento de 17° y una cohesión de 0.47 kg/cm<sup>2</sup>; obteniendo una carga de hundimiento de **2 kg/cm<sup>2</sup>**. En el caso de las dos EBARS se consideró un peso específico de 19.6 kN/m<sup>3</sup>, un ángulo de rozamiento interno de 20° y una cohesión de 0.02 kg/cm<sup>2</sup>; obteniendo una carga de hundimiento de **0.5 kg/cm<sup>2</sup>**.

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/m<sup>3</sup>. Las características del talud son: altura de 9 metros y ángulo de talud de 33.7°.

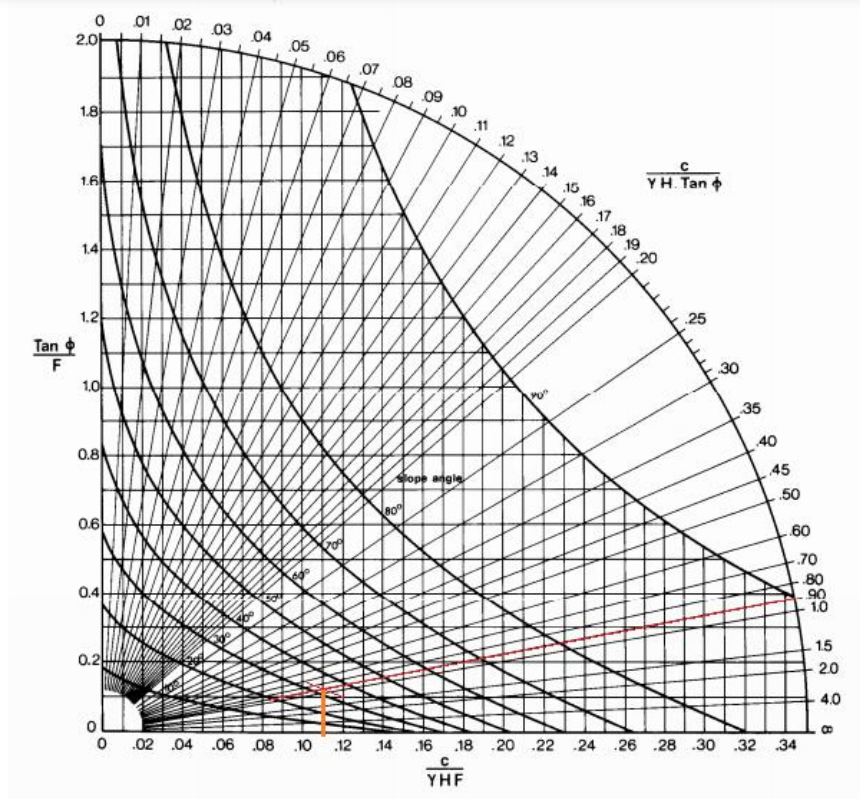
El radio a escoger será:

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

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.

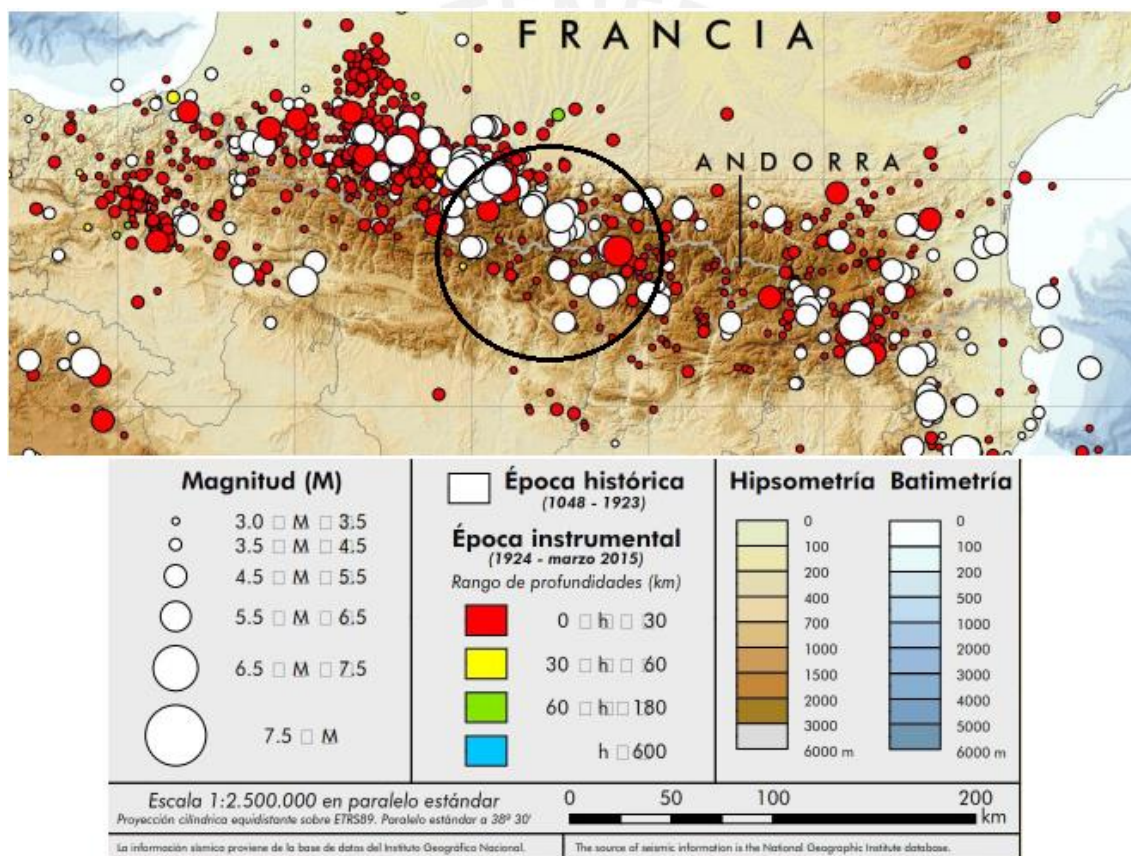


Ilustración 6: Peligro sísmico de los Pirineos



## 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
- Angulo de rozamiento interno: 17°
- Peso específico: 18.93 kN/m<sup>3</sup>

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

- Cohesión: 1.96 kPa
- Angulo de rozamiento interno: 20°
- Peso específico: 19.6 kN/m<sup>3</sup>

### **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/cm<sup>2</sup>
- EBAR1: 0.5 kg/cm<sup>2</sup>



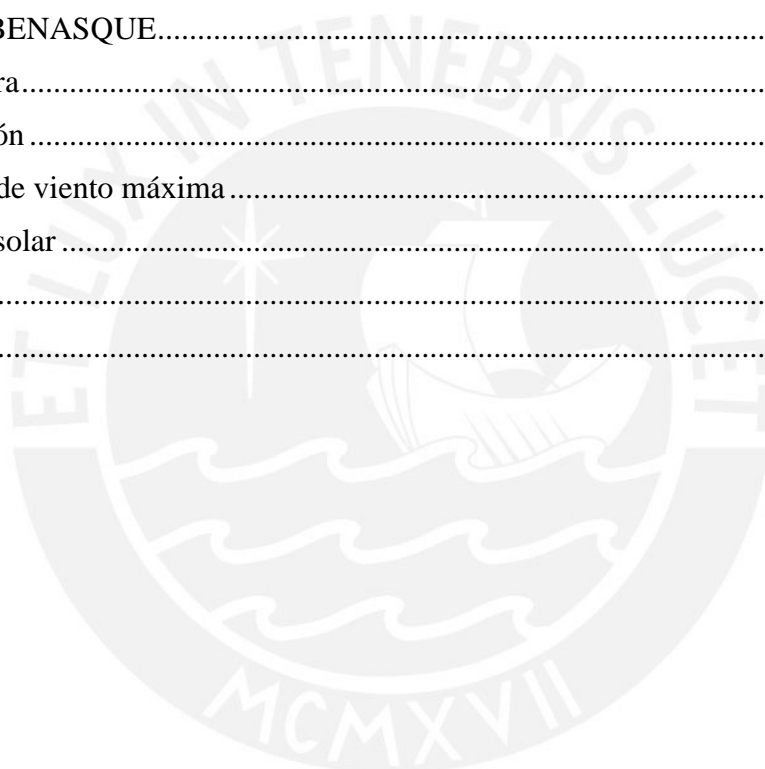




# **Anexo N°6: Climatología**

## 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 pacífico 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 Reyno 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.

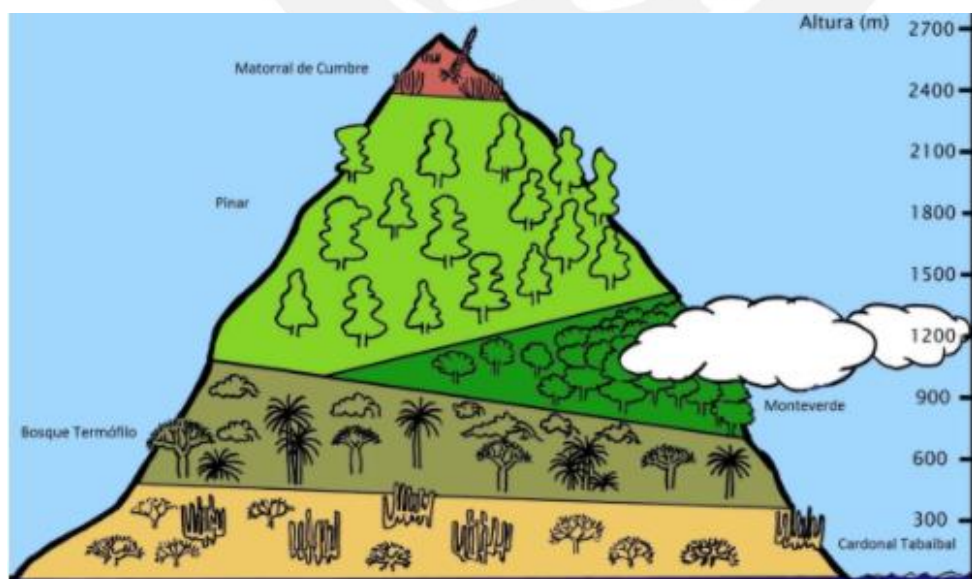


Ilustración 2: Pisos de vegetación de Canarias

Fuente: [guiadidacticafloraieslalaboral.blogspot.com.es](http://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.

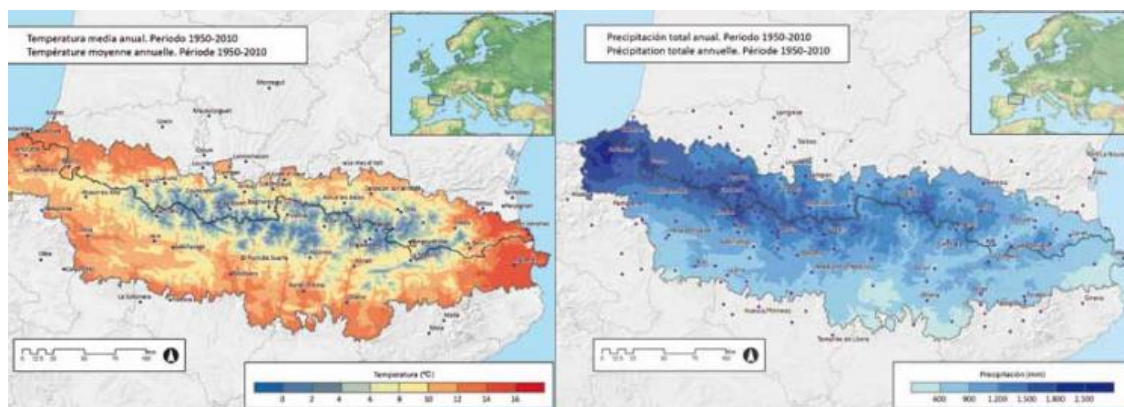


Ilustración 3: Temperaturas y precipitaciones medias en los Pirineos

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  $-23^{\circ}\text{C}$  en invierno y  $16^{\circ}\text{C}$  en verano de temperatura en promedio. Por otro lado, en la zona de Benasque (ubicada a 1110m) presenta unas temperaturas de  $27^{\circ}\text{C}$  en verano y  $-2^{\circ}\text{C}$  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.

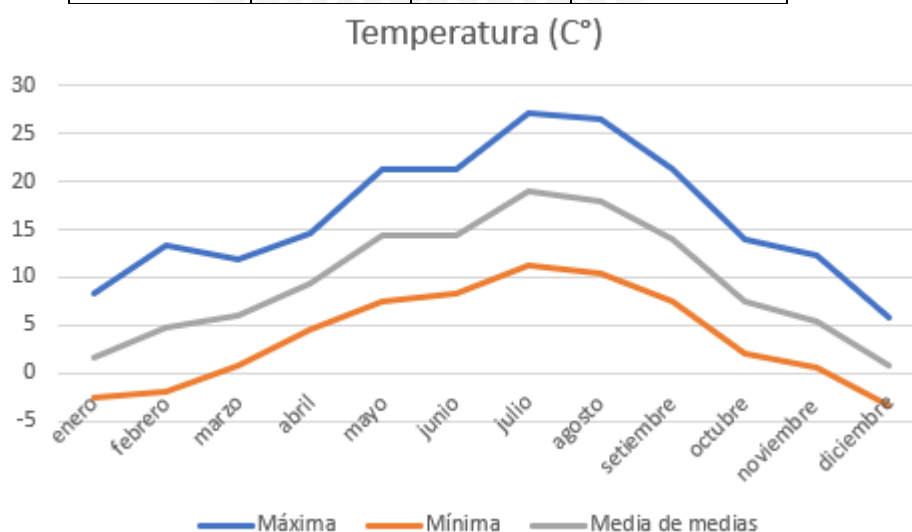
## CLIMA DE BENASQUE

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](http://www.climaynievepireneos.com)) ubicada a 1110 metros de altitud.

### Temperatura

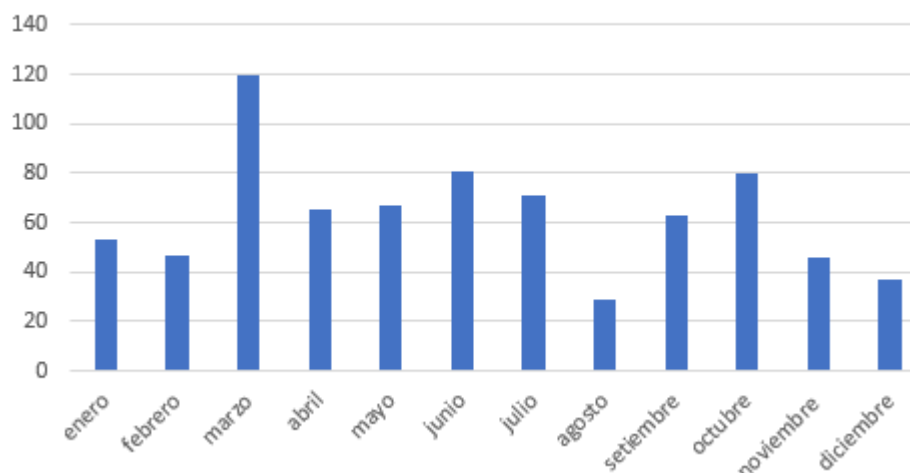
Temperatura	C°		
	Máxima	Mínima	Media de medias
enero	8.4	-2.5	1.7
febrero	13.4	-1.9	4.8
marzo	11.9	0.8	6.1
abril	14.6	4.6	9.4
mayo	21.4	7.4	14.4
junio	21.2	8.3	14.4
julio	27.2	11.2	18.9
agosto	26.5	10.4	18
setiembre	21.3	7.5	13.9
octubre	14	2	7.4
noviembre	12.3	0.6	5.3
diciembre	5.8	-3.4	0.8



## 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

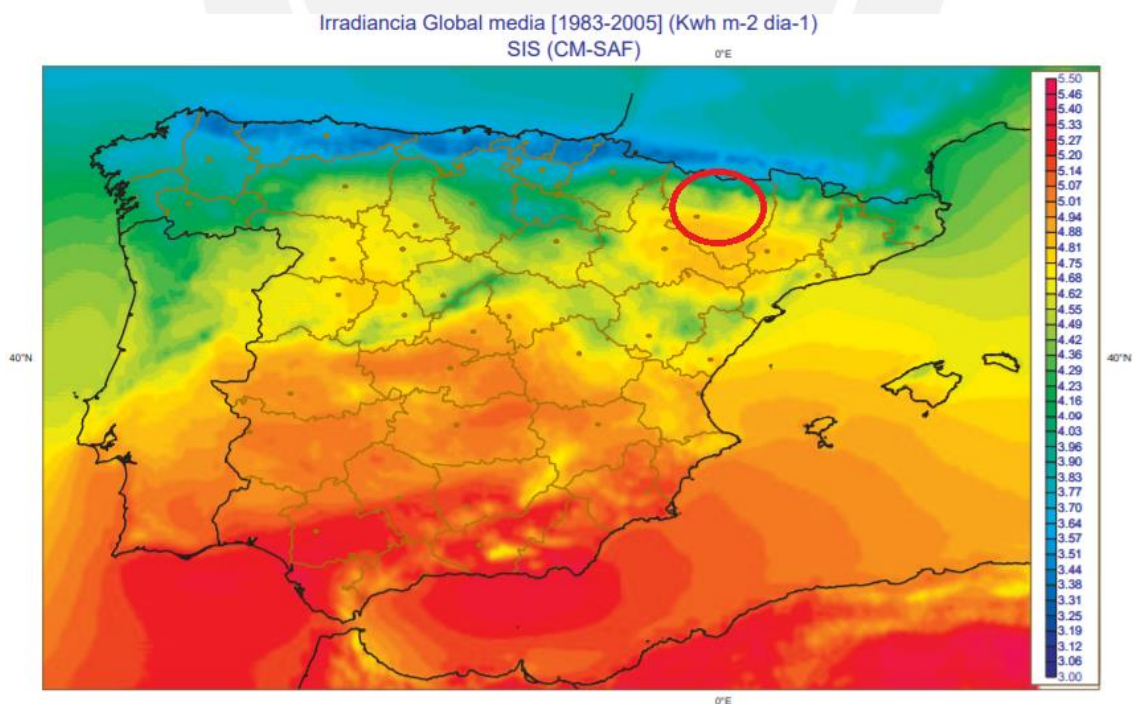
Vientos	Magnitud (km/h)	Dirección
enero	41.8	WSW
febrero	35.4	WSW
marzo	46.7	WSW
abril	24.1	WSW
mayo	29	WSW
junio	25.7	SW
julio	25.7	SW
agosto	29	NNW
setiembre	40.2	NNW
octubre	32.2	NNW
noviembre	38.6	WSW
diciembre	38.6	SSW



#### 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.

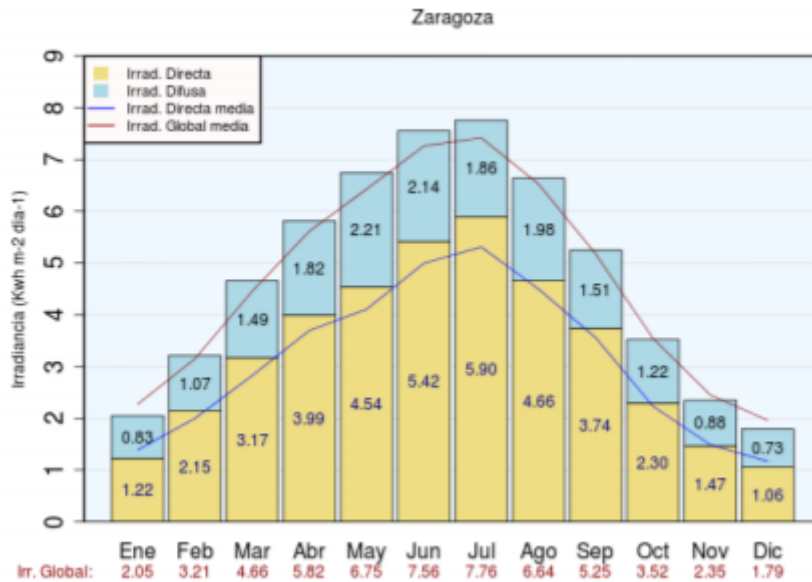
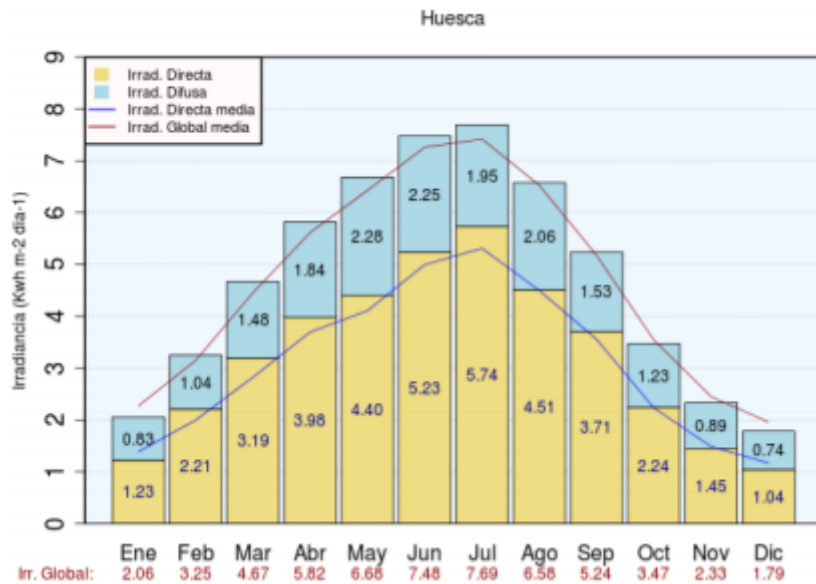
Los gráficos utilizados en esta sección son sacados del “Atlas de Radiación Solar en España” de la Agencia Estatal de Meteorología AEMET. En el siguiente gráfico se observa la Irradiancia Global media en kWh/m<sup>2</sup> por día en toda la región de España.

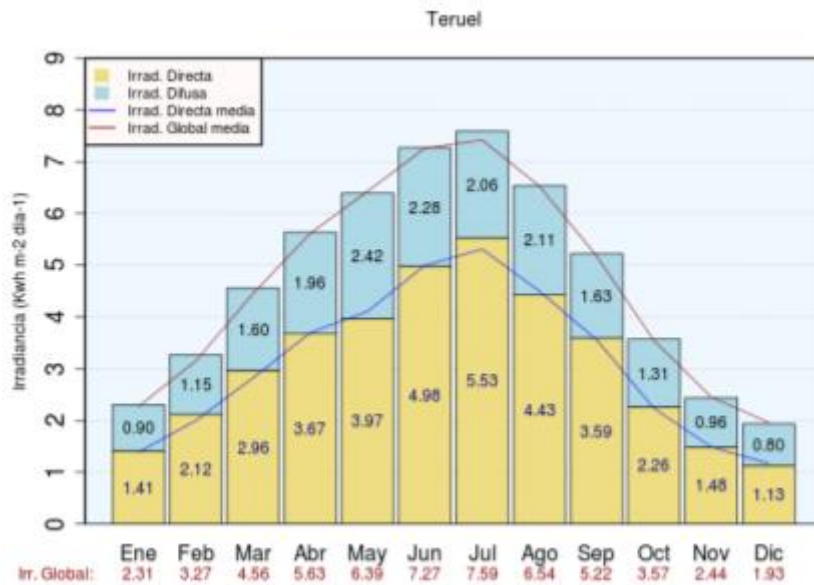


Dentro de la zona en estudio, se observa una irradiación solar media de 4,5 kWh/m<sup>2</sup> por día durante todo el año. Pero esta radiación variará con respecto a la estación del año, de la siguiente forma:

- Irradiación global media en primavera: 4.8 kWh/m<sup>2</sup> por día
- Irradiación global media en verano: 6.5 kWh/m<sup>2</sup> por día
- Irradiación global media en otoño: 3.7 kWh/m<sup>2</sup> por día
- Irradiación global media en invierno: 2.9 kWh/m<sup>2</sup> 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.

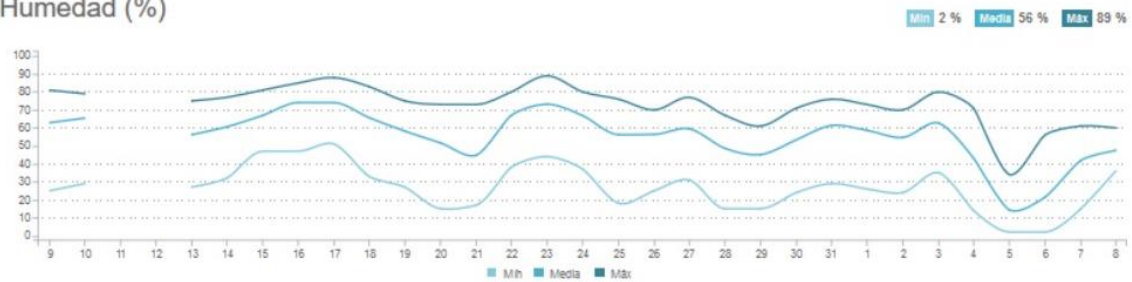




### Humedad

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/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>.





# **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 ( $\theta_c$ ) .....	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 DBO<sub>5</sub>, 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  $Q_{\text{punta}}$ , ya que nuestro reactor biológico no tendrá eliminación biológica de fósforo.

Caudal	Nomenclatura	m <sup>3</sup> /d
Diario	Q <sub>d</sub>	2700
Máximo pretratamiento	Q <sub>maxpret</sub>	13500
Máximo después pretratamiento	Q <sub>maxdespret</sub>	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 <sub>5</sub>	200	mg/l
Sólidos en suspensión	SST	150	mg/l
Nitrogeno	NTK	50	mg/l
Fósforo	PT	5	mg/l
Temperatura	T <sub>verano</sub>	22	°C
Temperatura	T <sub>invierno</sub>	10	°C

### Cargas contaminantes

Para obtener la carga contaminante que recibe la depuradora en un día, se considera el caudal diario (2700m<sup>3</sup>/día). Se considera la carga de contaminantes en la entrada de la depuradora.

Carga	kg/d
DBO <sub>5</sub>	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 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 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 m<sup>3</sup>/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<sub>maxunt</sub>) igual a 281.25 m<sup>3</sup>/hr (0.078m<sup>3</sup>/s)
- Velocidad de aproximación (v<sub>a</sub>) 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  $70^\circ$
- 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  $0.1\text{m}$

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  $0.4\text{m}$  y un ancho de  $0.3\text{m}$  para el canal con lo cual obtenemos una sección  $S$  de  $0.12\text{m}^2$

Cálculo de la pérdida de carga ( $h_l$ )

$$h_l = B * \frac{e^4}{E} h_v * \text{sen}(\alpha) = 0.02\text{m}$$

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

$$v_a = \frac{Q_{max}}{\text{sección aguas arriba de la rejilla}} = \frac{0.23}{0.42 + 0.3} = 0.62 \frac{\text{m}}{\text{s}} < 1 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

Se observa que la sección teórica necesaria para el canal es de  $0.096 \text{ m}^2$ , mientras que la sección propuesta es de  $0.12 \text{ m}^2$ , 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 sin fin 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.

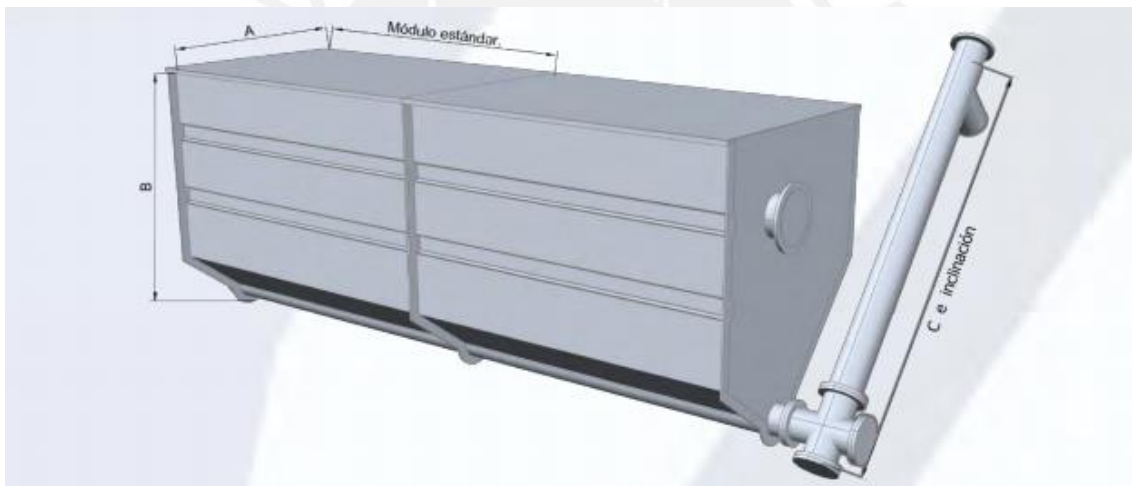


El caudal a tratar será la mitad del caudal máximo de pretratamiento, ya que se considera dos líneas. En este caso será un caudal de 281.25 m<sup>3</sup>/hr, con lo cual se podrá escoger la planta desarenadora y desengrasadora (PDD) y el tornillo tamiz compactador (TTC). En el anexo 1 se mostrará las 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 m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /h (l/s)	m <sup>3</sup> /h (l/s)	m <sup>3</sup> /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

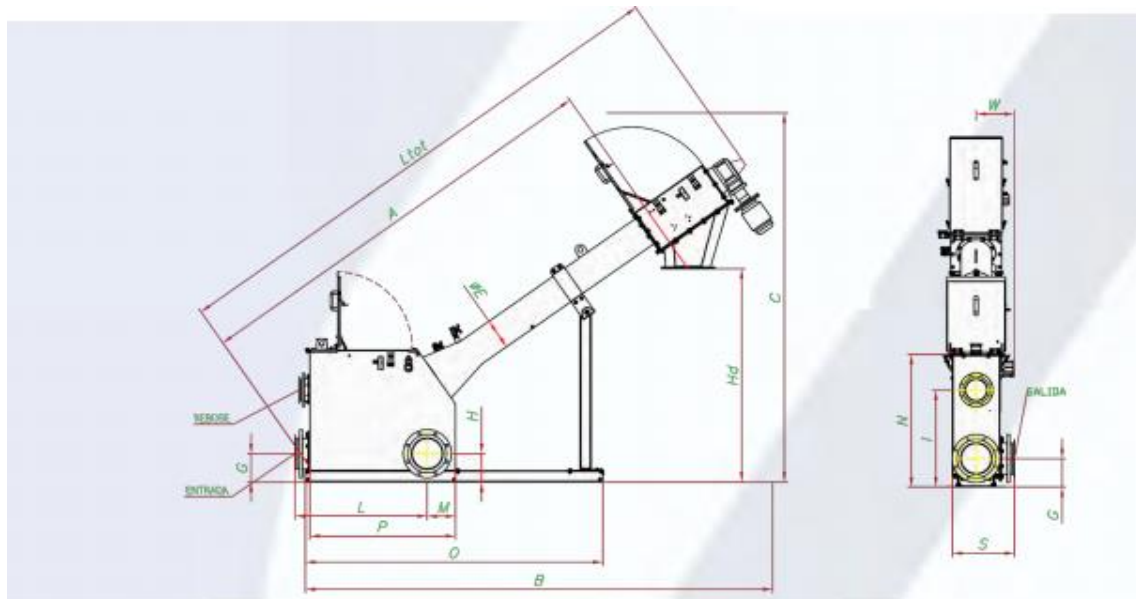
Luz de paso	TTC-2-"X"	TTC-3-"X"	TTC-4-"X"	TTC-5-"X"	TTC-6-"X"	TTC-7-"X"
mm	m <sup>3</sup> /h					
1	50	90	130	270	360	530
"X" - Luz de paso, a determinar según caudal.						

## 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 ( $\text{NO}_3^-$ ) 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 ( $\theta_c$ )

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.

$$\theta_c \geq 25 * 1.072^{12-T}$$

$\theta_c$  en invierno. Si se tiene una temperatura de  $10C^\circ$ , se considera para la formula una temperatura de  $10C^\circ$

$$\theta_c = 25 * 1.072^{12-10} = 25 \text{ días}$$

$\theta_c$  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.

$$\frac{25 \text{ mg/l}}{200 \text{ mg/l}} = 0.13$$

$V_D/V_R$	$S_{NO3,D}/C_{DBO5,ER}$	
	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

$$FE_{d,c} \text{ (kg SS/d)} = \left( C_{d,DBO_5} \cdot \left( 0,75 - \frac{0,10 \cdot \theta_c \cdot F_T}{1 + 0,17 \cdot \theta_c \cdot F_T} \right) \right) + (0,6 \cdot C_{d,SS})$$

$FE_{d,c}$  = Producción diaria de fangos debida a la eliminación de materia orgánica (kg SS/d)

$C_{d,DBO_5}$  = Carga diaria de  $DBO_5$  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/m<sup>3</sup>. 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.

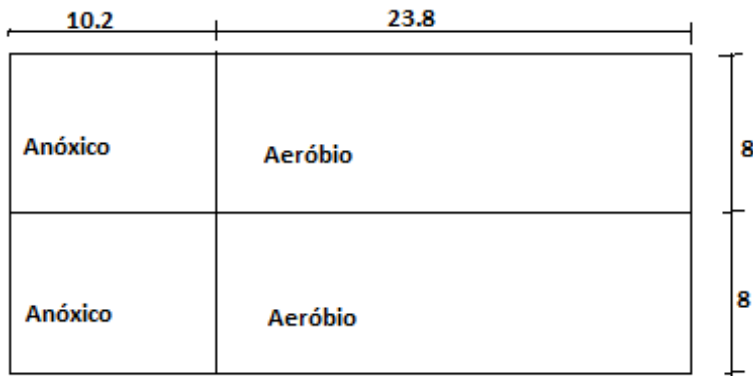
### Dimensionamiento de reactores

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

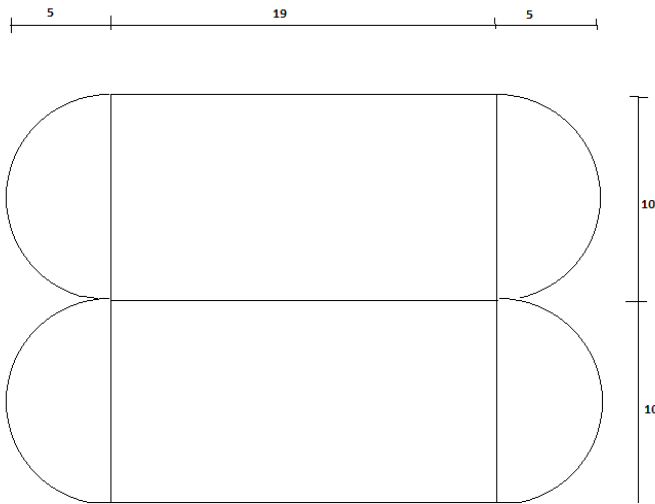
- o Superficie =  $2673.8/5 = 534.76 \text{ m}^2$
  - o Superficie unitaria =  $534.76/2 = 267.4 \text{ m}^2$
  - o Longitud l = 34m
  - o Ancho a = 8m
    - l/a = 4.25
  - o Volumen real unitario =  $34*8*5 = 1360 \text{ m}^3$
  - o Volumen total = 2720 m<sup>3</sup>
- Esquema general con distancias 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 =  $2685.4 \text{ m}^3$

- 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 m<sup>3</sup>/hr
- Caudal máximo después de pretratamiento: 281.25 m<sup>3</sup>/hr
- Caudal medio por línea: 56.25 m<sup>3</sup>/hr
- Caudal máximo después de pretratamiento por línea: 140.63 m<sup>3</sup>/hr

Además, tendremos los siguientes parámetros para diseño

Parámetros de diseño decantación secundaria	A Q <sub>med</sub>	A Q <sub>max</sub>
V <sub>asc</sub> (m/h)	≤ 0,5-0,8	≤ 1,5
C <sub>ss</sub> (kg/m <sup>2</sup> .h)	≤ 2,4	≤ 6
t <sub>es</sub> (h)	≥ 4	≥ 2
q <sub>v</sub> (m <sup>3</sup> /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/m<sup>2</sup>h para un caudal medio y 6 kg/m<sup>2</sup>h 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/m<sup>3</sup> 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 m<sup>2</sup>, por lo tanto, consideremos dos decantadores de un diámetro de 11 metros cada uno. Se obtiene una superficie unitaria de 95 m<sup>2</sup> 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/m<sup>3</sup>)

Parámetros de diseño	
Carga de sólidos (C, kg/m <sup>2</sup> .d)	35
t <sub>a</sub> (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 15.9m<sup>2</sup> y una carga de solidos de 409.4/15.9 = 25.75 kg/m<sup>2</sup>\*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 m<sup>3</sup>.

### 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/m<sup>3</sup>.

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 ( $Q_{\text{fangesp}}$ ) 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:

$$\frac{409.4 \text{ kg}/\text{día}}{0.22} = 1.86 \text{ tn}/\text{día}$$

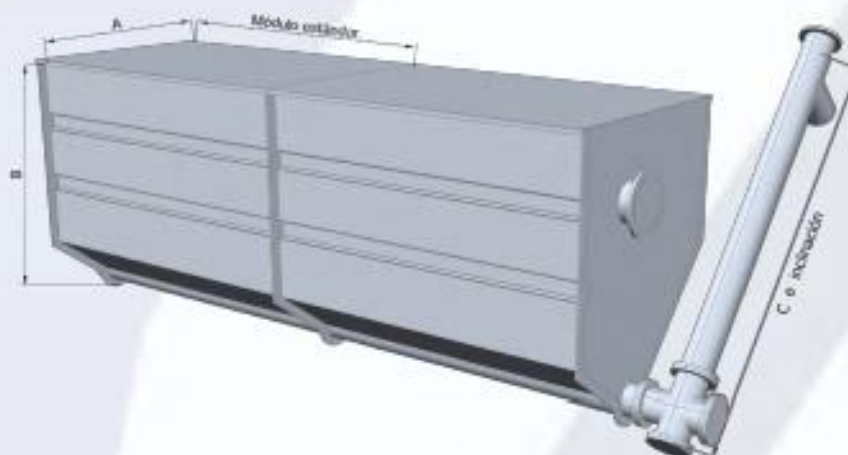
### Características técnicas: Planta desarenado y desengrasado (PDD)



#### ELECCIÓN DE CAUDAL Y SOPLANTE

MODELO	MÓDULOS	CAUDAL MÍN.	CAUDAL MÁX.	SOPLANTE	POTENCIA	PRESIÓN
Referencia	Unidades	m <sup>3</sup> /h (l/s)	m <sup>3</sup> /h (l/s)	m <sup>3</sup> /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

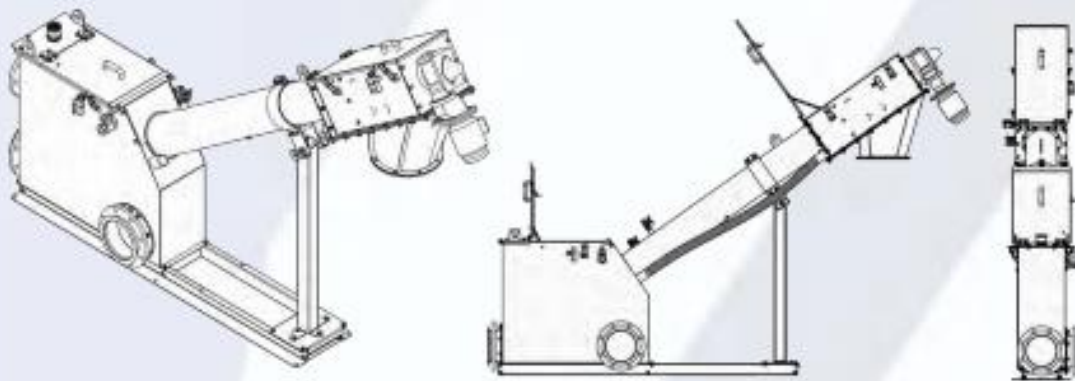
Especificación	PTC-P- <sup>"X"</sup>	PTC-M- <sup>"X"</sup>	PTC-G- <sup>"X"</sup>
Cota A	1.280	1.530	1.940
Cota B	1.600	1.800	2.300
Cota C	Variable	Variable	variable
Altura depósito	1.790	1.985	2.495
Anchura desengrasado	300	400	400
∅ Entrada agua bruta	Según TTC	Según TTC	Según TTC
∅ Salida agua tratada	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

<sup>"X"</sup> - 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- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-3- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-4- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-5- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-6- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-7- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>
mm	m <sup>3</sup> /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

<sup>o</sup>X<sup>o</sup> - Luz de paso, a determinar según caudal.

Tabla 2.1- Elección de TTC

### ELECCIÓN DE TTC CON MALLA JOHNSON

Luz de paso	TTC-2- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-3- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-4- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-5- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-6- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>	TTC-7- <sup>o</sup> X <sup>o</sup>
mm	m <sup>3</sup> /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

<sup>o</sup>X<sup>o</sup> - 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

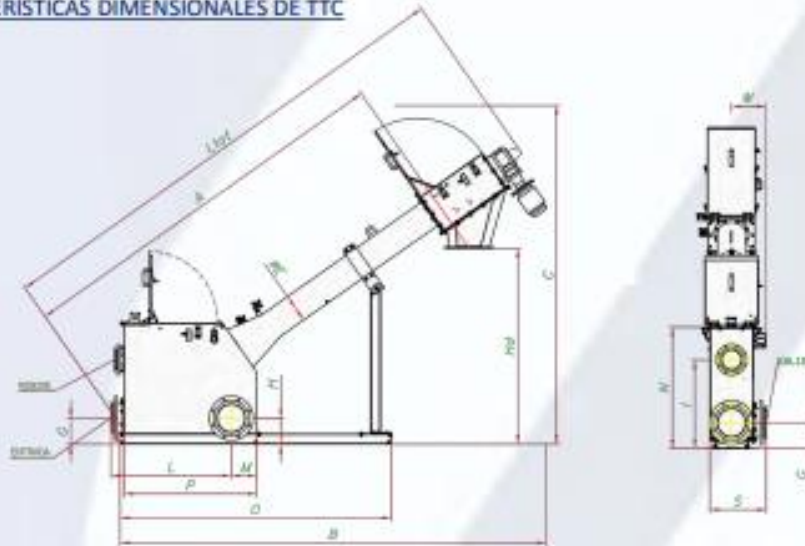
"X" - Luz de paso, a determinar según caudal.

Cotas en mm.



C/ Académico Luis Mapelli, 9 – Telf./Fax: 957 306 082 – [hidrometalica@hidrometalica.com](mailto:hidrometalica@hidrometalica.com) – 14100 La Carlota (Cordoba)  
 C/Isias Cies, 31 – Telf./Fax: 955332734 – [sevilla@hidrometalica.com](mailto: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](mailto:hidrometalica@hidrometalica.com) – 14100 La Carlota (Cordoba)  
 C/Isas Cies, 31 – Telf./Fax: 955332734 – [sevilla@hidrometalica.com](mailto: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 optima que deberá tener el terreno.



## Metodología

El calculo 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 rio Ésera. Con la perdida 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<sub>h</sub> = 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/s<sup>2</sup>)

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)

$\nu$  = 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

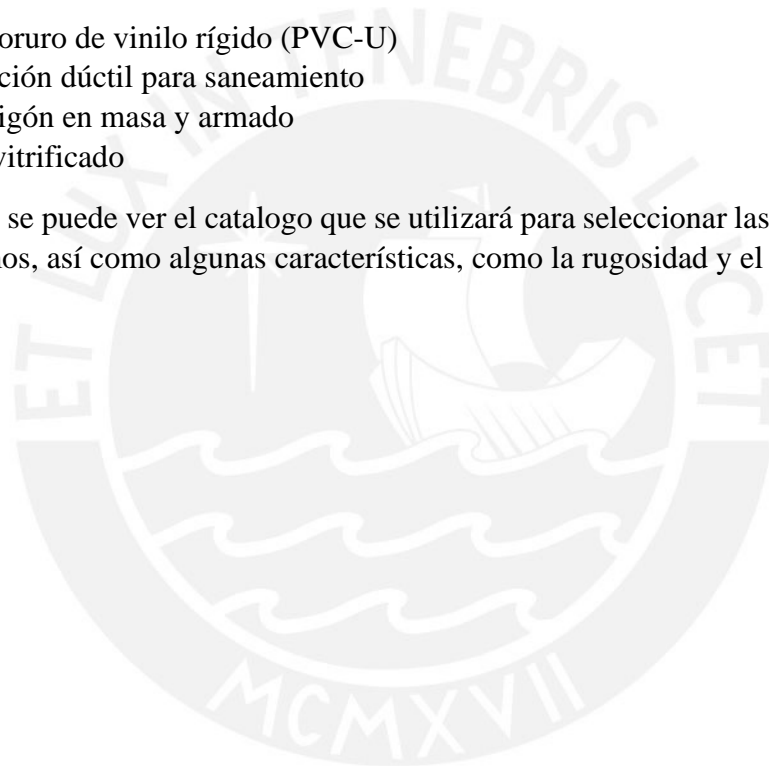
Para estimar el diámetro de la tubería o las dimensiones del canal, se considerará una velocidad máxima que pasar determinada sección sabiendo que el caudal debe ser constante e igual al de diseño considerado para cada tramo de conducción. Esta velocidad máxima será:

- 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

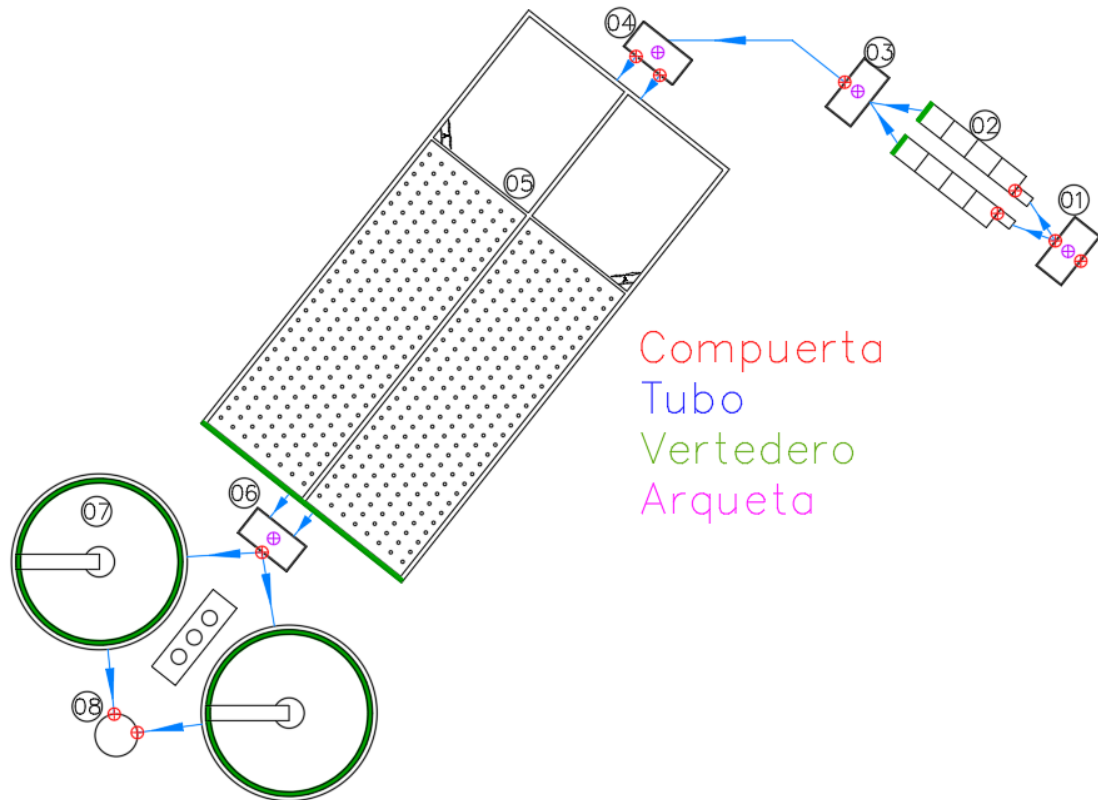
- Policloruro de vinilo rígido (PVC-U)
- Fundición dúctil para saneamiento
- Hormigón en masa y armado
- Gres vitrificado

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 m<sup>3</sup>/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<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/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:  $0.0391/2 = 0.01955$  m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left( \frac{0,0003}{0,15 * 3,71} + \frac{2,51}{101221.374 * \sqrt{f}} \right) \rightarrow f = 0,025074$$

Fórmula de Darcy:

$$h = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} = 0,025074 \cdot \frac{8,9 \cdot 0,884^2}{0,15 * 2 * 9,81} = \mathbf{0,0592 \text{ m}}$$

- 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:  $0.0781/2 = 0.0391$  m<sup>3</sup>/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:  $1,31 \cdot 10^{-6}$  m<sup>2</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /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.

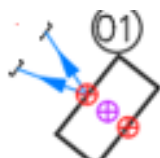
Tramo	Pérdidas parciales (m)	Pérdidas totales (m)
Elemento 8 a 7	$0.0112+0.0379+0.2+0.0114+0.0189+0.0576+0.2$	0.537
Elemento 7 a 6	$0.0592+0.0979$	0.1571
Elemento 6 a 5	$0.0113+0.0597+0.01919+0.2$	0.2902
Elemento 5 a 4	$0.00573+0.0583$	0.064
Elemento 4 a 3	$0.0246+0.0662$	0.0908
Elemento 3 a 1	$0.0398+0.1293+0.39+0.0331+0.1035$	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

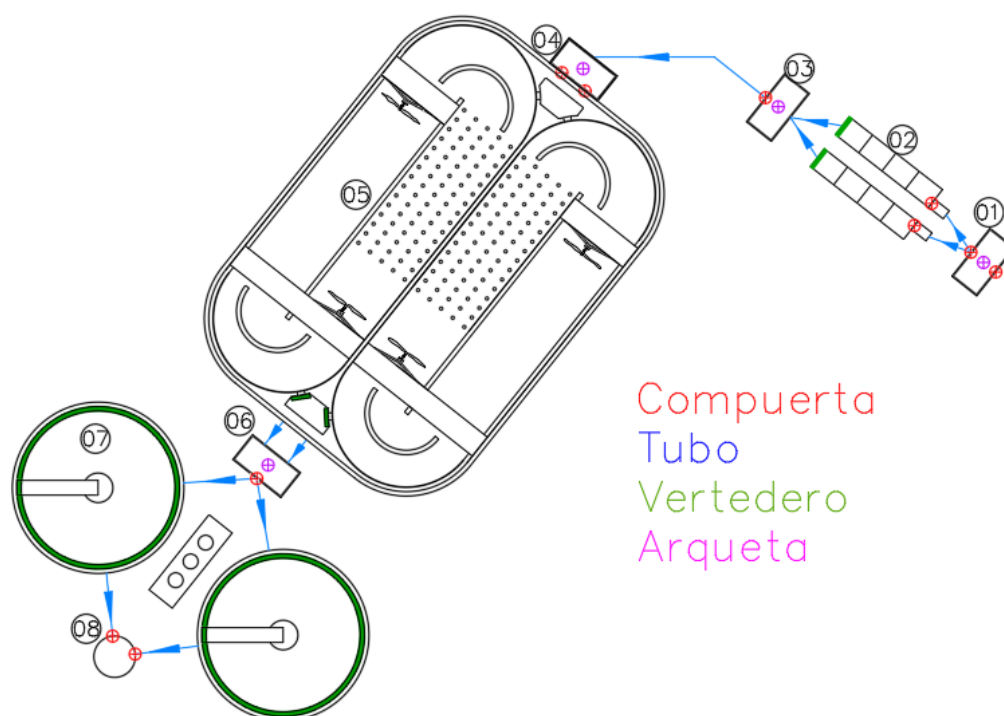


## Cálculos hidráulicos para la solución carrusel

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



Compuerta  
Tubo  
Vertedero  
Arqueta

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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /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 <sup>(1)</sup>

Tipo de estructura	Vida útil nominal
Estructuras de carácter temporal <sup>(2)</sup>	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

<sup>(1)</sup> 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 <sub>máx</sub> [mm]	
	Hormigón armado (para la combinación cuasipermanente de acciones)	Hormigón pretensado (para la combinación frecuente de acciones)
I	0,4	0,2
IIa, IIb, H	0,3	0,2 <sup>(1)</sup>
IIIa, IIIb, IV, F, Qa <sup>(2)</sup>	0,2	Descompresión
IIIc, Qb <sup>(2)</sup> , Qc <sup>(2)</sup>	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	-	-	$\gamma_A = 1,00$	$\gamma_A = 1,00$

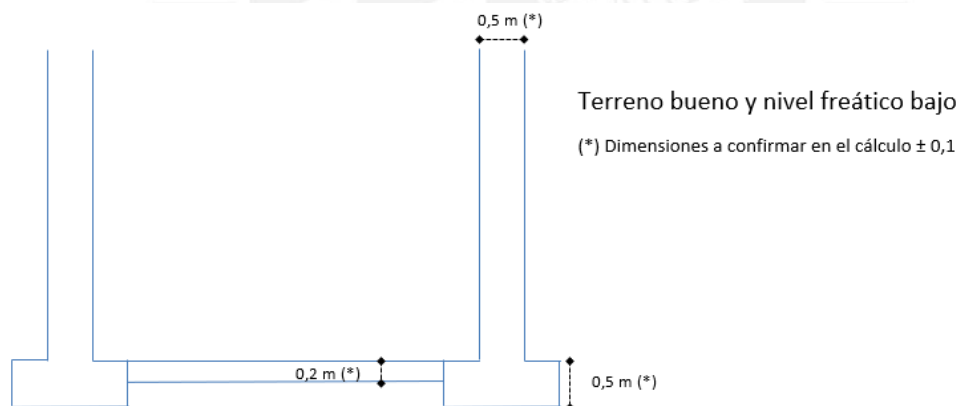
### Determinar los coeficientes parciales de seguridad de los materiales

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 $\gamma_c$	Acero pasivo y activo $\gamma_s$
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  $\theta$  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 sollicitaciones 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/mm<sup>2</sup>)

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  $1 \text{ tn/m}^3$  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 mm<sup>2</sup>**)

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 mm<sup>2</sup> 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

$$M = 208.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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/m<sup>3</sup>
- Angulo de rozamiento efectivo: 17°
- Cohesión efectiva: 0.47 kg/cm<sup>2</sup>

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  $A_s$  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** mm<sup>2</sup> 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:

$$A_p f_{pd} \frac{d_p}{d_s} + A_s f_{yd} \geq \frac{W_1}{z} f_{ct,m,\eta} + \frac{P}{z} \left( \frac{W_1}{A} + e \right)$$

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 cm<sup>2</sup>/m)

Pared exterior

- Ø10mm cada 0.1 metros de armadura vertical (cuantía 7.85 cm<sup>2</sup>/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 cm<sup>2</sup> repartidas en la pared interior y exterior.

Pared interior

- Ø16mm cada 0.25 metros de armadura horizontal (cuantía 8.04 cm<sup>2</sup>/m)

Pared exterior

- Ø16mm cada 0.25 metros de armadura horizontal (cuantía 8.04 cm<sup>2</sup>/m)

### Armadura de losa

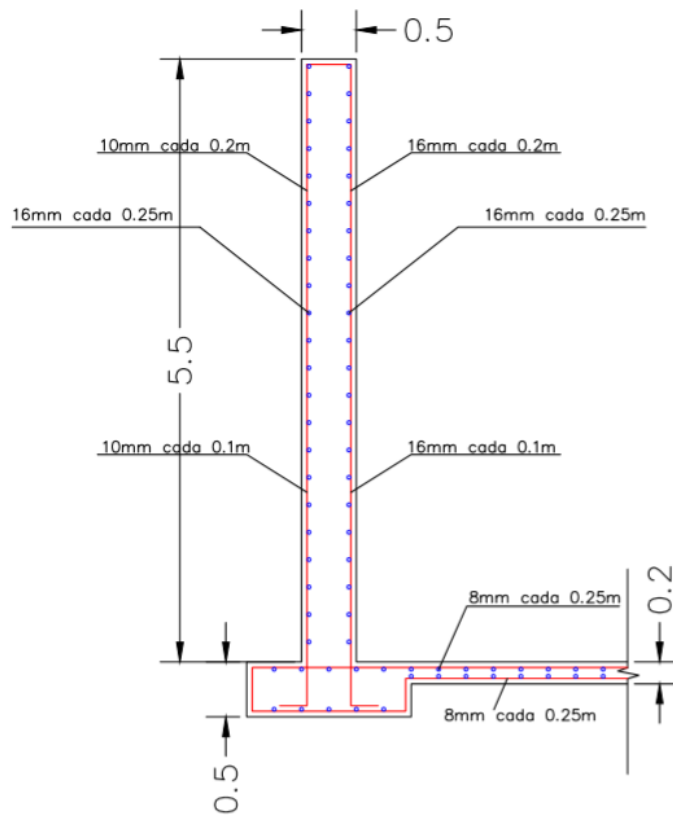
La geometría del reactor, mostrada líneas arriba, tiene de losa una capa de 0.2 metros. Si se considera un ancho transversal a la longitud del reactor de 1 metro de ancho se tendrá una sección "Ac" de 0.2 metros cuadrados. La siguiente relación se deberá cumplir.

$$A_s, \text{losa} > 0.18\% * A_c = 3.6 \text{ cm}^2/\text{m}$$

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 cm<sup>2</sup>/m

- Ø 8mm cada 0.25 metros de armadura horizontal (cuantía 2.01 cm<sup>2</sup>/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"> <li>- interiores de edificios, no sometidos a condensaciones</li> <li>- elementos de hormigón en masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie</li> </ul>
Normal	Humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interiores sometidos a humedades relativas medias altas (&gt; 65%) o a condensaciones</li> <li>- exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- elementos enterrados o sumergidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales en sótanos no ventilados</li> <li>- cimentaciones</li> <li>- estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600mm</li> <li>- Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida</li> </ul>
	Humedad media	Ilb	corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia</li> <li>- tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm</li> </ul>
Marina	Aérea	Illa	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar</li> <li>- elemento exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa</li> <li>- puentes en las proximidades de la costa</li> <li>- zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral</li> <li>- instalaciones portuarias</li> </ul>
	Sumergida	Illb	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral</li> <li>- cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar</li> </ul>
	en zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	Illic	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral</li> <li>- zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea</li> </ul>
con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino</li> <li>- superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- piscinas e interiores de los edificios que las albergan.</li> <li>- pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve</li> <li>- estaciones de tratamiento de agua.</li> </ul>

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, pantales 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 <sub>2</sub> AGRESIVO (mg CO <sub>2</sub> / l), según UNE-EN 13.577	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l), según UNE 83.954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg <sup>2+</sup> / l), según UNE 83.955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / 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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / 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"> <li>- interiores de edificios, no sometidos a condensaciones</li> <li>- elementos de hormigón en masa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales de edificios, incluido los forjados, que estén protegidos de la intemperie</li> </ul>
Normal	Humedad alta	Ila	corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- interiores sometidos a humedades relativas medias altas (&gt; 65%) o a condensaciones</li> <li>- exteriores en ausencia de cloruros, y expuestos a lluvia en zonas con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- elementos enterrados o sumergidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales en sótanos no ventilados</li> <li>- cimentaciones</li> <li>- estribos, pilas y tableros de puentes en zonas, sin impermeabilizar con precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- Tableros de puentes impermeabilizados, en zonas con sales de deshielo y precipitación media anual superior a 600 mm</li> <li>- elementos de hormigón, que se encuentren a la intemperie o en las cubiertas de edificios en zonas con precipitación media anual superior a 600mm</li> <li>- Forjados en cámara sanitaria, o en interiores en cocinas y baños, o en cubierta no protegida</li> </ul>
	Humedad media	Ilib	corrosión de origen diferente de los cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exteriores en ausencia de cloruros, sometidos a la acción del agua de lluvia, en zonas con precipitación media anual inferior a 600 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales en construcciones exteriores protegidas de la lluvia</li> <li>- tableros y pilas de puentes, en zonas de precipitación media anual inferior a 600 mm</li> </ul>
Marina	Aérea	IIla	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas, por encima del nivel de pleamar</li> <li>- elementos exteriores de estructuras situadas en las proximidades de la línea costera (a menos de 5 km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos estructurales de edificaciones en las proximidades de la costa</li> <li>- puentes en las proximidades de la costa</li> <li>- zonas aéreas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral</li> <li>- instalaciones portuarias</li> </ul>
	Sumergida	IIlib	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas sumergidas permanentemente, por debajo del nivel mínimo de bajamar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas sumergidas de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral</li> <li>- cimentaciones y zonas sumergidas de pilas de puentes en el mar</li> </ul>
	en zona de carrera de mareas y en zonas de salpicaduras	IIlic	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- elementos de estructuras marinas situadas en la zona de salpicaduras o en zona de carrera de mareas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zonas situadas en el recorrido de marea de diques, pantalanés y otras obras de defensa litoral</li> <li>- zonas de pilas de puentes sobre el mar, situadas en el recorrido de marea</li> </ul>
con cloruros de origen diferente del medio marino		IV	corrosión por cloruros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- instalaciones no impermeabilizadas en contacto con agua que presente un contenido elevado de cloruros, no relacionados con el ambiente marino</li> <li>- superficies expuestas a sales de deshielo no impermeabilizadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- piscinas e interiores de los edificios que las albergan.</li> <li>- pilas de pasos superiores o pasarelas en zonas de nieve</li> <li>- estaciones de tratamiento de agua.</li> </ul>

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	Leve	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 <sub>2</sub> AGRESIVO (mg CO <sub>2</sub> / l), según UNE-EN 13.577	15 - 40	40 - 100	> 100
	IÓN AMONIO (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> / l), según UNE 83.954	15 - 30	30 - 60	> 60
	IÓN MAGNESIO (mg Mg <sup>2+</sup> / l), según UNE 83.955	300 - 1000	1000 - 3000	> 3000
	IÓN SULFATO (mg SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / 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 <sub>4</sub> <sup>2-</sup> / 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 <sup>(1)</sup>		2,0	1,8
Forjados unidireccionales	Nervios <sup>(2)</sup>	4,0	3,0
	Armadura de reparto perpendicular a los nervios <sup>(3)</sup>	1,4	1,1
	Armadura de reparto paralela a los nervios <sup>(3)</sup>	0,7	0,6
Vigas <sup>(4)</sup>		3,3	2,8
Muros <sup>(5)</sup>	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 <sub>3</sub> .....	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 m<sup>3</sup>/h
- Caudal máximo: 306 m<sup>3</sup>/h
- Soplante: 55 m<sup>3</sup>/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 FeCl<sub>3</sub>

### Turbosoplante o soplante de aireación

Se parte del mayor valor de necesidad de O<sub>2</sub> 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 O<sub>2</sub>/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/m<sup>3</sup>) y el porcentaje en peso de O<sub>2</sub> en el aire ( 23%). Es decir, 1 m<sup>3</sup> de aire tiene 0,23 x 1,20 = 0,276 kg O<sub>2</sub>.

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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/h por difusor. Se puede tomar un valor medio entre 4-5 m<sup>3</sup>/h por difusor.

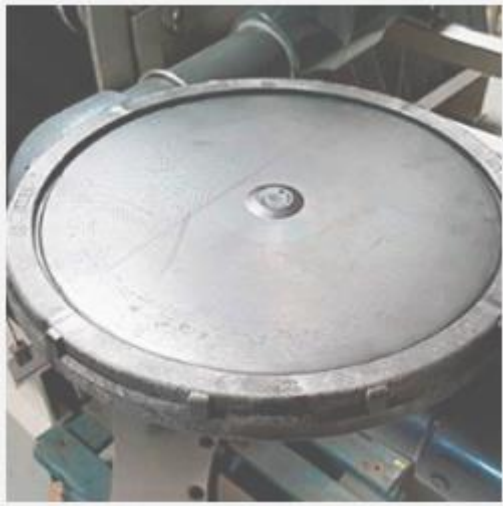
$$n^{\circ} \text{ de difusores} = \frac{\text{caudal máximo aire por línea}}{\text{caudal máximo por difusor}} = \frac{868.5}{4.5} = 193$$

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)

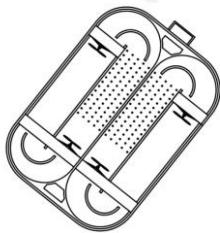
Se utilizará difusores 12'' de burbuja fina de la casa Barmatec que tiene las siguientes características:

- Número de difusores por línea: 193
- Caudal aire en operación: 2 a 12 m<sup>3</sup>/h
- Caudal de aire máximo: 15 m<sup>3</sup>/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/m<sup>3</sup> 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).

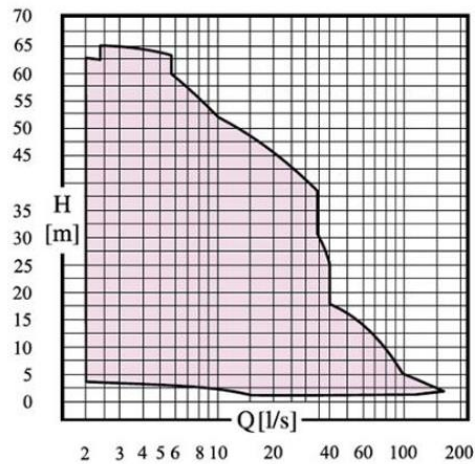
En la arqueta a la que van a parar los fangos procedentes de la purga del decantador se alojan una bomba sumergible, la cual envía los fangos decantados recirculándolos a la entrada del reactor biológico. Su funcionamiento en automático es mediante un temporizador, y manual en continuo. El temporizador 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 m<sup>3</sup>/hr. Se considerará un caudal de 56.25 m<sup>3</sup>/hr = 15.625 l/s.

La bomba se selecciona en función de:

- Caudal de recirculación externa necesario: 56.25 (m<sup>3</sup>/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 FeCl<sub>3</sub>

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 FeCl<sub>3</sub>.

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 FeCl<sub>3</sub> 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.

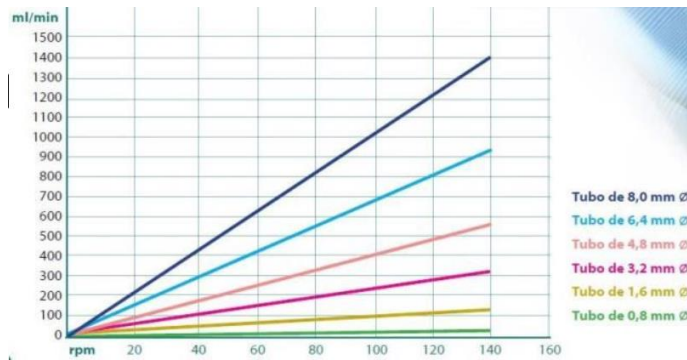
- Modelo: Serie DS-M
- Caudal máximo: 1.8 l/h



- 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:

$$\text{Concentración} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) = \frac{\text{producción fango}}{\text{Volumen reactor}} * \frac{1}{0.02} = \frac{427.8}{2685.4 * 0.02} = 7.97 \text{ kg/m}^3$$

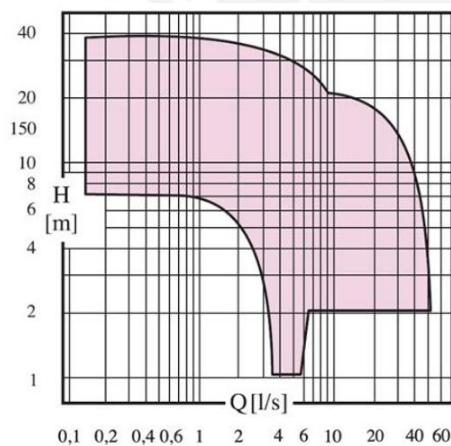
$$Q_F (\text{m}^3/\text{día}) = \frac{\text{Producción fango, kg/día}}{\text{Concentración, kg/m}^3} = \frac{427.8}{7.97} = 53.7 \text{ m}^3/\text{día}$$

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

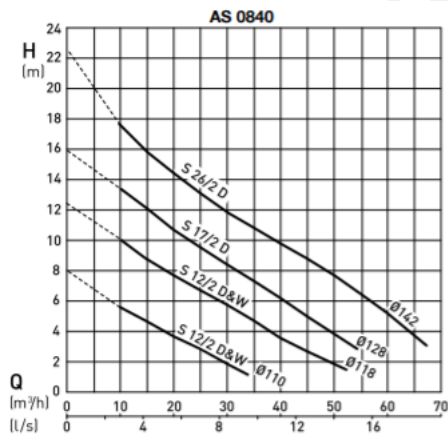
El objetivo de esta bomba es elevar los sobrenadantes procedentes del decantador secundario, recogidos en la arqueta de recogida de flotantes, a cabecera del pretratamiento.

La bomba puede seleccionarse considerando un caudal de flotantes de 10 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/hr
- Potencia: 0.75 kW
- Presión máxima: 24 bar
- Velocidad: 800 rpm





### Centrífuga

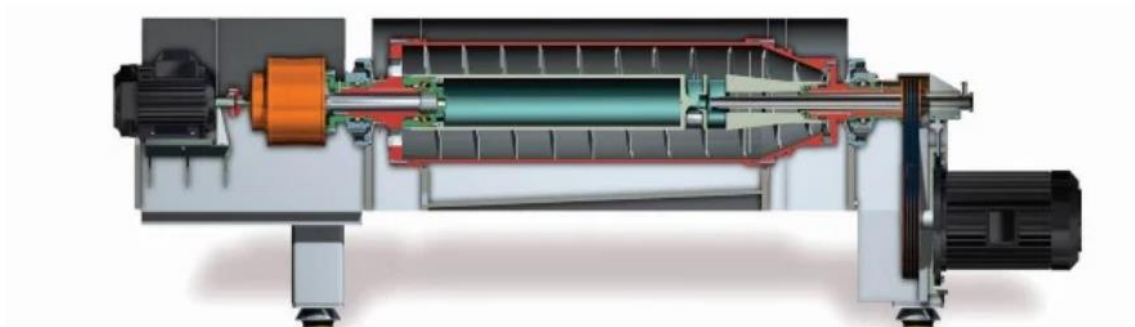
En la centrífuga la separación del agua y el fango tiene lugar en un rotor cilíndrico horizontal dotado de un tornillo sinfín transportador. El caudal de fango a centrifugar es el mismo que sale del espesador (8.15 m<sup>3</sup>/d)

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:

$$\text{Materia seca} \left( \frac{tn}{h} \right) = \frac{\text{Producción fango} \left( SS \frac{kg}{d} \right) * 7}{5 * 8} = \frac{0.4278 * 7}{5 * 8} = 0.075 \text{ tn/h}$$

Dosis polielectrolito (kg/h) = 3 kg \* 0.075 (tn/h) = 0.225 kg/h

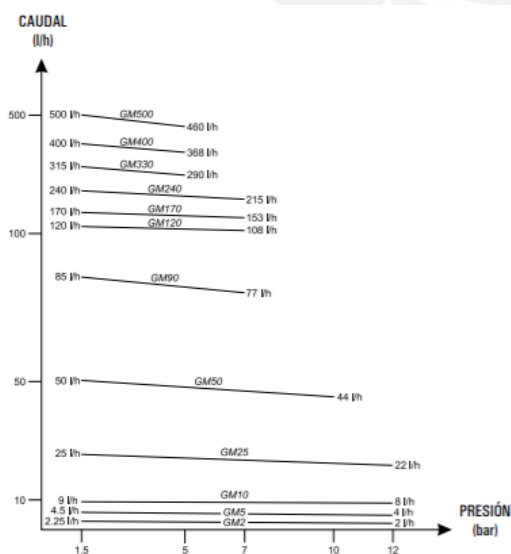
$$Q_{\text{polielectrolito}} \left( \frac{l}{h} \right) = \frac{\text{Dosis polielectrolito} \left( \frac{kg}{h} \right)}{0.001 \text{kg} * \frac{\text{polielectrolito}}{\text{lítro de mezcla}}} = \frac{0.225}{0.001} = 225 \text{ l/hr}$$

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 m<sup>3</sup>/h
- Par motor: 6Nm
- Potencia: 0.4 kW



## Consumo de equipos

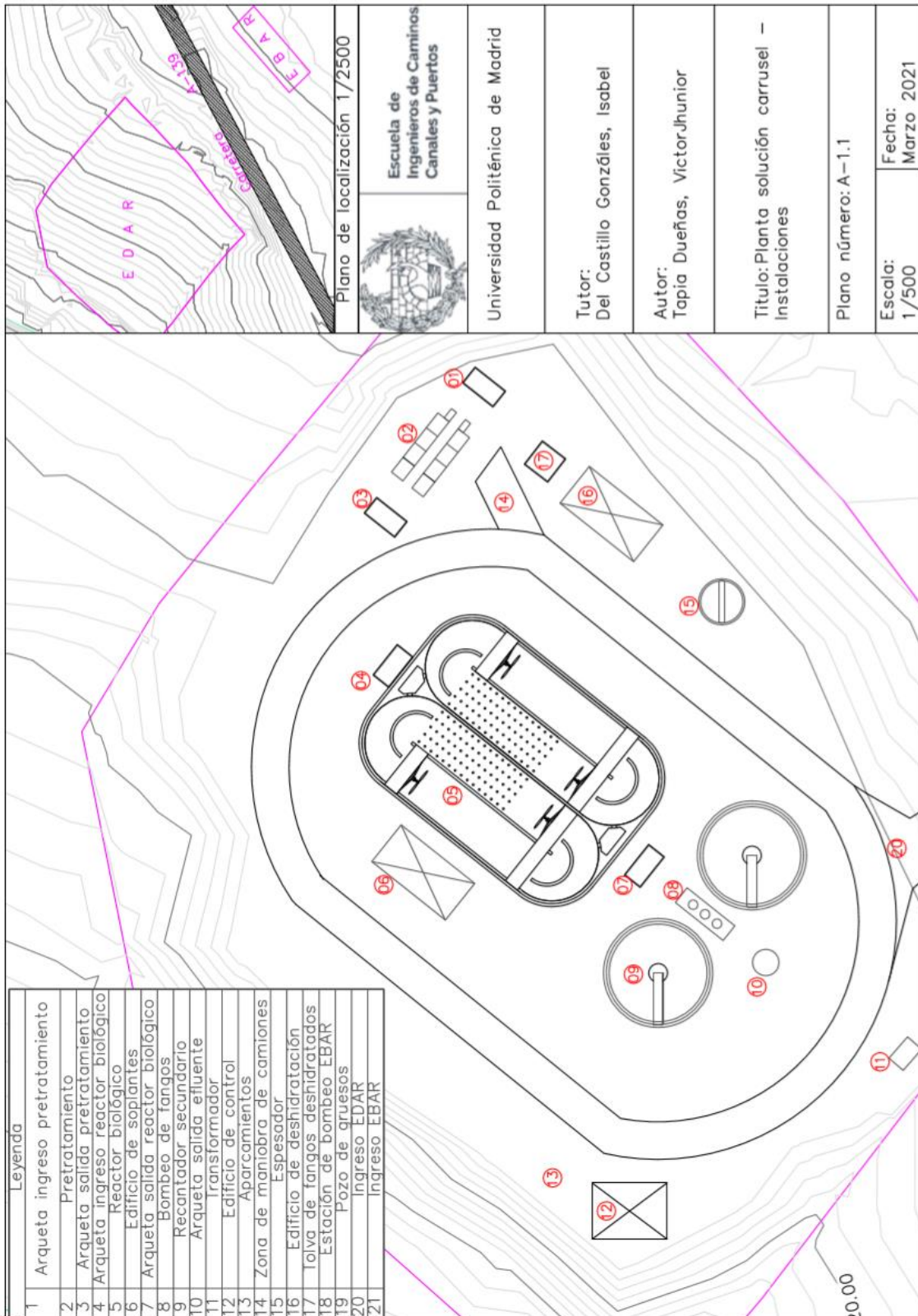
En las siguientes tablas se realizará un resumen de la información antes desarrollada del consumo energético de los equipos. Cabe mencionar que la potencia absorbida, en los casos que el catálogo no la indique, se tomara como el 70% de la potencia del motor. Además, se indican los equipos de jerarquía 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 m<sup>3</sup>/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)
<b>POZO DE GRUESOS Y BOMBEO</b>										
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		
<b>PRETRATAMIENTO COMPACTO</b>										
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		
<b>REACTOR BIOLÓGICO</b>										
Vehiculadores de corriente	4		0.85	3.00	2.10	12.00	24.0	237.18		
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		
<b>DECANTACIÓN SECUNDARIA</b>										
Motorreductor puente decantadores 2º	2		0.68	0.18	0.13	0.36	24.0	8.89		
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		
<b>ESPEZAMIENTO POR GRAVEDAD</b>										
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		
<b>CENTRÍFUGAS</b>										
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		
<b>IMPULSION FANGO DESHIDRATADO</b>										
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
<b>TOTAL</b>									<b>131.90</b>	<b>1582.05</b>

OTROS	Consumo (W/m <sup>2</sup> )	Área (m <sup>2</sup> )	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
<b>TOTAL</b>			<b>37.81</b>		<b>236.48</b>

<b>TOTAL POTENCIA</b>	<b>(Kw)</b>	<b>169.71</b>
<b>TOTAL ENERGIA CONSUMIDA</b>	<b>(kWh/d)</b>	<b>1818.54</b>
<b>RATIO EDAR</b>	<b>(kWh/m<sup>3</sup>)</b>	<b>0.67</b>
	<b>(kWh/h-e)</b>	<b>0.20</b>

# 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 previsible 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

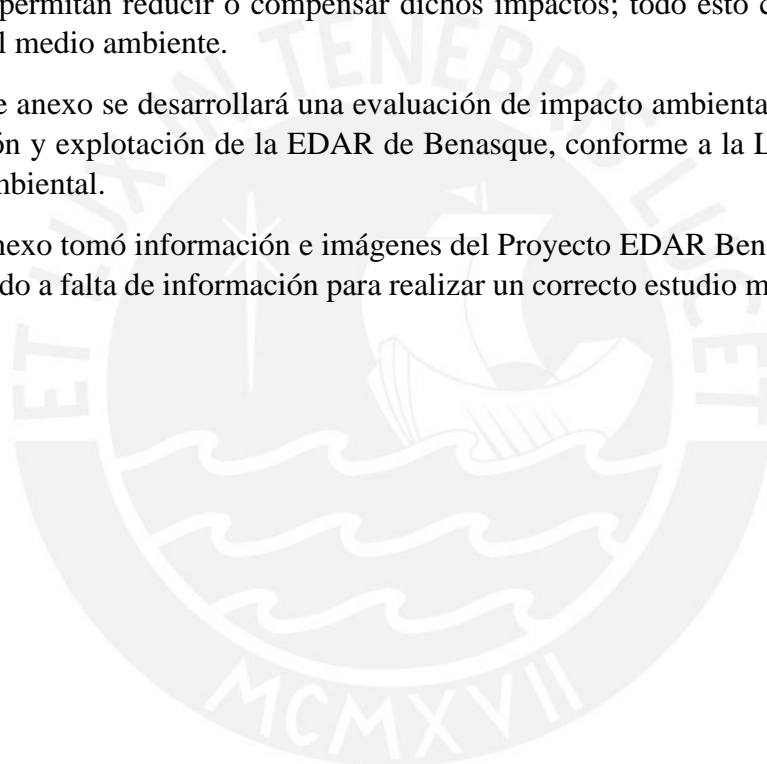
## Introducción y objetivo

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 previsibles 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 previsibles 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 1 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.

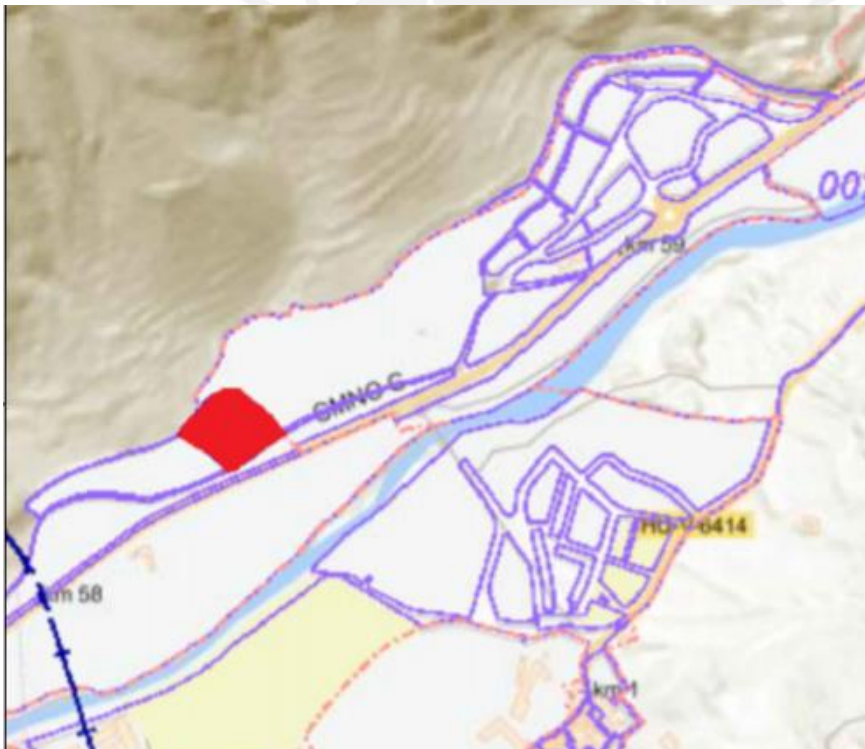


Ilustración 1: Referencia catastral de la EDAR

El valle de Benasque está 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:

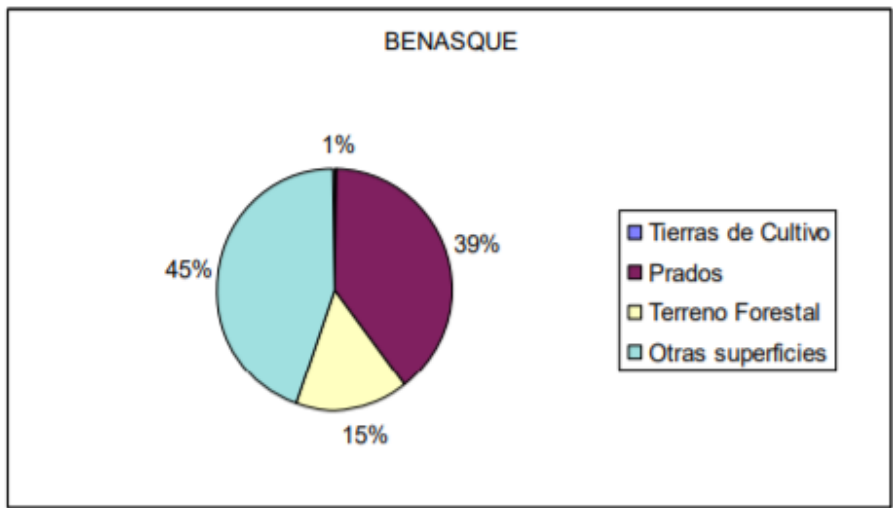


Ilustración 2: Distribución territorial del Valle de Benasque

Fuente: Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón 2003

Usos del suelo en Benasque

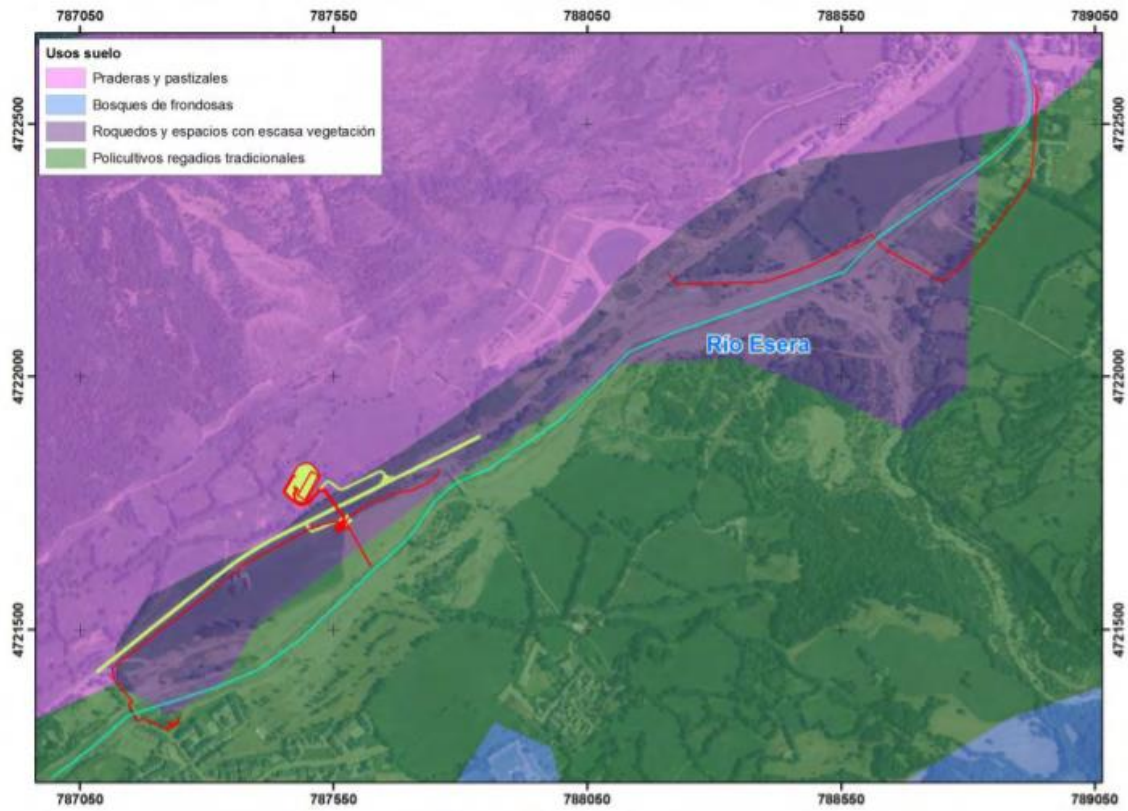


Ilustración 3: Usos del suelo del Valle de Benasque

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

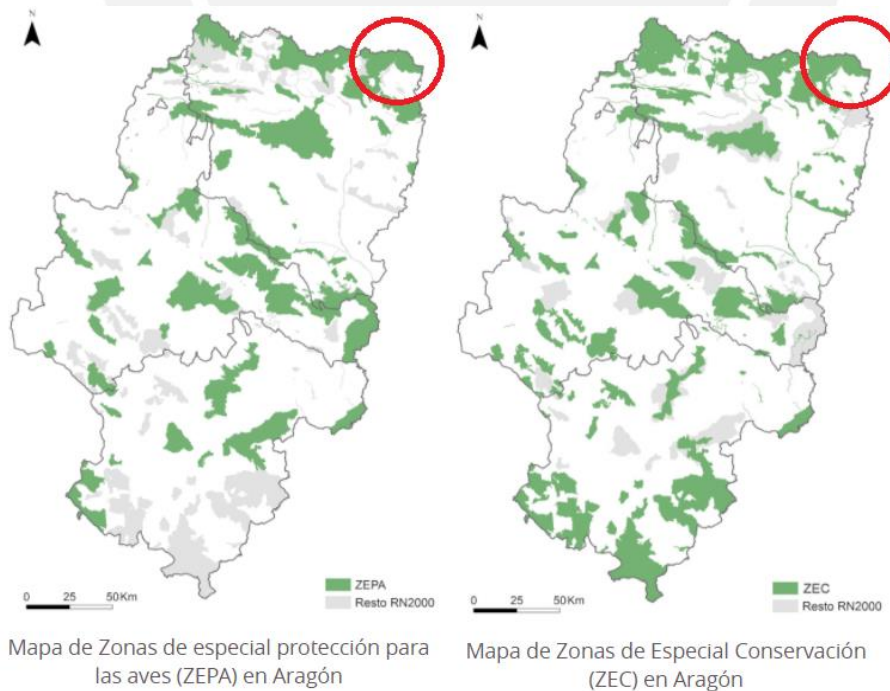


Ilustración 4: Mapa de zonas LIC y ZEPAS en la comunidad de Aragón

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

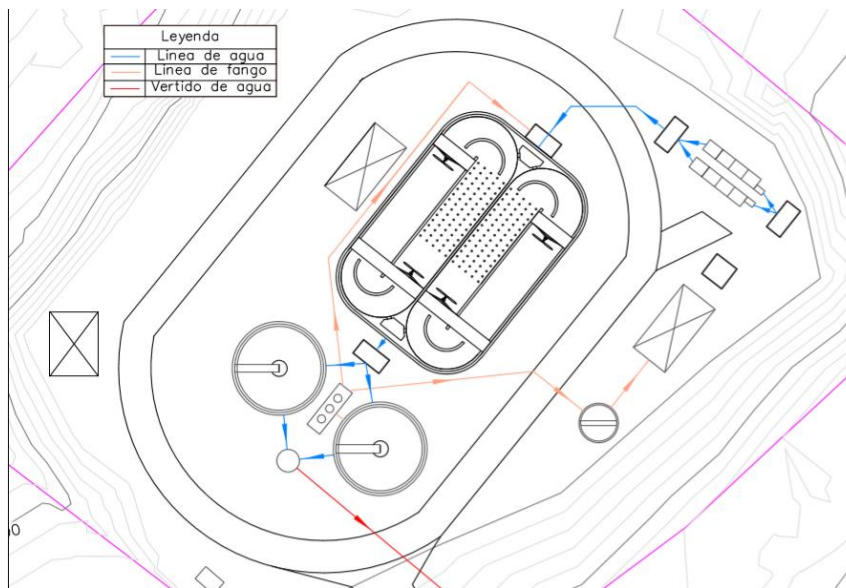


Ilustración 5: Esquema general del proceso de aeración prolongada

## 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		Suelos	Geomorfología	Vegetación	Habitats	Plantas Quebrantahuesos	Fauna	PORN	ZEC	Paisaje	Dominio Público	Patrimonio	Economía	Población
		Calidad aire	Calidad sonora	Superficial	Subterránea													
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
<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

Habitad del quebrantahuesos: 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

Dominio público: 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



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 SO<sub>3</sub>= 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 CaCO<sub>4</sub> 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/cm<sup>2</sup> //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/cm<sup>2</sup> // 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/cm<sup>2</sup> 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 identificará 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
<b>Protección individual</b>					
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
<b>Protección colectiva</b>					
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
<b>Señalización provisional</b>					
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
<b>Instalaciones de higiene y salud</b>					
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
<b>Botiquines</b>					
Botiquines		und	5	26.29	131.45
Reposición		und	2	49.37	98.74

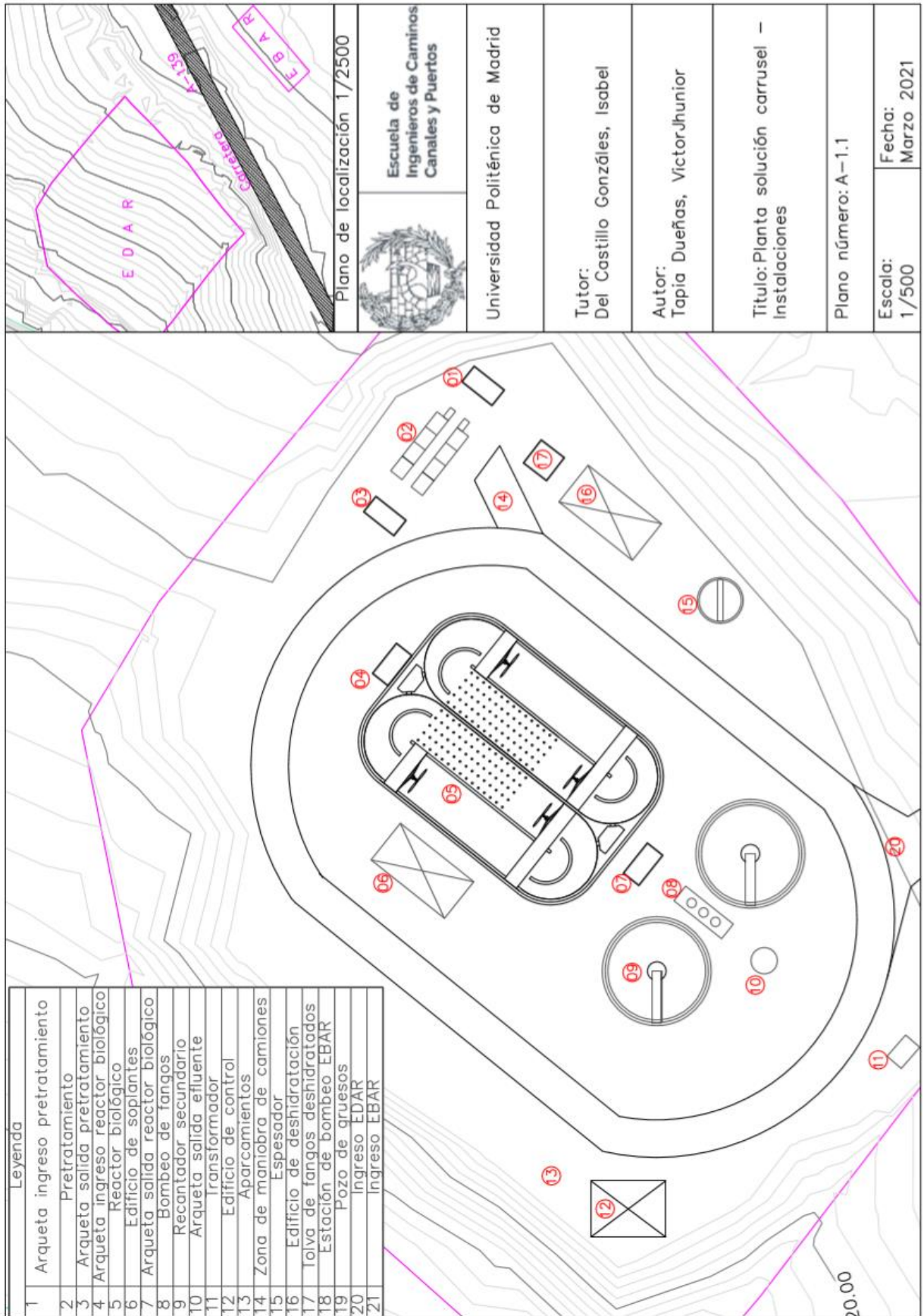
Item	Descripción	Medición	Cantidad	Precio / ud	Importe
<b>Reuniones y capacitación</b>					
Reuniones y capacitación	Reuniones de seguridad y salud	und	18	21.54	387.72
Capacitación	Capacitación y charlas de seguridad y salud	und	18	127.73	2299.1

Item	Descripción	Medición	Cantidad	Precio / ud	Importe
<b>Extinción de incendios</b>					
Extintor	Extintor de polvo ABC de 6 kg PR.INC.	und	10	193.5	1935

<b>Total</b>	<b>46531</b>
--------------	--------------



Anexo 1



Plano de localización 1/2500	
	Escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos
Universidad Politécnica de Madrid	
Tutor: Del Castillo Gonzáles, Isabel	
Autor: Tapia Dueñas, VictorJunior	
Titulo: Planta solución carrusel – Instalaciones	
Plano número: A-1.1	
Escala: 1/500	Fecha: Marzo 2021

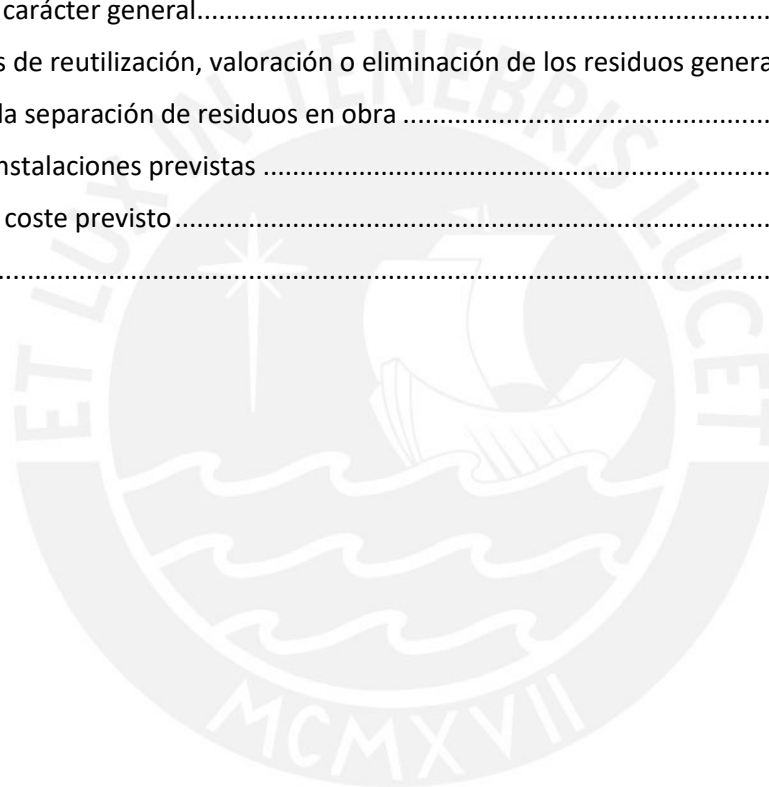




# **Anexo N°14: Gestión de Residuos**

## 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 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

## 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 domiciliar 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/m<sup>3</sup>). 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 <sup>2</sup>
Volumen de residuos (S x 0,02)	200,00 m <sup>3</sup>
Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5 T/m <sup>3</sup> )	1,10 Tn/m <sup>3</sup>
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/m<sup>3</sup>. Con todo lo anterior, se tendrá las siguientes tablas que resume el volumen y peso de los residuos nivel I y nivel II.

<b>RCDs Nivel I</b>				
		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 <sup>3</sup> Volumen de Residuos
<b>1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN</b>				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		47300,00	1,10	43000,00

<b>RCDs Nivel II</b>				
	%	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 <sup>3</sup> Volumen de Residuos
<b>RCD: Naturaleza no pétreo</b>				
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
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,140</b>	<b>30,80</b>		<b>32,29</b>

<b>RCD: Naturaleza pétreo</b>				
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
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,750</b>	<b>165,00</b>		<b>110,00</b>

<b>RCD: Potencialmente peligrosos y otros</b>				
1. Basuras	0,800	176,00	0,90	195,56
2. Potencialmente peligrosos y otros	0,030	6,60	0,50	13,20
<b>TOTAL estimación</b>	<b>0,110</b>	<b>24,20</b>		<b>208,76</b>

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

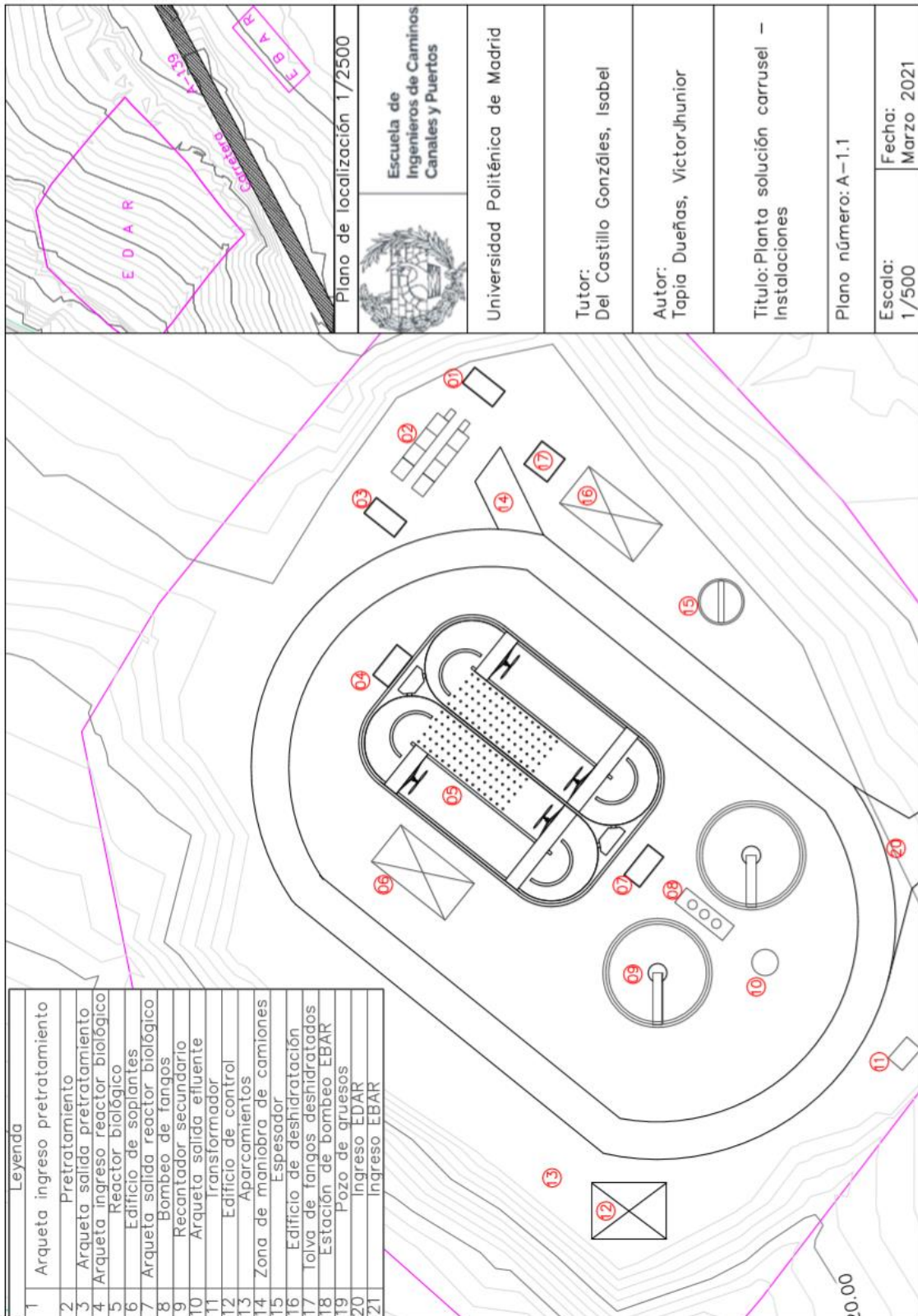
Los puntos limpios se ubicarán en la zona número 13 “aparcamientos” que se muestran en el plano mostrado en el anexo 1 del presente anexo.

## 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)
<b>RCDs Nivel I</b>			
Tierras y pétreos de la excavación	47300	3.72	175956
<b>RCDs Nivel II</b>			
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
<b>Total</b>			<b>178637.19</b>

# 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 m<sup>3</sup>/d
- Caudal punta: 180 m<sup>3</sup>/h
- Caudal máximo: 281.25 m<sup>3</sup>/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)
<b>Actual</b>	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)
<b>Actualidad</b>	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 m<sup>2</sup> 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.

<b>NIVEL DE AGUA</b>	<b>COTA (M)</b>	<b>PÉRDIDAS PARCIALES (M.C.A.)</b>	<b>PÉRDIDAS TOTALES (M.C.A.)</b>
<b>Arqueta llegada del efluente</b>	1117.097	0	0
<b>Arqueta salida pretratamiento</b>	1116.401	0.696	0.696
<b>Arqueta entrada reactor biológico</b>	1116.31	0.091	0.787
<b>Reactor biológico</b>	1116.251	0.059	0.846
<b>Arqueta salida reactor biológico</b>	1115.916	0.335	1.181
<b>Decantador secundario</b>	1115.759	0.157	1.338
<b>Pozo de emisario</b>	1114	1.759	3.097
<b>Salida del efluente</b>	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/cm<sup>2</sup> siempre del lado de la seguridad.

En este nivel también se calculó la carga admisible en torno a los 2 kg/cm<sup>2</sup>. Aunque en el caso del estudio geotécnico de la depuradora se considera una carga menor de 1,50 kg/cm<sup>2</sup>, para quedarnos del lado de la seguridad.

En conclusión, se adopta para el proyecto una carga admisible para cimentación de 1,50 kg/cm<sup>2</sup> pudiendo emplearse cimentaciones sobre cualquiera de los niveles 1. Los asientos resultantes al aplicar una carga de 2 kg/cm<sup>2</sup> 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 desmenuzamiento 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 m<sup>3</sup>/h que se dividirá entre las dos líneas.

La capacidad de ambos reactores biológicos será de 2685.4 m<sup>3</sup>.

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 m<sup>3</sup>/h de caudal unitario lo que supone una capacidad recirculación total equivalente al 100 % Q<sub>total</sub>.

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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/d.

#### Almacenamiento de fangos deshidratados

El fango deshidratado procedente de las centrifugas es conducido por un transportador de tornillo de capacidad 0.75 m<sup>3</sup>/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 mm<sup>2</sup>.

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 autómeta programable 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/mm<sup>2</sup> para la caratracción y cuatro con cinco (4,5) N/mm<sup>2</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/cm<sup>2</sup>.

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 mm<sup>2</sup>. 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/dm<sup>3</sup>.

- Resistencia de rotura a la tracción: 18 Mpa.
- Alargamiento a la rotura: 350%.
- Módulo de elasticidad: 800 N/mm<sup>2</sup>.
- 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/m<sup>2</sup>
- Rigidez a corto plazo: 5,02 KN/m<sup>2</sup>
- Rigidez a largo plazo: 2,51 KN/m<sup>2</sup>
- 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/m<sup>2</sup> 39,26 KN/m<sup>2</sup>.
- Rigidez a corto plazo: 6,49 KN/m<sup>2</sup> 4,91 KN/m<sup>2</sup>.
- Rigidez a largo plazo: 3,25 KN/m<sup>2</sup> 2,46 KN/m<sup>2</sup>.
- 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 desmonte 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 coqueras 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 (m<sup>2</sup>) 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 (m<sup>3</sup>) 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 m<sup>3</sup> 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.

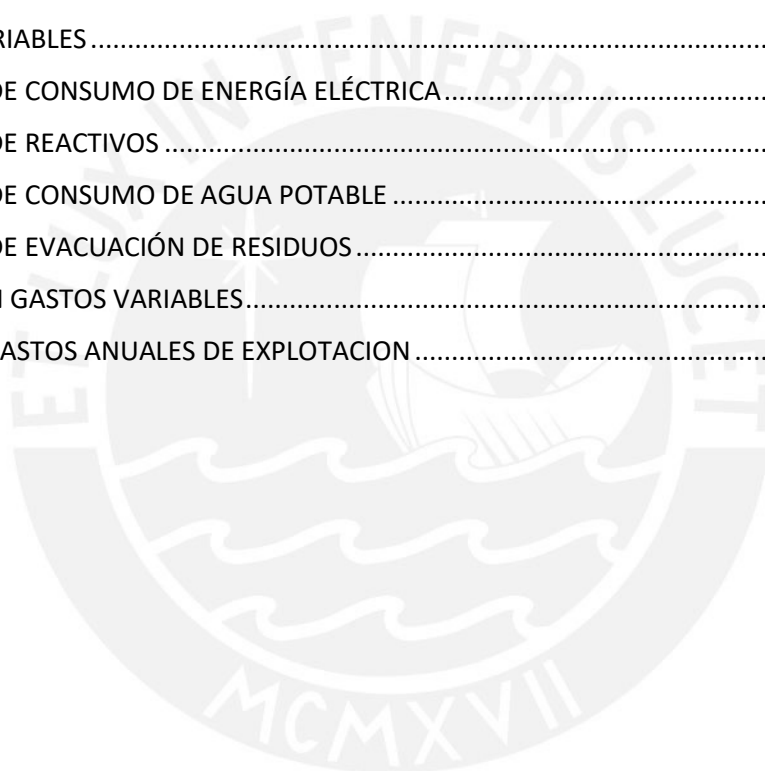




# **Anexo N°16: Explotación y Mantenimiento**

## 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.

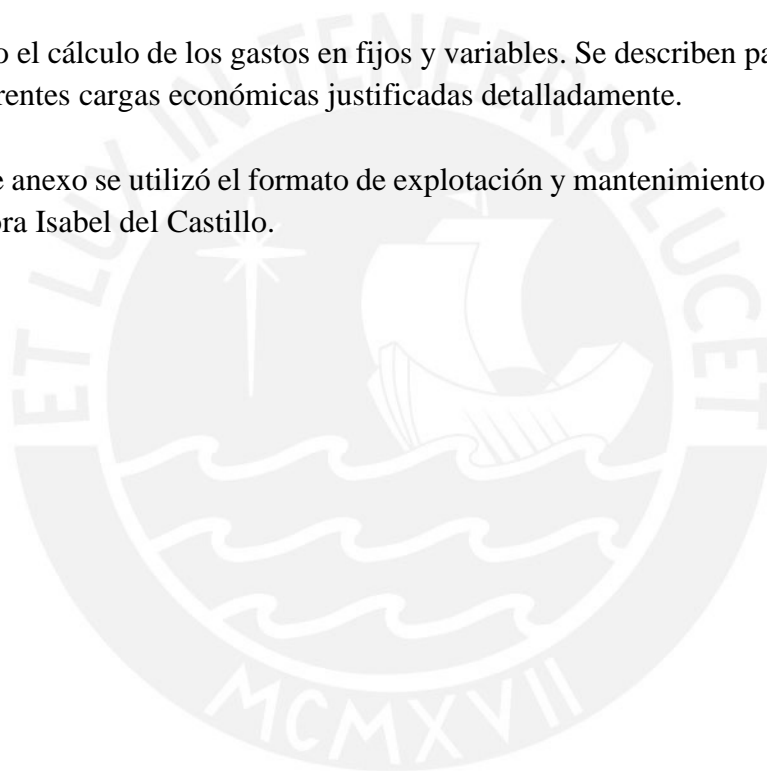
El objetivo del Anexo de Explotación y Mantenimiento es la justificación de las necesidades de la planta durante su vida útil. Se realiza un estudio de los costos de mantenimiento y explotación que requiere la planta, como son el coste de personal de mantenimiento, energía eléctrica, retirada de fangos, 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**

	<b>Valor</b>
<b>Caudal medio diario, m<sup>3</sup>/d</b>	2700
<b>Caudal medio, m<sup>3</sup>/h</b>	112.5
<b>Caudal máximo en pretratamiento, m<sup>3</sup>/h</b>	13500
<b>Caudal máximo después del pretratamiento, m<sup>3</sup>/h</b>	6750
<b>Caudal punta, m<sup>3</sup>/h</b>	180

### **Características del agua a tratar.**

	<b>Caudal m<sup>3</sup>/d</b>	<b>DBO<sub>5</sub></b>		<b>SS</b>		<b>N</b>		<b>P</b>	
		<b>kg/d</b>	<b>mg/l</b>	<b>kg/d</b>	<b>mg/l</b>	<b>kg/d</b>	<b>mg/l</b>	<b>kg/d</b>	<b>mg/l</b>
<b>Valor</b>	2700	540	200	405	150	135	50	13.5	5

### **Resultados a obtener.**

#### **Efluente:**

DBO<sub>5</sub>..... < 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

$$\begin{aligned} \text{Término de potencia} &= \frac{1}{365 \cdot 24} \left( \frac{6h}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,162119 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{10h}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot \right. \\ &0,099974 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{8h}{\text{día}} \cdot 260 \text{ días} \cdot 0,022925 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{6h}{\text{día}} \cdot 105 \text{ días} \cdot 0,099974 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} + \frac{18h}{\text{día}} \cdot \\ &\left. 105 \text{ días} \cdot 0,022925 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} \right) = 0,076123 \frac{\text{€}}{\text{kWdía}} \end{aligned}$$

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
<b>TOTAL TERMINO DE POTENCIA (€/año)</b>	<b>4716</b>

## 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.

<b>Puesto</b>	<b>Unidades</b>	<b>Ocupación</b>	<b>Salario anual (al 100%)</b>	<b>Coste anual (€/año)</b>
Jefe de planta	1	50%	45000	22500
Ayudante operador	2	50%	22500	22500
Otros costes (apoyos externos, seguridad y salud, vestuario y formación)				4000

<b>TOTAL PERSONAL (€/año)</b>	<b>49000</b>
-------------------------------	--------------

## **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

<b>Gastos de mantenimiento</b>	<b>Coste anual (€/año)</b>
Mantenimiento equipos mecánicos	5251.78
Mantenimiento equipos eléctricos	787.77
Centro de transformación, automatismo y control e instrumentación	5000

<b>TOTAL MANTENIMIENTO (€/año)</b>	<b>11039.55</b>
------------------------------------	-----------------

## 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.

<b>TOTAL CONSERVACIÓN (€/año)</b>	<b>1491.57</b>
-----------------------------------	----------------

## 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

<b>Gastos varios</b>	<b>Coste anual (€/año)</b>
Gastos de administración	7200
Control de proceso y análisis	2400
<b>TOTAL VARIOS (€/año)</b>	<b>9600</b>

## RESUMEN GASTOS FIJOS

	<b>€/año</b>
ENERGIA ELECTRICA (Término potencia)	4716
PERSONAL	49000
MANTENIMIENTO	11039.55
CONSERVACIÓN	1491.57
VARIOS	9600
<b>TOTAL</b>	<b>75847.12</b>

## 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
<b>TOTAL TERMINO DE ENERGIA</b>	<b>€ / año</b>	<b>49503</b>

## 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 Cl<sub>3</sub>)

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 FeCl<sub>3</sub> al 40% (kg/d)**

$$= 7.3 \frac{\text{kg}}{\text{d}} \text{ Fe a dosificar} \cdot \frac{162,5 \text{ PM FeCl}_3}{55,8 \text{ (g de Fe en FeCl}_3) \cdot 0,40}$$

$$= 53.15 \text{ kg/d}$$

Consumo anual de FeCl<sub>3</sub> (kg/año) = 53.15 kg/día FeCl<sub>3</sub> \* 365 = 19400

Coste anual FeCl<sub>3</sub> (€/año) = 19400 FeCl<sub>3</sub> (kg/año) \* 0,22 €/kg = 4268 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
<b>TOTAL REACTIVOS (€/año)</b>	<b>5955.2</b>

### **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 €/m<sup>3</sup>.

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 m<sup>3</sup>

Coste anual =  $50 \cdot 1,87 = 94 \text{ €/año}$

Dilución de polielectrolito:

Estimación: 365 m<sup>3</sup>

Coste anual =  $365 \cdot 1,87 = 683 \text{ €/año}$

Consumo y aseo personal (€/año)	41.4
Otros servicios (€/año)	94
Dilución polielectrolito (€/año)	683
<b>TOTAL AGUA POTABLE (€/año)</b>	<b>818.4</b>

## 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> 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/m<sup>3</sup> \* 2700 (m<sup>3</sup>/d) \* 10<sup>-3</sup> \* 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<sup>-3</sup> / 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
<b>TOTAL EVACUACION RESIDUOS (€/año)</b>	<b>7827.4</b>

## RESUMEN GASTOS VARIABLES

	€/año
ENERGÍA ELÉCTRICA	49503
AGUA POTABLE	818.4
REACTIVOS	5955.2
EVACUACIÓN DE RESIDUOS	7827.4
<b>TOTAL</b>	<b>64104</b>



## RESUMEN GASTOS ANUALES DE EXPLOTACION

<b>GASTOS FIJOS</b>	<b>€/año</b>
ENERGIA ELECTRICA (Término potencia)	4716
PERSONAL	49000
MANTENIMIENTO	11039.55
CONSERVACIÓN	1491.57
VARIOS	9600

<b>GASTOS VARIABLES</b>	<b>€/año</b>
ENERGIA ELECTRICA	49503
REACTIVOS	5955.2
AGUA POTABLE	818.4
EVACUACION DE RESIDUOS	7827.4

<b>RESUMEN DE GASTOS ANUALES</b>	<b>€/año</b>
GASTOS FIJOS	75847.12
GASTOS VARIABLES	64104

<b>TOTAL</b>	<b>€/año</b>	<b>139951.12</b>
--------------	--------------	------------------



# **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)**

<b>RETRIBUCIONES</b>				<b>1</b>
	€/día	Días/año	B. convenio	
<b><u>SUJETAS A COTIZACION</u></b>				
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				
<b>Suma parcial</b>			<b>17195,58</b>	
<b><u>EXENTAS COTIZACION</u></b>				
Plus extrasalarial	5,06	218	1103,08	
indemnización por cese	4,50%	19436,10	874,62	
<b>Suma parcial</b>			<b>1977,7</b>	
<b><u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u></b>				<b>19173,28</b>
<b>SEGURIDAD SOCIAL</b>				<b>2</b>
Régimen general SS - 23,60%		17195,58	4058,15	
Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10%		17195,58	2596,53	
<b><u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u></b>				<b>6654,68</b>
<b>COSTE DE MANO DE OBRA (1+2)</b>				<b>3</b>
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>25827,96</b>
<b>COSTES COMPLEMENTARIOS</b>				<b>4</b>
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				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>4566,52</b>
<b>COSTE TOTAL ANUAL (3+4)</b>				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>30394,48</b>
<b>TIEMPOS DE TRABAJO</b>				

Días de trabajo anual		218		
Horas de trabajo anual máximas		1738		
<b>COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO</b>				<b>17,49</b>

<b>MO.02 - OFICIAL DE SEGUNDA (NIVEL IX)</b>				
<b>RETRIBUCIONES</b>				<b>1</b>
<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			<b>16721,54</b>	
<b>Suma parcial</b>				
<u>EXENTAS COTIZACION</u>				
Plus extrasalarial	5,06	218	1103,08	
indemnización por cese	4,50%	18831,11	847,40	
<b>Suma parcial</b>			<b>1950,52</b>	
<b><u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u></b>				<b>18672,06</b>
<b>SEGURIDAD SOCIAL</b>				<b>2</b>
Régimen general SS - 23,60%		16721,54	3946,28	
Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10%		16721,54	2524,95	
<b><u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u></b>				<b>6471,23</b>
<b>COSTE DE MANO DE OBRA (1+2)</b>				<b>3</b>
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>25143,29</b>
<b>COSTES COMPLEMENTARIOS</b>				<b>4</b>
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				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>4566,52</b>

<b>COSTE TOTAL ANUAL (3+4)</b>				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>29709,81</b>
<b>TIEMPOS DE TRABAJO</b>				
Días de trabajo anual		218		
Horas de trabajo anual máximas		1738		
<b>COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO</b>				<b>17,09</b>

<b>MO.03 – AYUDANTE (NIVEL X)</b>				
<b>RETRIBUCIONES</b>				<b>1</b>
	€/día	Días/año	B. convenio	
<b><u>SUJETAS A COTIZACION</u></b>				
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			<b>16372,04</b>	
<b><i>Suma parcial</i></b>				
<b><u>EXENTAS COTIZACION</u></b>				
Plus extrasalarial	5,06	218	1103,08	
indemnización por cese	4,50%	18416,24	828,73	
<b><i>Suma parcial</i></b>			<b>1931,81</b>	
<b><u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u></b>				<b>18303,85</b>
<b>SEGURIDAD SOCIAL</b>				<b>2</b>
Régimen general SS - 23,60%		16372,04	3863,80	
Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10%		16372,04	2472,17	
<b><u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u></b>				<b>6335,97</b>
<b>COSTE DE MANO DE OBRA (1+2)</b>				<b>3</b>

<b><u>TOTAL</u></b>				<b>24639,82</b>
<b>COSTES COMPLEMENTARIOS</b>				<b>4</b>
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				<b>4392,12</b>
<b><u>TOTAL</u></b>				
<b>COSTE TOTAL ANUAL (3+4)</b>				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>29031,94</b>
<b>TIEMPOS DE TRABAJO</b>				
Días de trabajo anual		218		
Horas de trabajo anual máximas		1738		
<b>COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO</b>				<b>16,70</b>

**MO.04 – PEON ESPECIALIZADO (NIVEL XI)**

<b>RETRIBUCIONES</b>				<b>1</b>
<b><u>SUJETAS A COTIZACION</u></b>	€/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			<b>16067,62</b>	
<b><i>Suma parcial</i></b>				
<b><u>EXENTAS COTIZACION</u></b>				
Plus extrasalarial	5,06	218	1103,08	
indemnización por cese	4,50%	18056,89	812,56	



<i>Suma parcial</i>			<b>1915,64</b>	
<b><u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u></b>				<b>17983,26</b>
<b>SEGURIDAD SOCIAL</b>				<b>2</b>
Régimen general SS - 23,60%		16067,62	3791,95	
Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10%		16067,62	2426,21	
<b><u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u></b>				<b>6218,16</b>
<b>COSTE DE MANO DE OBRA (1+2)</b>				<b>3</b>
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>24201,42</b>
<b>COSTES COMPLEMENTARIOS</b>				<b>4</b>
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				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>4392,12</b>
<b>COSTE TOTAL ANUAL (3+4)</b>				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>28593,54</b>
<b>TIEMPOS DE TRABAJO</b>				
Días de trabajo anual		218		
Horas de trabajo anual máximas		1738		
<b>COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO</b>				<b>16,45</b>

**MO.04 – PEON ORDINARIO (NIVEL XII)**

<b>RETRIBUCIONES</b>				<b>1</b>
	€/día	Días/año	B. convenio	
<b><u>SUJETAS A COTIZACION</u></b>				
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			<b>15865,81</b>	
<b><i>Suma parcial</i></b>				
<b><u>EXENTAS COTIZACION</u></b>				
Plus extrasalarial	5,06	218	1103,08	
indemnización por cese	4,50%	17785,39	800,34	
<b><i>Suma parcial</i></b>			<b>1903,42</b>	
<b><u>TOTAL CONCEPTOS SALARIALES</u></b>				<b>17769,23</b>
<b>SEGURIDAD SOCIAL</b>				<b>2</b>
Régimen general SS - 23,60%		15865,81	3744,33	
Seguro accidentes, desempleo, FGS y FP - 15,10%		15865,81	2395,73	
<b><u>TOTAL CARGAS SOCIALES</u></b>				<b>6140,07</b>
<b>COSTE DE MANO DE OBRA (1+2)</b>				<b>3</b>
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>23909,30</b>
<b>COSTES COMPLEMENTARIOS</b>				<b>4</b>
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				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>4392,12</b>
<b>COSTE TOTAL ANUAL (3+4)</b>				
<b><u>TOTAL</u></b>				<b>28301,42</b>
<b>TIEMPOS DE TRABAJO</b>				

Días de trabajo anual		218	
Horas de trabajo anual máximas		1738	
<b>COSTE TOTAL HORA DE TRABAJO</b>			<b>16,28</b>

Haciendo los cálculos correspondientes se obtienen los siguientes costes horarios de la mano de obra:

<b>Código</b>	<b>Trabajador</b>	<b>Coste horario a pie de obra (€/hora)</b>
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:

<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio a pie de obra (€)</b>
P01	m <sup>3</sup>	Agua	0,7
P02	m <sup>3</sup>	Hormigón HM3-30	78,00
P03	m <sup>3</sup>	Hormigón HM-150 MPa	61,50
P04	kg	Mortero con resina epoxi	7,40
P05	m <sup>3</sup>	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 <sup>2</sup>	Tablero encofrar 25 mm	9,10
P12	m <sup>3</sup>	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 $\phi$ 400 mm	510,00
P17	ml	Tubería acero inoxidable $\phi$ 250 mm	225,00
P18	ml	Tubería acero inoxidable $\phi$ 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<sub>t</sub>:** Valor de reposición de la máquina.
- H<sub>ut</sub>:** Promedio de horas de funcionamiento económico, característico de cada máquina.
- H<sub>ua</sub>:** Promedio anual estadístico de horas de funcionamiento de la máquina.

La relación básica entre estas últimas cantidades será:

- M+C:** Gastos en % de V<sub>t</sub> 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<sub>t</sub> 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<sub>t</sub>.

### 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:

<b>Código</b>	<b>Equipo</b>	<b>Coste (€/h)</b>
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**

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>	<b>Precio (€)</b>
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

<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Subtotal</b>
P06	Tn	Zahorra artificial ZA 1	1.150	12.00	13.80
P01	m <sup>3</sup>	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

<b>Código</b>	<b>Ud.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio</b>	<b>Subtotal</b>
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 m<sup>3</sup>

**m3 Hormigón HL-150 de nivelación y limpieza**

Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	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 m<sup>3</sup>

**m3 Hormigón HM3-30 en soleras y cimentaciones**

Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm<sup>2</sup> 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 <sup>3</sup>	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 m<sup>3</sup>

UD.	DESCRIPCION	IMPORTE
-----	-------------	---------

**m3 Hormigón HM3-30 en alzados y losas**

Hormigón para armar tipo HM-30 de 30 N/mm<sup>2</sup> 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 <sup>3</sup>	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 m<sup>3</sup>

**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 <sup>2</sup>	Tablero encofrar 25 mm.	1.100	9.10	10.01
P12	m <sup>3</sup>	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 m<sup>2</sup>

#### **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 <sup>2</sup>	Tablero encofrar 25 mm.	1.100	9.10	10.01
P12	m <sup>3</sup>	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 m<sup>2</sup>

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  $\phi$  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)**

<b>Nivel VII</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Capataz.</li><li>• Auxiliar Técnico de Obra.</li><li>• Especialista de Oficio.</li></ul>
<b>Nivel VIII</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Oficial/a de 1ª. de Oficio.</li></ul>
<b>Nivel IX</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Auxiliar Administrativo de Obra.</li><li>• Oficial/a de 2ª. de Oficio.</li></ul>
<b>Nivel X</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Listero/a.</li><li>• Ayudante de Oficio.</li><li>• Especialista de 1ª.</li></ul>
<b>Nivel XI</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Especialista de 2ª.</li><li>• Peón/a especializado.</li></ul>
<b>Nivel XII</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Peón/a Ordinario/a</li></ul>
<b>Nivel XIII</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pinches de 17 a 18 años.</li></ul>
<b>Nivel XIV</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pinches de 16 a 17 años.</li></ul>



**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
<b>SALARIO BASE</b>	34,65	33,73	32,42	31,52	30,75	30,15
<b>PLUS ASIST. (1)</b>	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38	12,38
<b>PAGA DE JUNIO</b>	1.488,97	1.450,69	1.395,31	1.357,52	1.323,72	1.300,22
<b>PAGA DE NAVIDAD</b>	1.488,97	1.450,69	1.395,31	1.357,52	1.323,72	1.300,22
<b>VACACIONES</b>	1.488,97	1.450,69	1.395,31	1.357,52	1.323,72	1.300,22
<b>TOTAL ANUAL</b>	18.761,12	18.338,08	17.733,09	17.318,22	16.958,87	16.687,37
<b>PLUS TRANSP.(1)</b>	5,06	5,06	5,06	5,06	5,06	5,06
<b>TOTAL ANUAL (2)</b>	<b>19.859,14</b>	<b>19.436,10</b>	<b>18.831,11</b>	<b>18.416,24</b>	<b>18.056,89</b>	<b>17.785,39</b>

(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.



**construcción  
y servicios**

## CCOO de Construcción y Servicios

### ANEXO VI. B

## CONVENIO PROVINCIAL DE CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS TABLAS MENSUALES 2017

MESES	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XII
SALARIO BASE	1.243,09	1.175,22	1.139,12	1.106,92	1.084,97	1.039,29	1.012,27	972,95	946,21	922,80	905,38	574,30
PLUS ASIST. (1)	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56	247,56
TOTAL MES	1.490,65	1.422,78	1.386,68	1.354,48	1.332,53	1.286,85	1.259,83	1.220,51	1.193,77	1.170,36	1.152,94	821,86
PAGA AJUO	1.774,80	1.682,06	1.628,60	1.591,69	1.550,73	1.488,97	1.450,69	1.395,31	1.357,52	1.325,72	1.300,22	833,77
PAGA NAVIDAD	1.774,80	1.682,06	1.628,60	1.591,69	1.550,73	1.488,97	1.450,69	1.395,31	1.357,52	1.325,72	1.300,22	833,77
UNCIONES	1.774,80	1.682,06	1.628,60	1.591,69	1.550,73	1.488,97	1.450,69	1.395,31	1.357,52	1.325,72	1.300,22	833,77
TOTAL ANUAL	21.721,35	20.696,76	20.139,28	19.674,35	19.310,02	18.622,26	18.210,20	17.611,54	17.204,03	16.845,12	16.583,00	11.541,77
PLUS TRANSP. (2)	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68	101,68
TOTAL MES	1.592,33	1.524,46	1.488,36	1.456,16	1.434,21	1.388,53	1.361,51	1.322,19	1.295,45	1.272,04	1.254,62	925,44
TOTAL ANUAL (2)	22.840,03	21.815,24	21.257,76	20.792,83	20.428,50	19.740,74	19.328,68	18.730,02	18.322,51	17.963,60	17.701,48	12.660,25

(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.

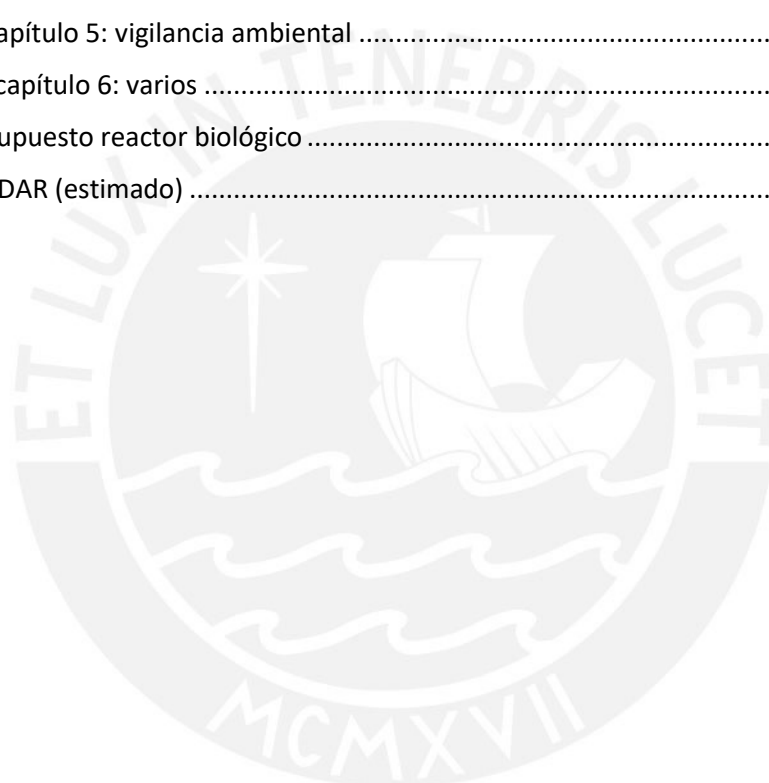
(2) Total anual calculado incluyendo el plus de asistencia y el plus de transporte, sobre una jornada anual de 1736 horas realizada en 217 días de trabajo efectivo.



# **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
<b><u>CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL</u></b>								
<b>SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</b>								
<b>SUBCAPÍTULO 1.2 JARDINERÍA Y VIALES</b>								
<b>SUBCAPÍTULO 1.3 OBRA DE LLEGADA</b>								
<b>SUBCAPÍTULO 1.4 CANAL DE DESBASTE</b>								
<b>SUBCAPÍTULO 1.5 DESARENADO</b>								
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u></b>								
OC01	m3	<b>ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1</b>						
		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	<b>EXCAVACION EN CIMENTACIONES</b>						
		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	<b>HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA</b>						
		Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m <sup>3</sup> 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	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b>						
		Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm <sup>2</sup> 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	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN MUROS, ALZADOS Y LOSAS</b>						
		Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm <sup>2</sup> 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	<b>ENCOFRADO RECTO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b>						
		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	<b>ENCOFRADO RECTO EN MUROS</b>						
		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	<b>ACERO EN BARRAS CORRUGADAS</b>						
		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	<b>BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE</b>						
		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	<b>ESCALERA ACERO INOXIDABLE</b>						
		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
<b><u>CAPÍTULO 2 EQUIPOS MECÁNICOS</u></b>				
<b>SUBCAPÍTULO 2.1 OBRA DE LLEGADA</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 2.2 DESBASTE</b>				
<b>SUBCAPÍTULO 2.3 DESARENADO Y DESENGRASADO</b>				
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.4 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u></b>				
EM01	Ud.	<b>Soplante Q = 1320 m3/h</b> 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.	<b>Parrilla difusores EPDM 12"</b> 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		<b>Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico</b> 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.		
		Reactores	2	3
				<hr style="width: 100%; border: 0.5px solid black;"/> 3
EM07	Ud.	<b>Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA</b> 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.	<b>Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores)</b> 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.	<b>Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores)</b> 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	<b>Acelerador de corriente sumergido de hélice</b> 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	<b>ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1</b> Zahorra artificial ZA 1 extendida, nivelada y compactada incluso humectación, terminación y refino  Veintiun euros con treintaisiete por m3	<b>21.37</b>
OC02	m3	<b>EXCAVACION EN CIMENTACIONES</b> 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	<b>6.44</b>
OC03	m3	<b>HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA</b> 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  Setenta y cinco euros con cincuenta y cuatro céntimos por m3	<b>75.54</b>
OC04	m3	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b> 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  Ciento nueve euros con veinte céntimos por m3	<b>109.20</b>
OC05	m3	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN ALZADOS Y LOSAS</b> 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  Ciento catorce euros con setenta y siete céntimos por m3	<b>114.77</b>
OC06	m2	<b>ENCOFRADO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b> 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	<b>19.74</b> <b>16.19</b>
OC07	m2	<b>ENCOFRADO EN MUROS</b> 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	<b>28.27</b> <b>24.88</b>
OC08	kg	<b>ACERO EN BARRAS CORRUGADAS</b> 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	<b>1.29</b>

OC09	ml	<b>BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE</b>	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.	<b>ESCALERA ACERO INOXIDABLE</b>	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.	<b>Soplante Q = 1320 m3/h</b>	16123.28
		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.	
		dieciséis mil ciento veintitrés euros con veintiocho céntimos por ud	
EM02	Ud.	<b>Parrilla difusores EPDM 12"</b>	6097.76
		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	
		seis mil noventa y siete euros con setenta y seis por ud.	
EM05	Ud.	<b>Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico</b>	2313.38
		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.	
		dos mil trescientos trece euros con treinta y ocho céntimos por ud	
EM07	Ud.	<b>Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA</b>	2961.68
		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	
		dos mil novecientos sesenta y un euros con sesenta y ocho céntimos por ud	
EM09	ml	<b>Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores)</b>	245.03
		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.	
		doscientos cuarenta y cinco euros con tres céntimos por ud	

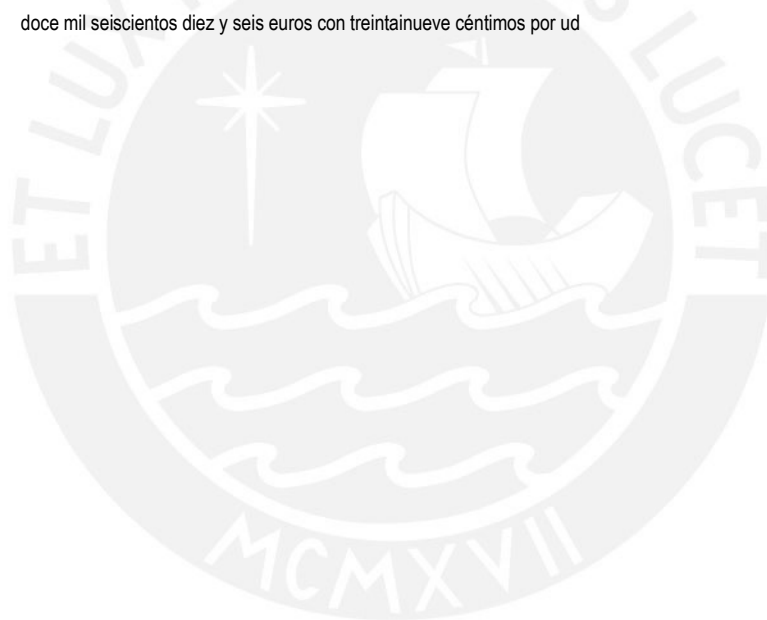


EM10	ml	<b>Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores)</b>	<b>164.88</b>
		Tubería soldada de acero inoxidable AISI 316L, milimétrica, ISO 17457, incluso p.p. de accesorios, codos, uniones y anclajes. DN-150. Espesor: 2,0 mm.	

Ciento sesenta y cuatro euros con ochenta y ocho céntimos por ud

CÓDIGO	UDS.	DESCRIPCION	IMPORTE
EM11	Ud.	<b>Acelerador de corriente sumergido de hélice</b> 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.	<b>12616.39</b>

doce mil seiscientos diez y seis euros con treintainueve céntimos por ud



## Cuadro de precios N°2

CÓDIGO	UDS.	DESCRIPCION	IMPORTE
OC01	m3	<b>ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1</b> Zahorra artificial ZA 1 extendida, nivelada y compactada incluso humectación, terminación y refinó	
		Mano de obra	1.14
		Maquinaria	5.11
		Materiales	13.91
		Otros	1.21
		<b>Suma de la partida</b>	<b>21.37</b>
		Son veintidós euros con treintaisiete céntimos por m3	
OC02	m3	<b>EXCAVACION EN CIMENTACIONES</b> 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
		<b>Suma de la partida</b>	<b>6.43</b>
		Son seis euros con cuarentatré céntimos por m3	
OC03	m3	<b>HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA</b> Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m <sup>3</sup> 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
		<b>Suma de la partida</b>	<b>75.55</b>
		Son setenta y cinco euros con cincuenta y cinco céntimos por m3	
OC04	m3	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b> Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm <sup>2</sup> 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
		<b>Suma de la partida</b>	<b>109.20</b>
		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/mm<sup>2</sup> 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
<b>Suma de la partida</b>	<b>114.77</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>19.74</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>28.27</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>1.30</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>372.57</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>5199.23</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>16123.28</b>

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, puezas de acoplamiento y montaje. Marca Barmatec

Mano de obra	416.45
Maquinaria	136.15
Materiales	5200.00
Otros	345.16
<b>Suma de la partida</b>	<b>6097.76</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>2313.39</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>2961.68</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>245.02</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>164.88</b>

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
<b>Suma de la partida</b>	<b>12616.40</b>

Son doce mil seiscientos dieciséis euros con cuarenta céntimos por Ud.

## Presupuesto capítulo 1: obra civil

CÓDIGO	UD.	DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
<b><u>CAPÍTULO 1 OBRA CIVIL</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</u></b>					
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.1 MOVIMIENTO GENERAL DE TIERRAS</b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.2 JARDINERÍA Y VIALES</u></b>					
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.2 JARDINERÍA Y VIALES</b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.3 OBRA DE LLEGADA</u></b>					
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.3 OBRA DE LLEGADA</b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.4 CANAL DE DESBASTE</u></b>					
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.4 CANAL DE DESBASTE</b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.5 DESARENADO</u></b>					
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 1.5 DESARENADO</b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 1.6 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u></b>					
OC01	m3	<b>ZAHORRA ARTIFICIAL TIPO ZA 1</b> Zahorra artificial ZA 1 extendida y compactada incluso humectación, terminación y refino	111.71	21.37	2387.24
OC02	m3	<b>EXCAVACION EN CIMENTACIONES</b> 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	<b>HORMIGÓN HL-150 DE NIVELACION Y LIMPIEZA</b> Hormigón de nivelación y limpieza tipo HL-150 de 150 kg/m <sup>3</sup> 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	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b> Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm <sup>2</sup> 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	<b>HORMIGÓN HM3-30 EN MUROS, ALZADOS Y LOSAS</b>  Hormigón para armar tipo HM3-30 de 30 N/mm <sup>2</sup> 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	<b>ENCOFRADO EN SOLERAS Y CIMENTACIONES</b>  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	<b>ENCOFRADO EN MUROS</b>  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	<b>ACERO EN BARRAS CORRUGADAS</b>  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	<b>BARANDILLA DE PROTECCION ACERO INOXIDABLE</b>  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 barotes longitudinales intermedios, incluso elaboración en taller, transporte y montaje en obra	281.6	372.57	104915.71
OC10	ud.	<b>ESCALERA ACERO INOXIDABLE</b>  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
<b><u>CAPÍTULO 2 EQUIPOS MECÁNICOS</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.1 OBRA DE LLEGADA</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.1 OBRA DE LLEGADA</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.2 DESBASTE</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.2 DESBASTE</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.3 DESARENADO Y DESENGRASADO</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.3 DESARENADO Y DESENGRASADO</u></b>					
<b><u>SUBCAPÍTULO 2.4. TRATAMIENTO BIOLÓGICO</u></b>					
EM01	Ud.	<b>Soplante Q = 1320 m3/h</b> 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.	3	16123.28	48369.84
EM02	Ud.	<b>Parrilla difusores EPDM 12"</b> 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	4	6097.76	24391.04
<b><u>CÓDIGO UD. DESCRIPCION CANTIDAD PRECIO IMPORTE</u></b>					
EM05	Ud.	<b>Bomba dosificadora peristáltica. Caudal 1.8 l/h – Dosificación de cloruro férrico</b> 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.	3	2313.38	6940.14

EM07	Ud.	<b>Bomba sumergible Caudal 160 l/s. Alt.: 4 mca - RECIRCULACION EXTERNA</b> 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	<b>Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-250 (Línea general de aire a reactores)</b> 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	<b>Tubería de acero inoxidable AISI-316 DN-150 (Aire a parrillas de difusores)</b> 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.	<b>ACELERADOR DE CORRIENTE SUMERGIDO DE HÉLICE</b> 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
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 2.4 TRATAMIENTO BIOLÓGICO</b>					<b>158275.54</b>

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
	<b><u>CAPÍTULO 3 EQUIPOS ELÉCTRICOS</u></b>			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 3.1 RED M.T. Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 3.1 RED M.T. Y CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 3.2 CUADROS ELÉCTRICOS</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 3.2 CUADROS ELÉCTRICOS			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 3.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 3.3 LÍNEAS ELÉCTRICAS			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 3.4 ALUMBRADO EXTERIOR</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 3.4 ALUMBRADO EXTERIOR			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 3.5 INSTALACIONES EDIFICIOS</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 3.5 INSTALACIONES EDIFICIOS			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 3.6 AUTORIZACIONES</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 3.6 AUTORIZACIONES			

## Presupuesto capítulo 4: seguridad y salud

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b><u>CAPÍTULO 4 SEGURIDAD Y SALUD</u></b>			

## Presupuesto capítulo 5: vigilancia ambiental

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b><u>CAPÍTULO 5 PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</u></b>			

## Presupuestos capítulo 6: varios

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
	<b><u>CAPÍTULO 6 VARIOS</u></b>			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 6.1 EQUIPAMIENTO AUXILIAR</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 6.1 EQUIPAMIENTO AUXILIAR			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 6.2 SEÑALIZACION</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 6.2 SEÑALIZACION			
	<b><u>SUBCAPÍTULO 6.3 RESTAURACION MEDIO NATURAL</u></b>			
	TOTAL SUBCAPÍTULO 6.3 RESTAURACION MEDIO NATURAL			

## Resumen presupuesto reactor biológico

<b>PRESUPUESTO REACTOR BIOLOGICO</b>			
<b>CAPITULO</b>	<b>RESUMEN</b>		
1	OBRA CIVIL		<b>353354.05</b> 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
		<b>TOTAL EJECUCION MATERIAL</b>	<b>511629.59</b>
	16,00% Gastos generales	81860.73	
	6,00% Beneficio industrial	30697.78	
		<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>112558.51</b>
	21% IVA		<b>131079.50</b>
		<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>755267.60</b>
		<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>755267.60</b>

## Presupuesto EDAR (estimado)

<b>PRESUPUESTO EDAR (ESTIMADO)</b>			
<b>CAPITULO</b>	<b>RESUMEN</b>		
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
		<b>TOTAL EJECUCION MATERIAL</b>	<b>2683284.76</b>
	16,00% Gastos generales	429325.56	
	6,00% Beneficio industrial	160997.09	
		<b>SUMA DE G.G. y B.I.</b>	<b>590322.65</b>
	21% IVA		<b>687457.55</b>
		<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>3961064.96</b>
		<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>3961064.96</b>



## **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

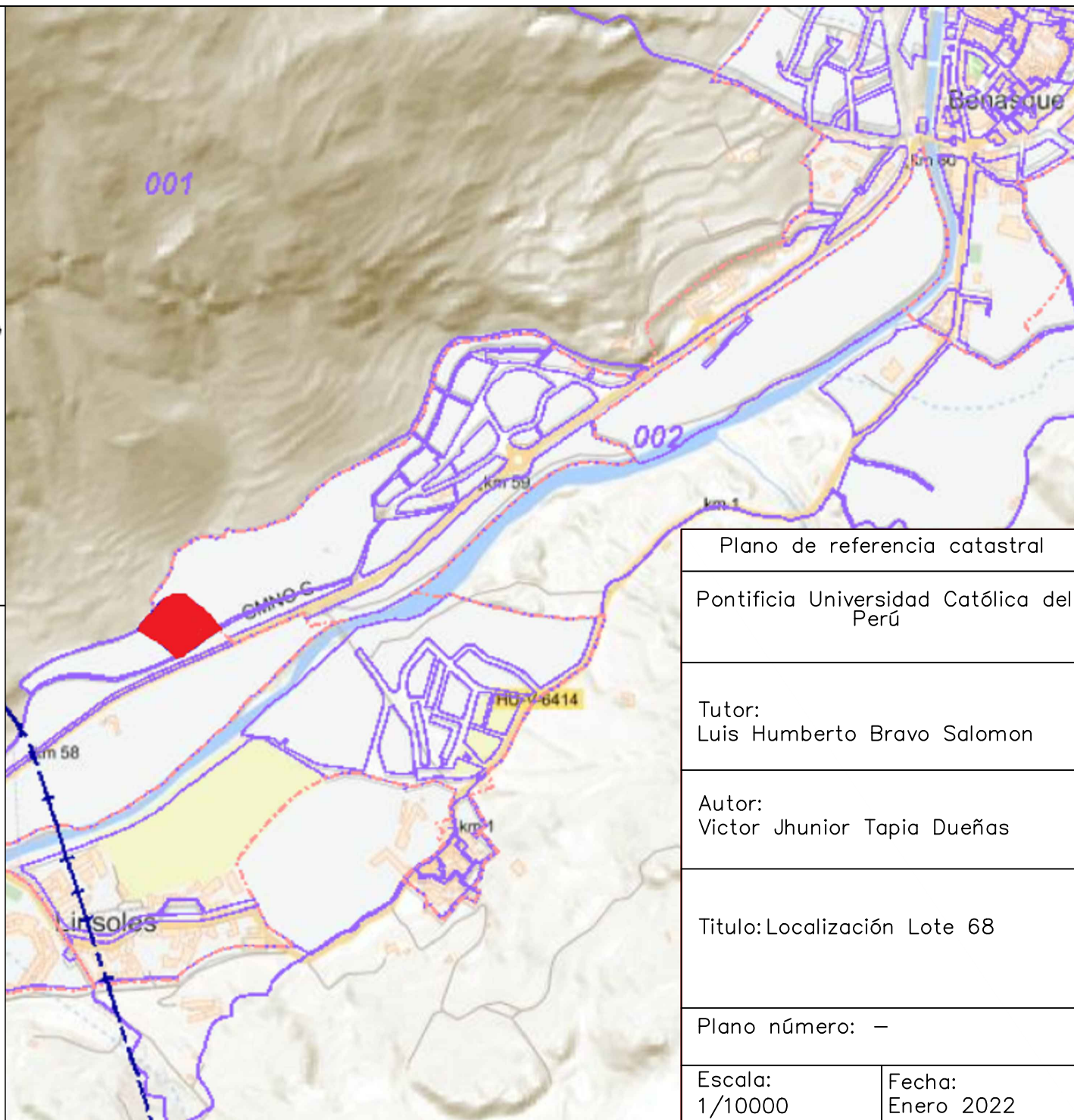
Plano 14: Pretratamiento compacto

Plano 15: Estructura solución carrusel – Pared reactor

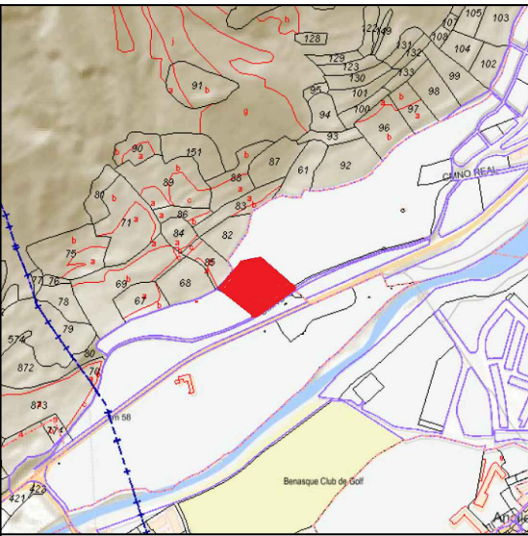
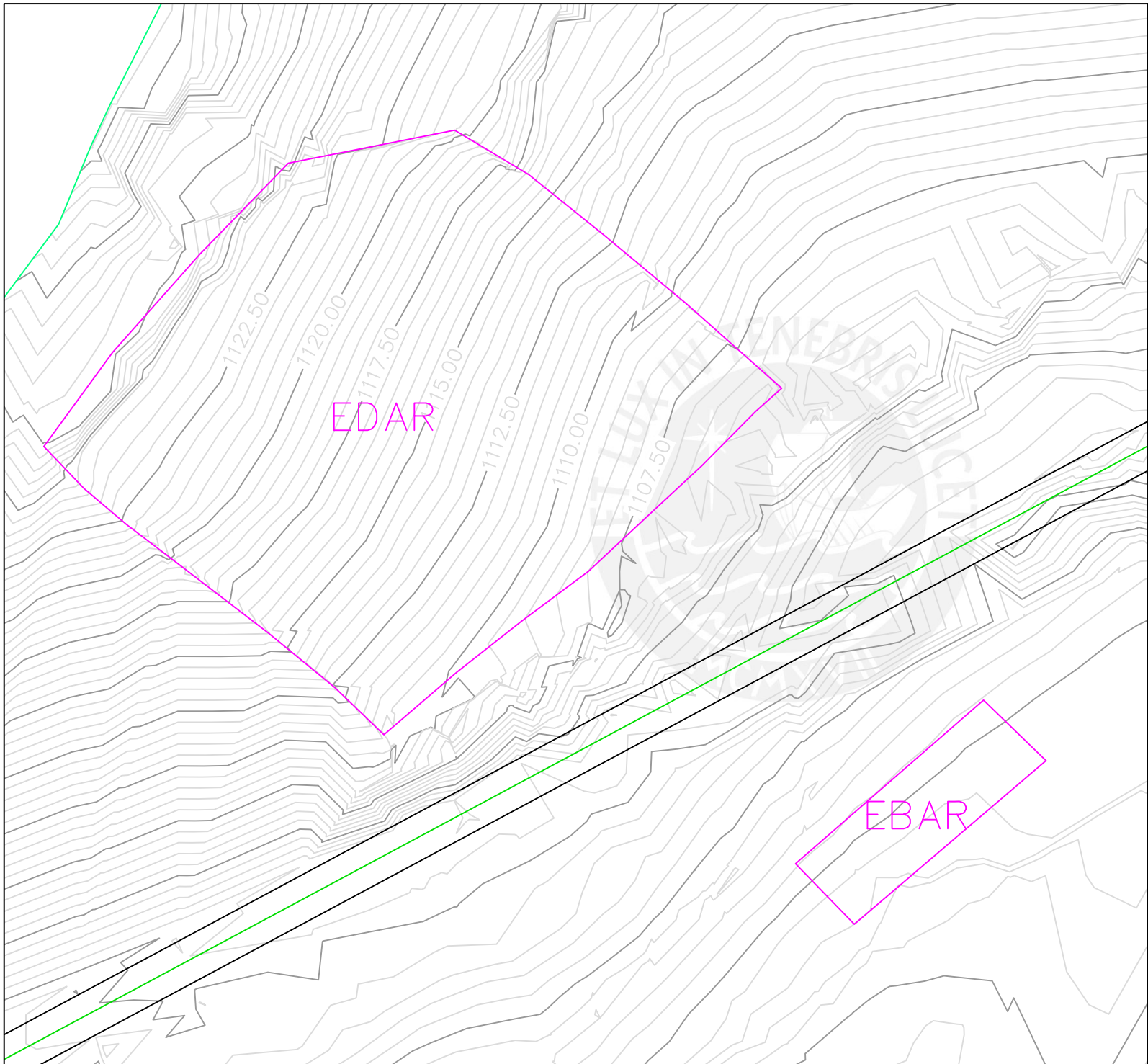
Plano 16: Planta edificio de control

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

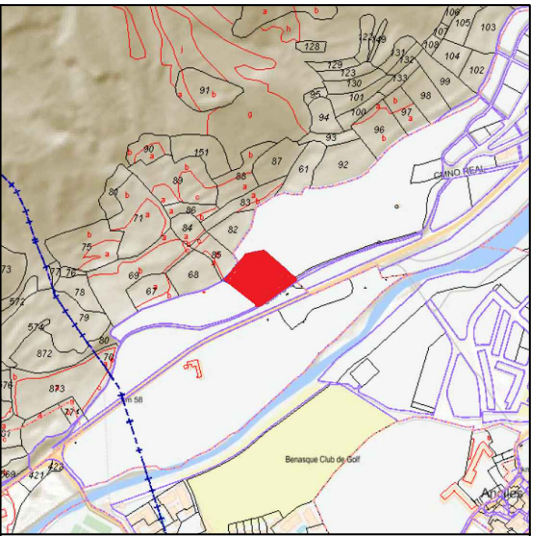
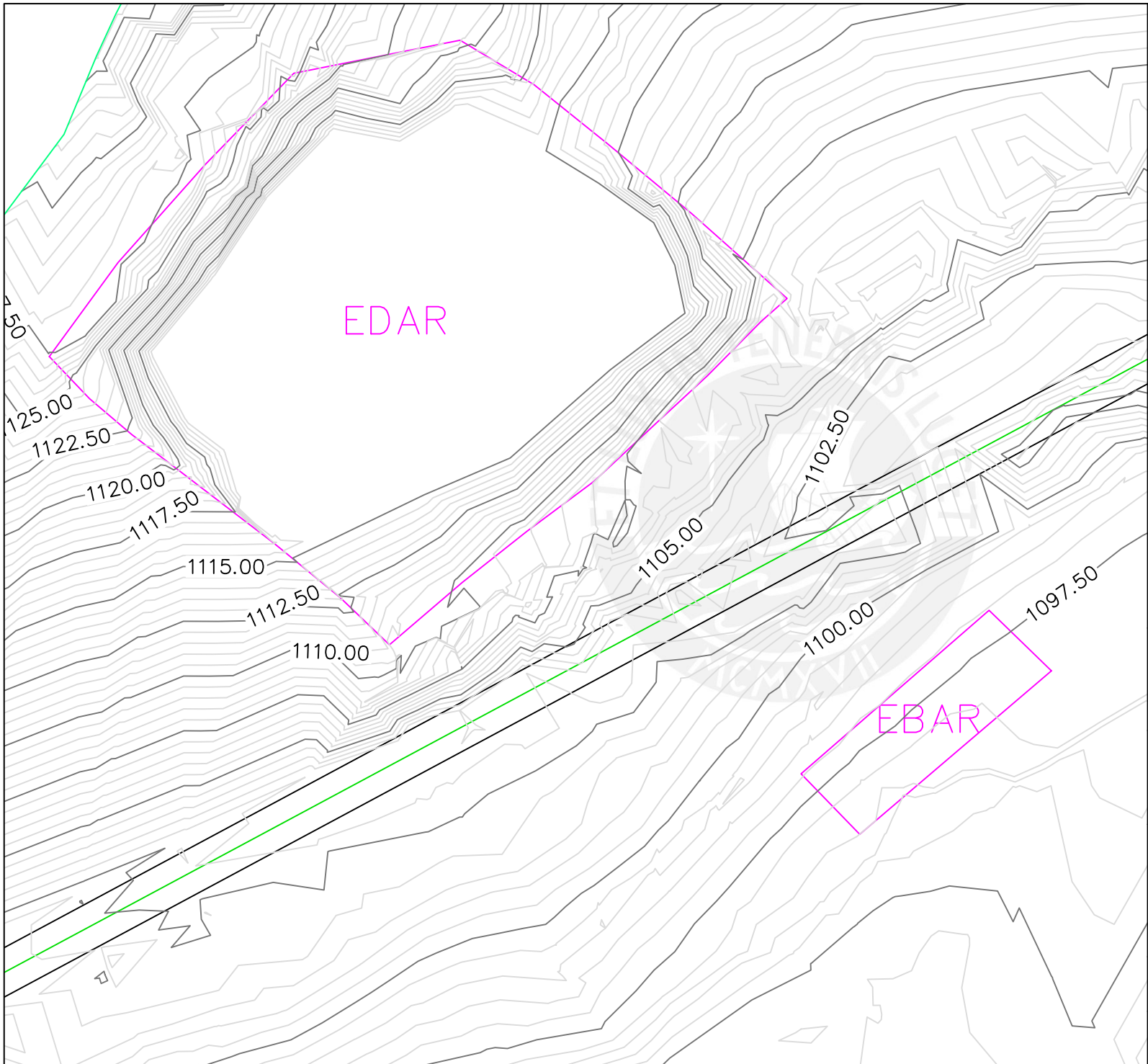
Título:  
Curvas de nivel del terreno

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

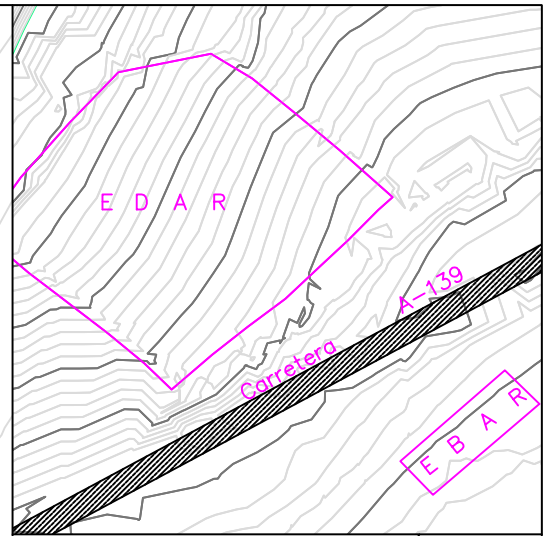
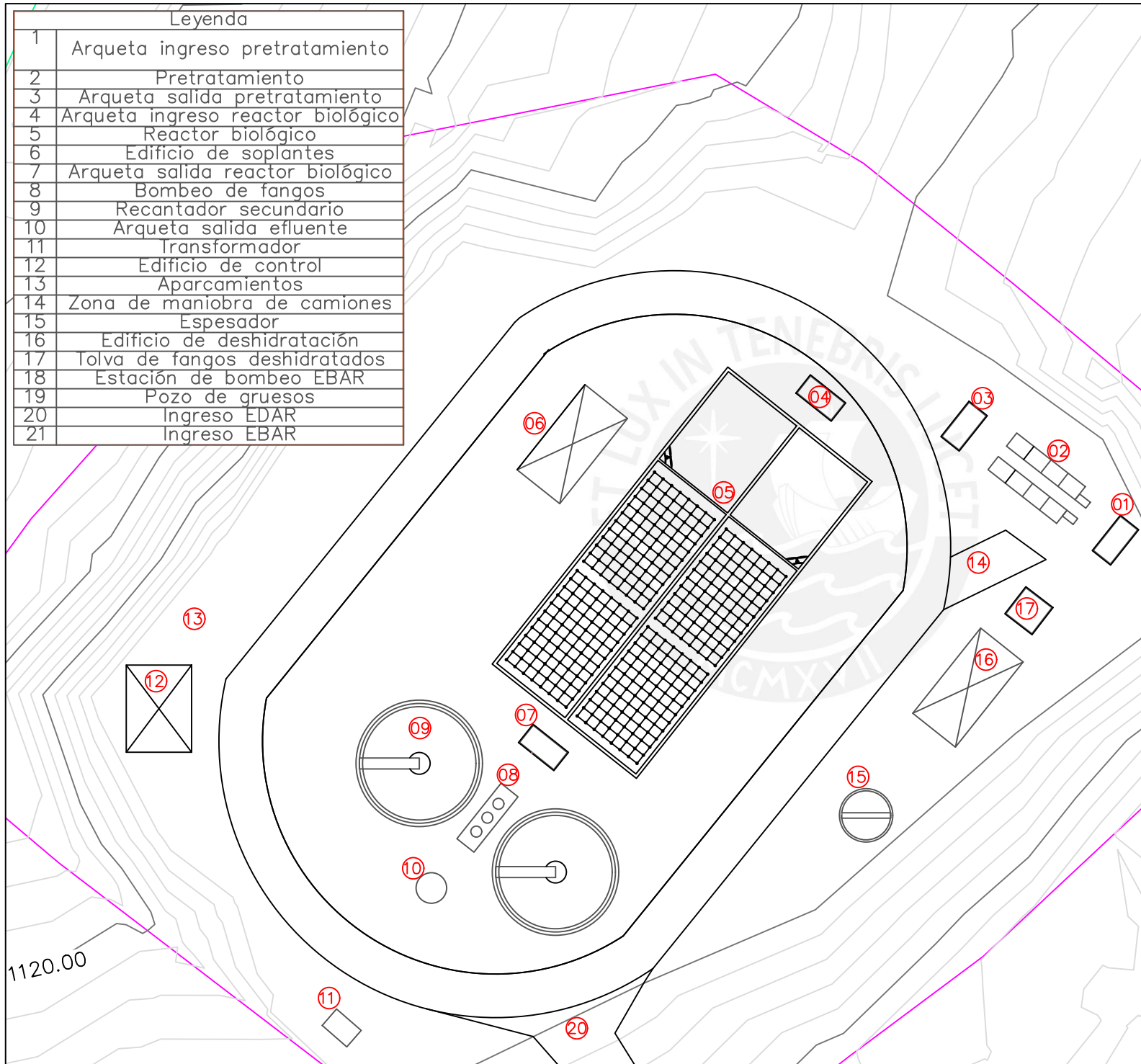
Título: Curvas de nivel del terreno útil

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

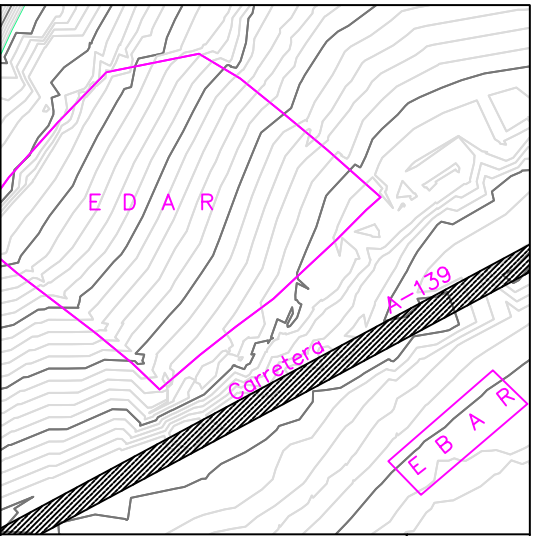
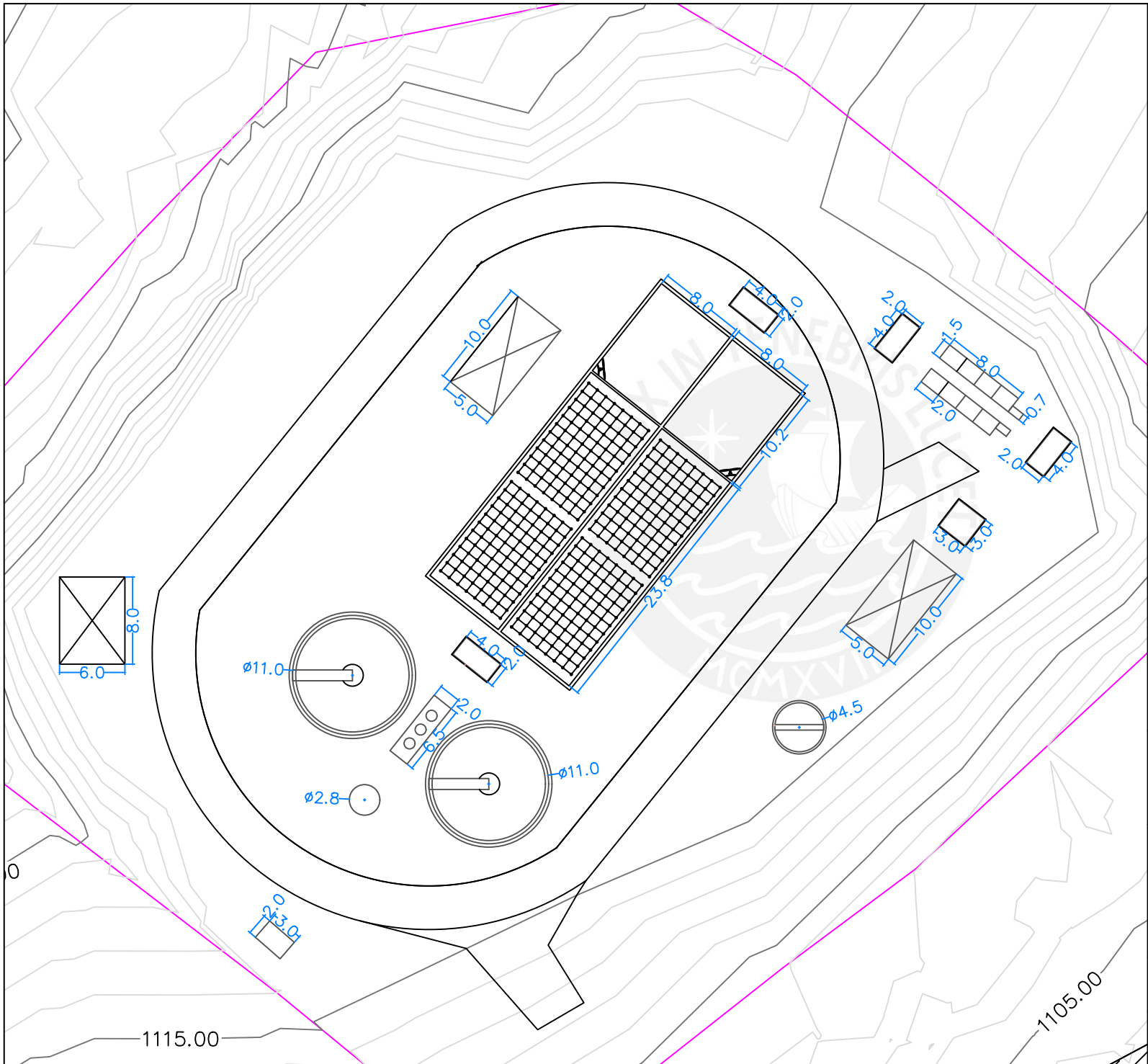
Autor:  
 Victor Jhunion Tapia Dueñas

Título: Planta solución flujo pistón – Instalaciones

Plano número: A-1.1

Escala: 1/500	Fecha: Enero 2022
------------------	----------------------

1120.00



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

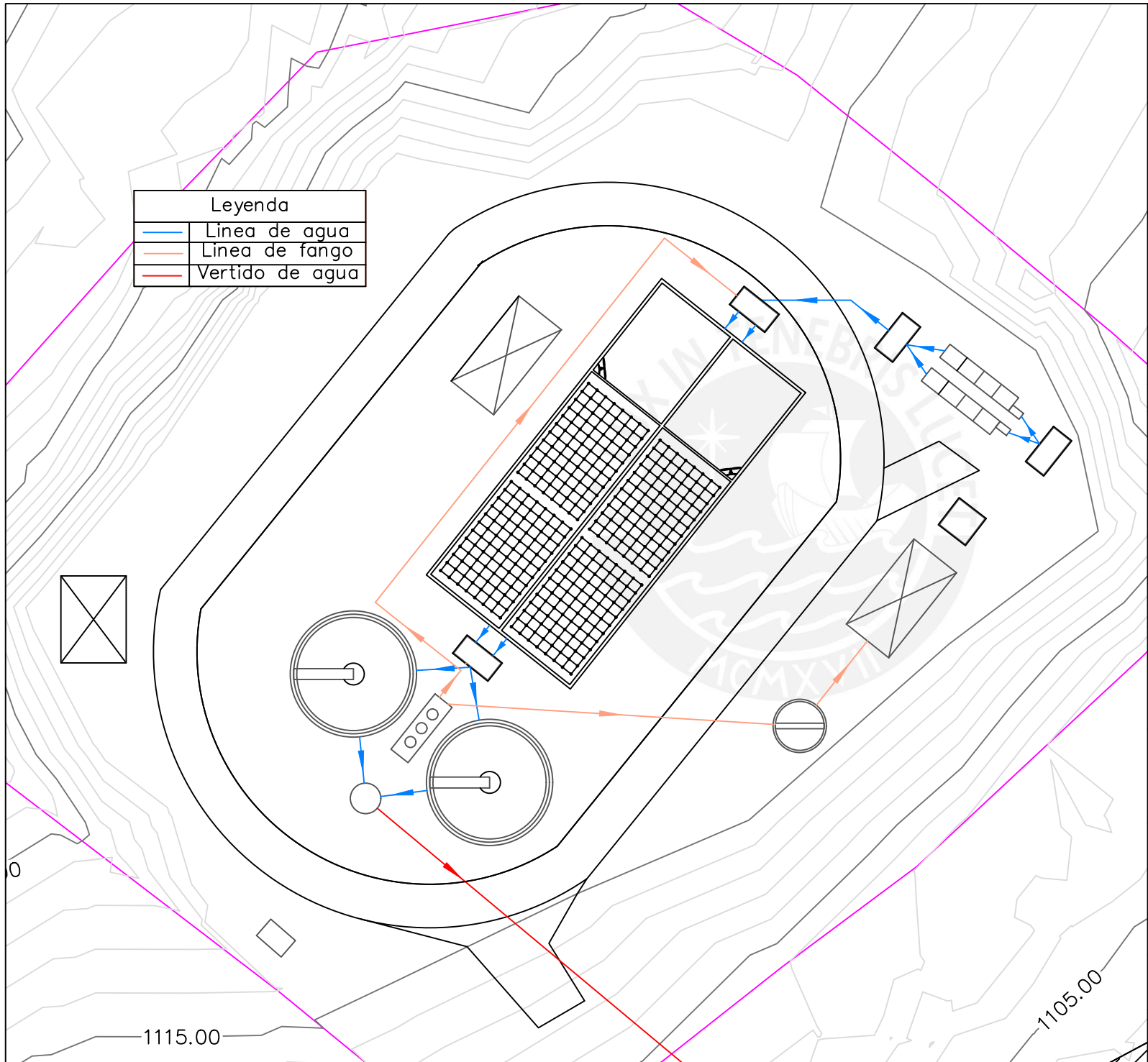
Título: Planta solución flujo pistón – Dimensiones

Plano número: A-2.1

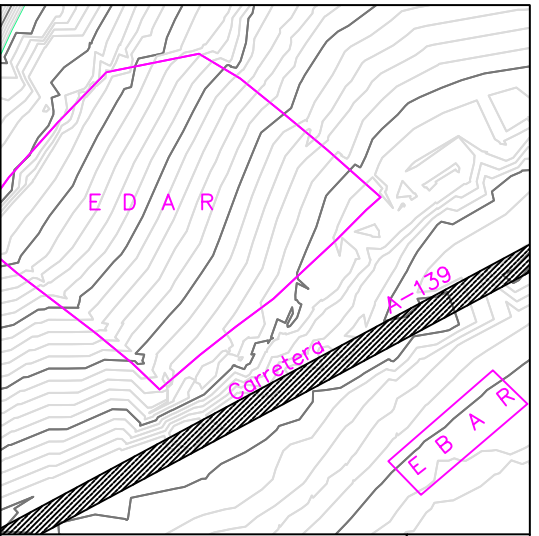
Escala:  
 1/500

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

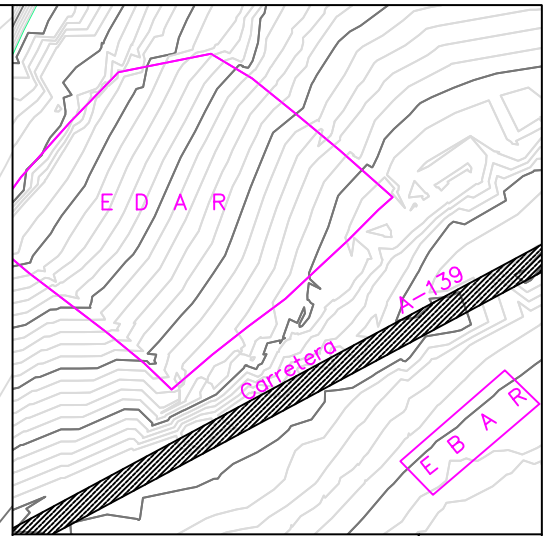
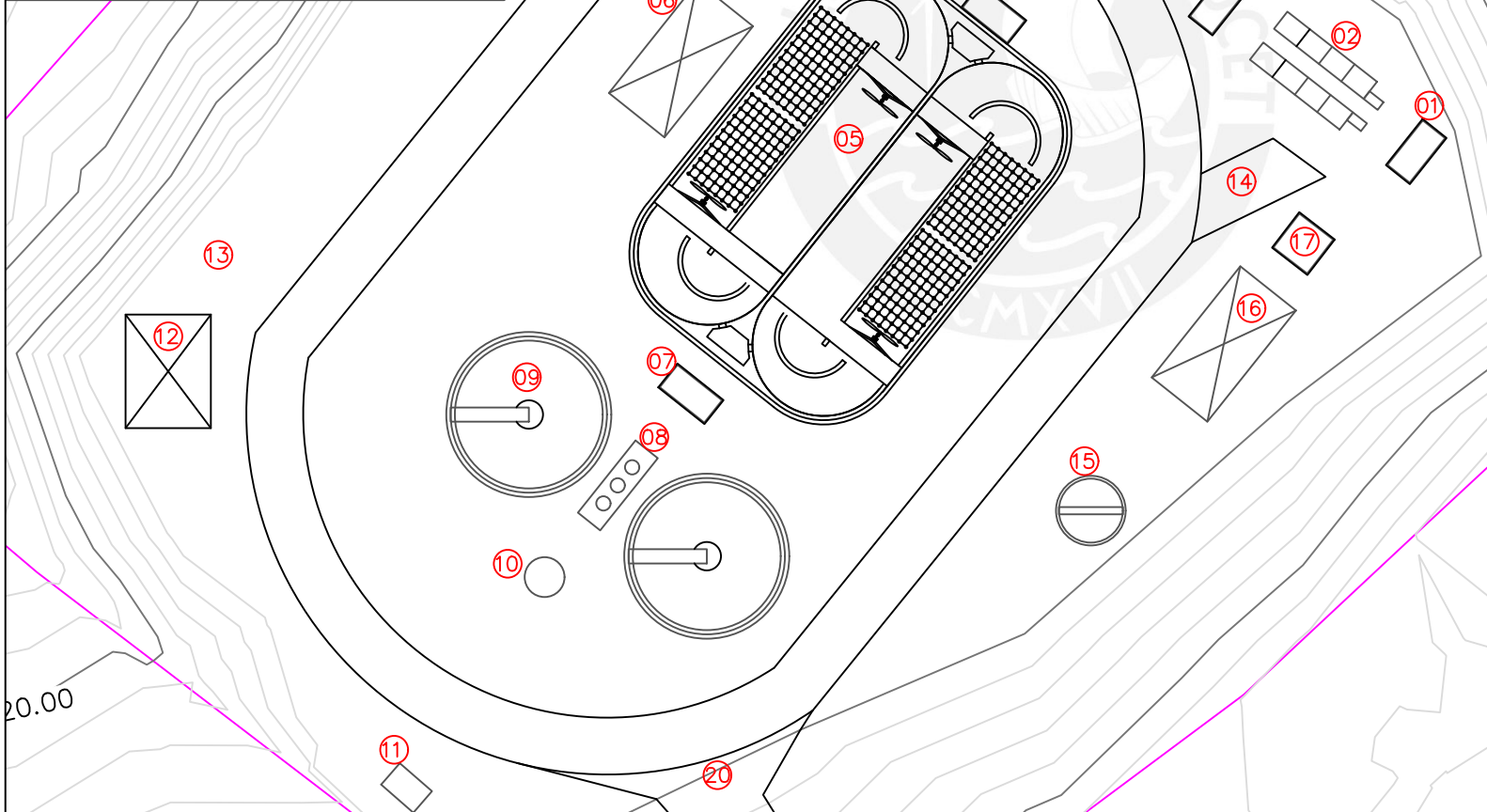
Escala:  
1/500

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

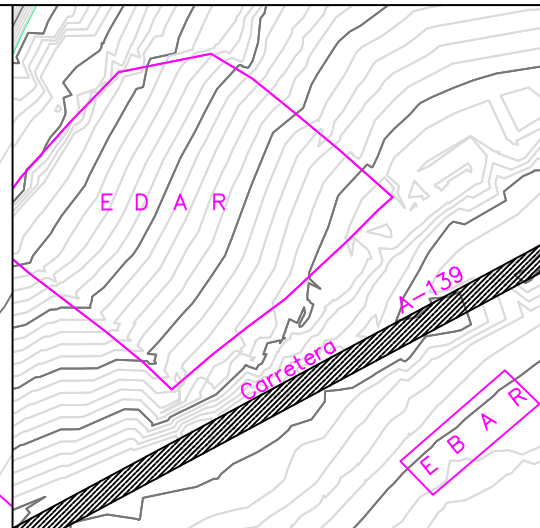
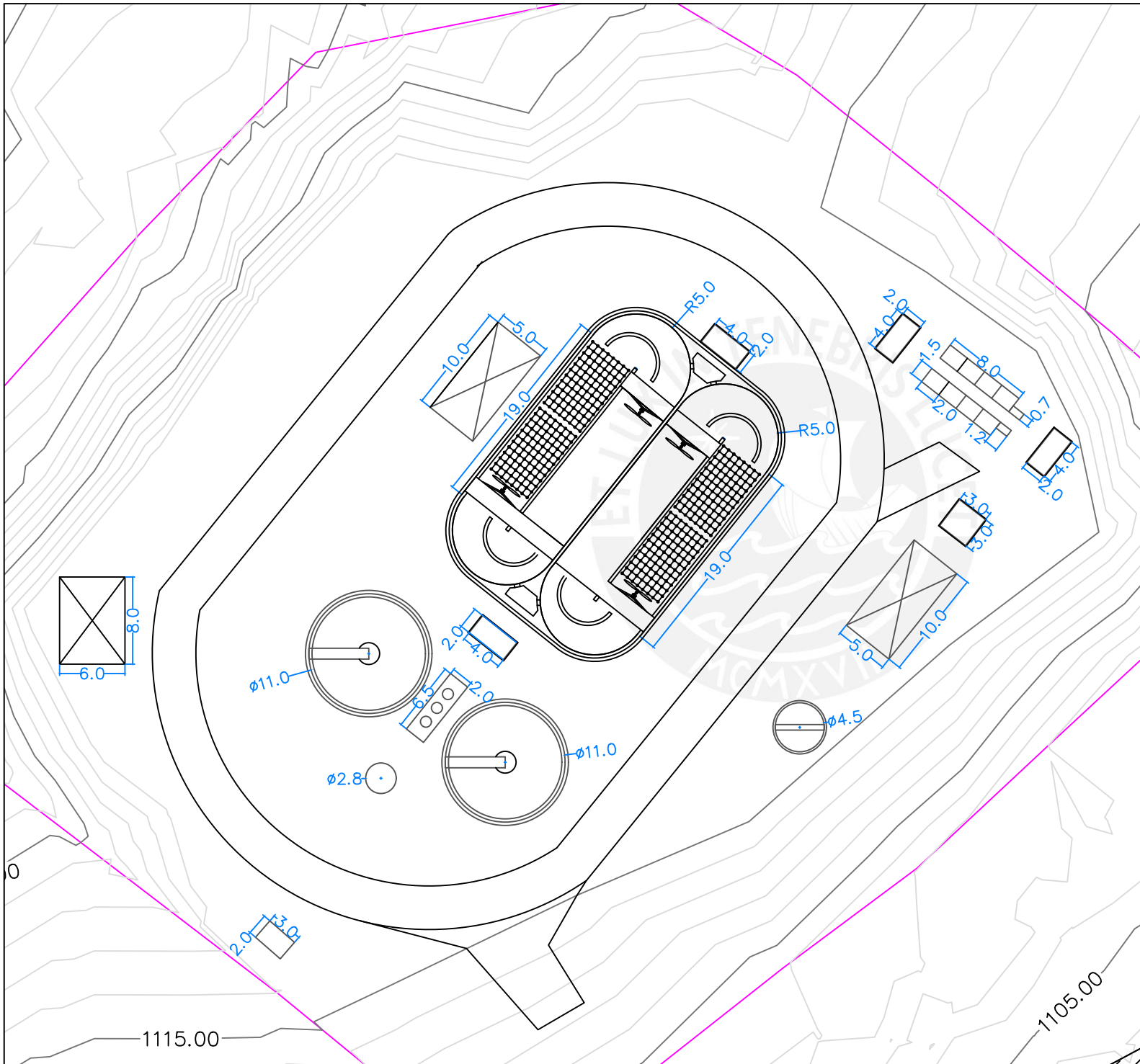
Autor:  
 Victor Jhunion Tapia Dueñas

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

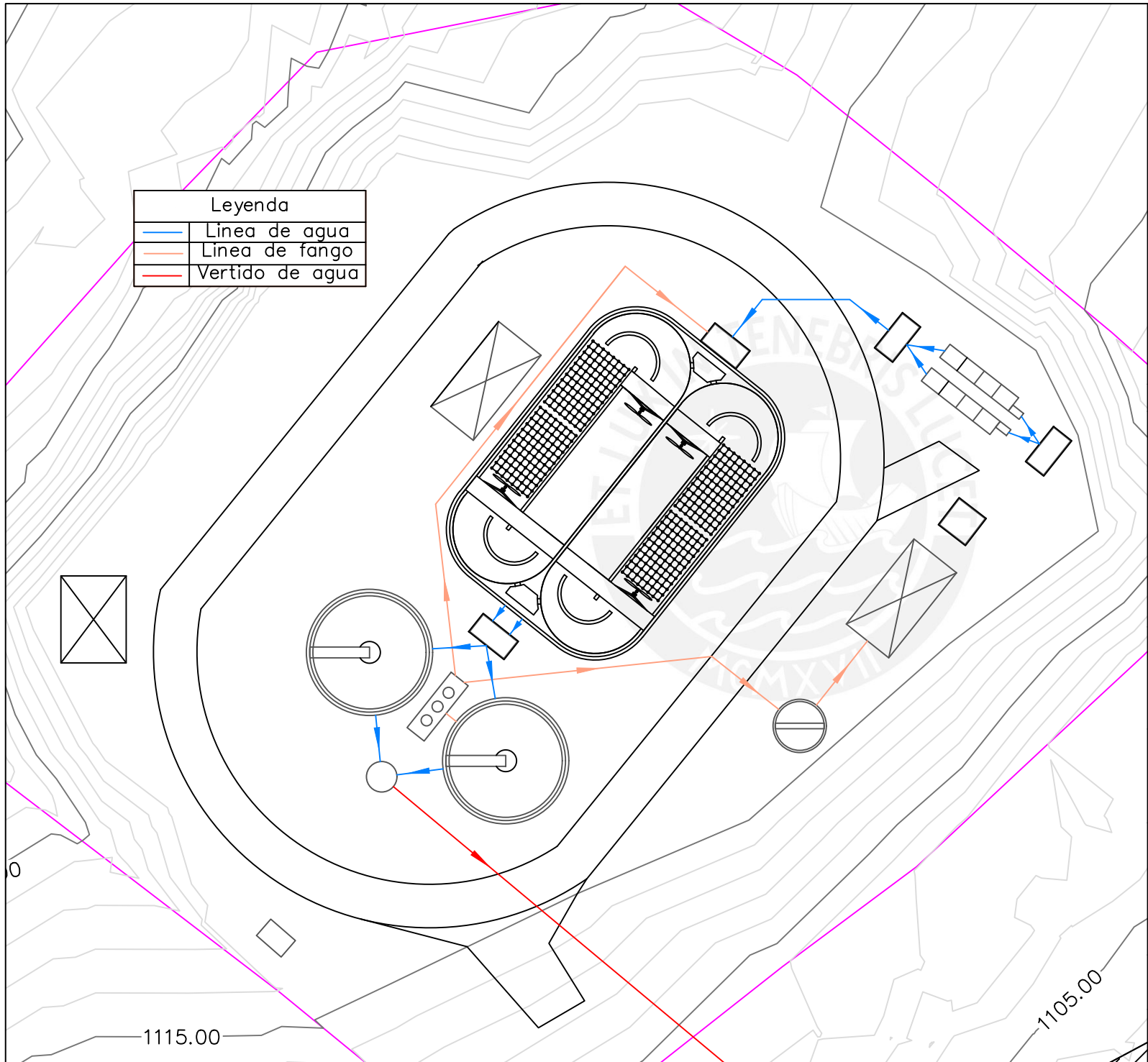
Autor:  
 VictorJhuniar Tapia Dueñas

Título:Planta solución carrusel – Dimensiones

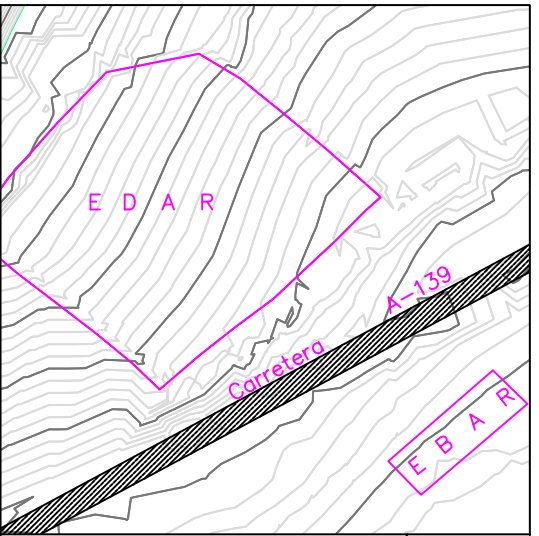
Plano número: A-2.1

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

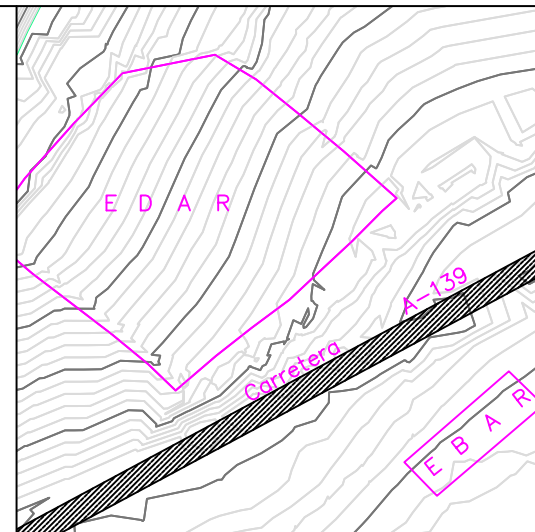
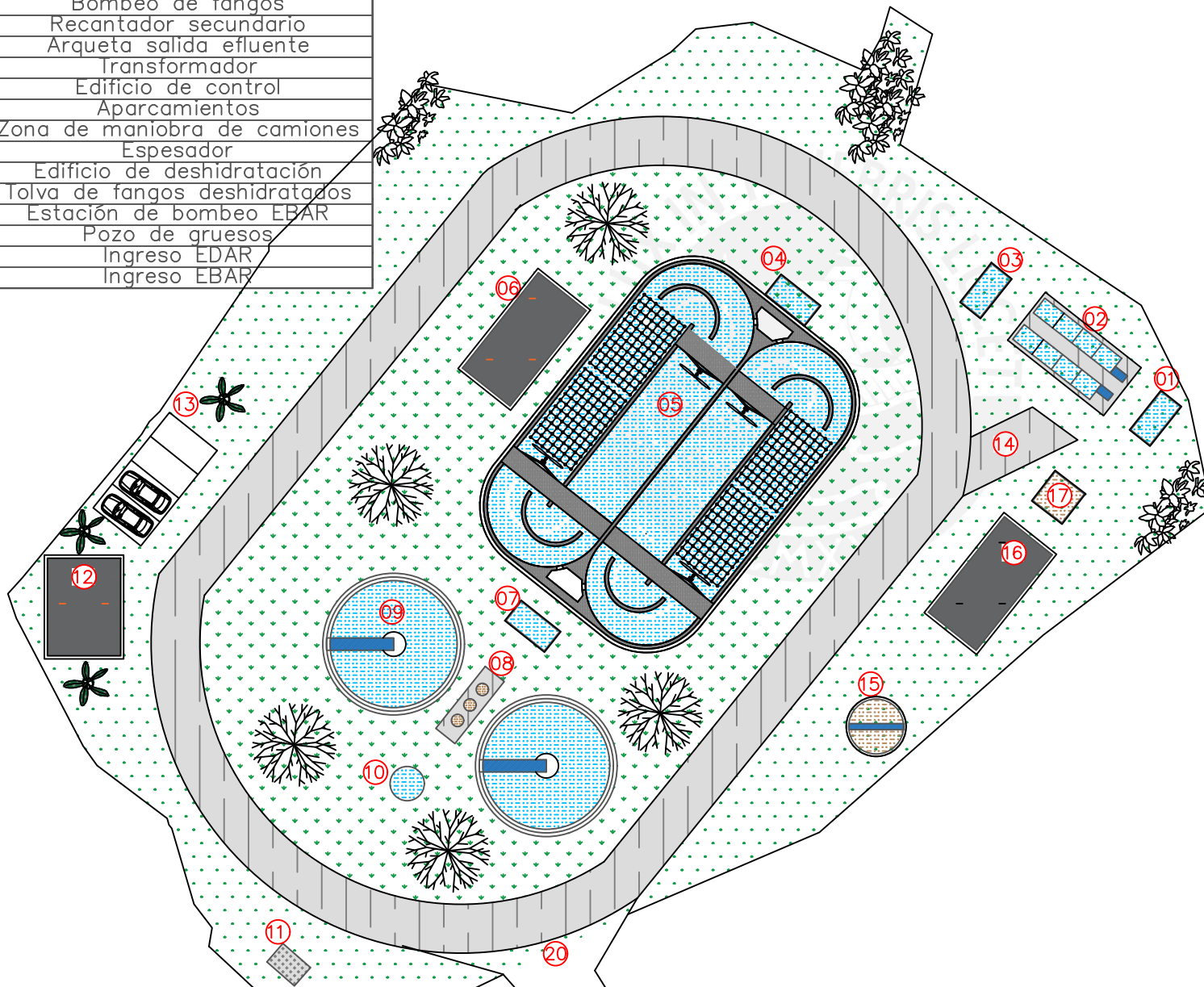
Escala:  
 1/500

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

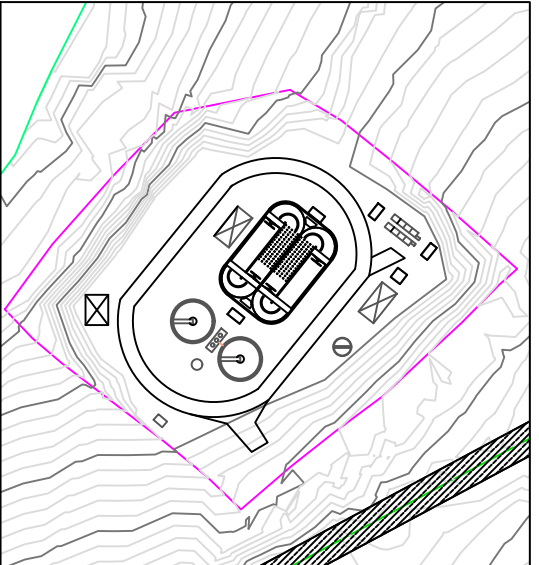
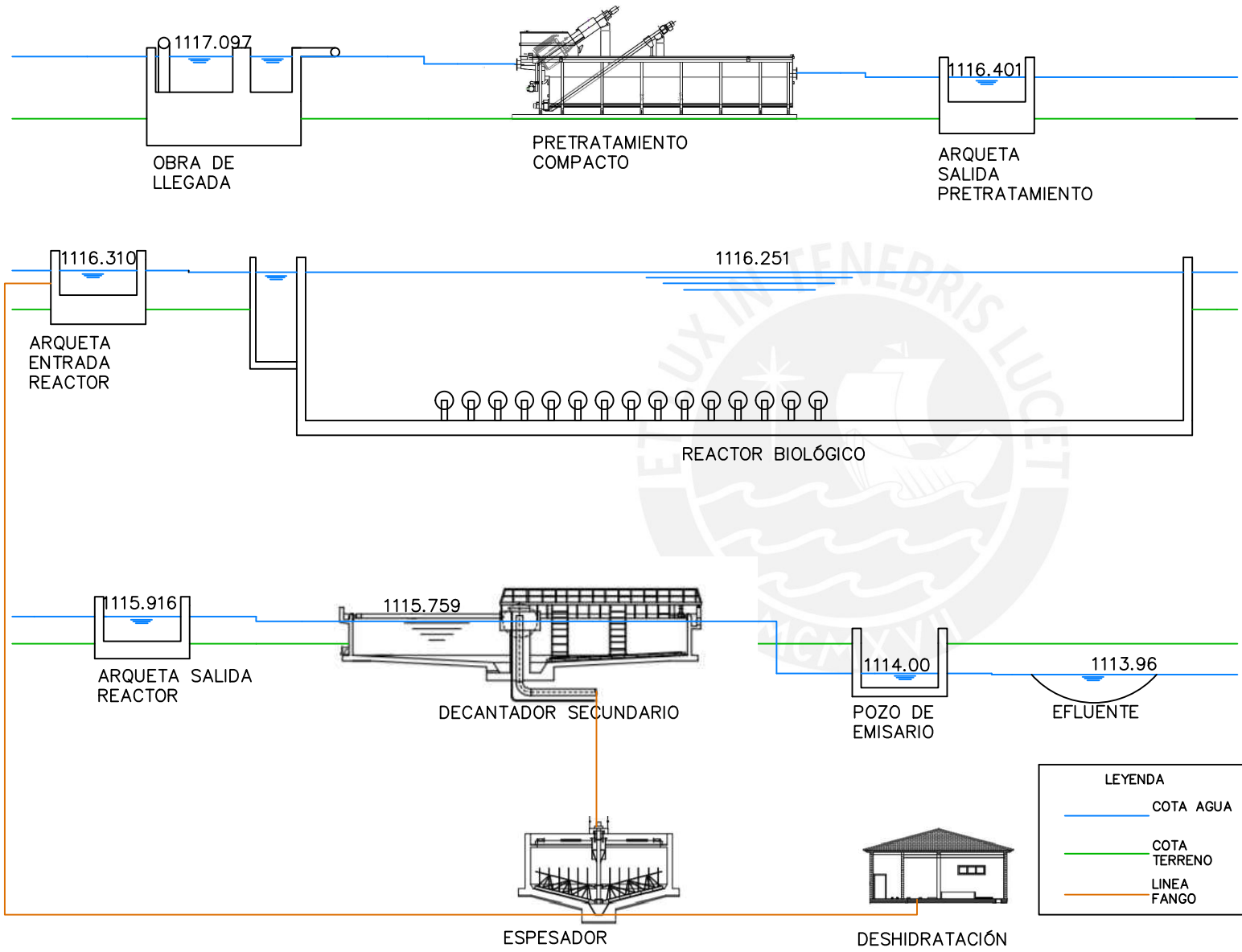
Autor:  
Victor Jhonor Tapia Dueñas

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

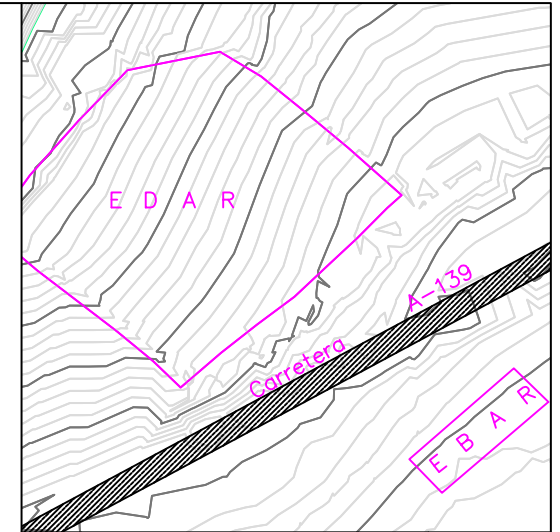
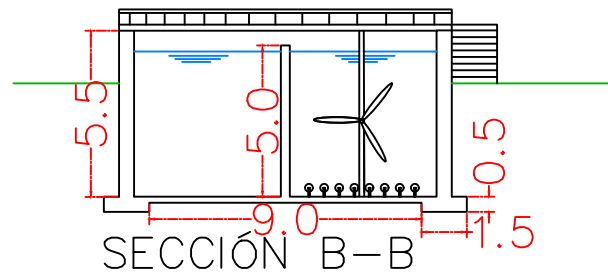
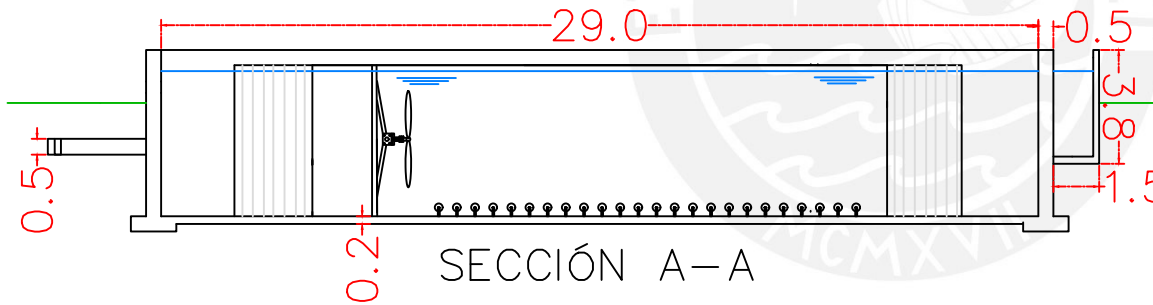
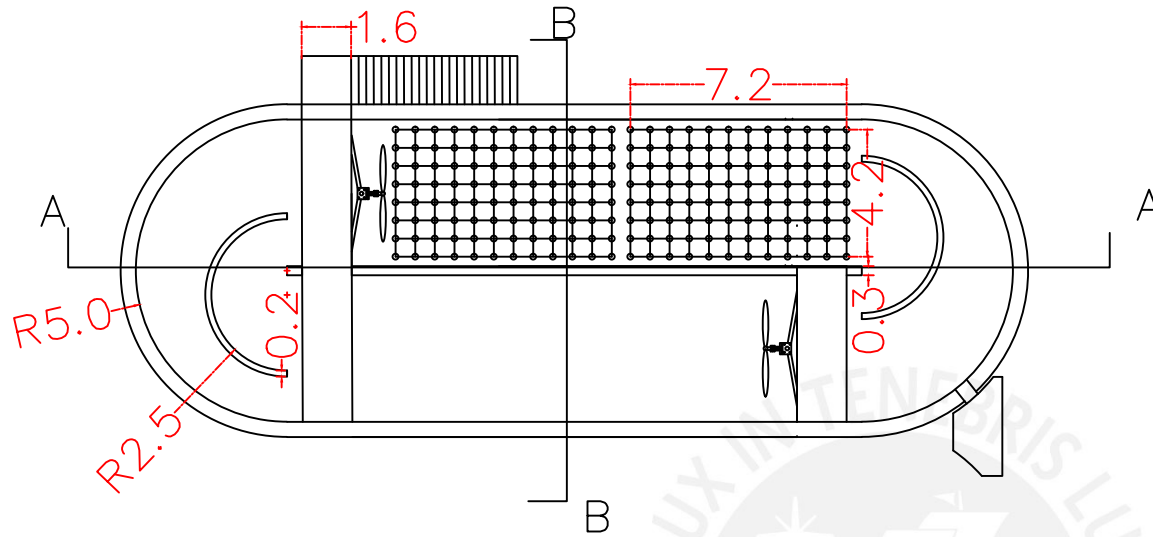
Tutor:  
 Luis Humberto Bravo Salomon

Autor:  
 Victor Jhuniar Tapia Dueñas

Título: Diagrama de flujos

Plano P-1.1

Escala: Sin escala	Fecha: Enero 2022
-----------------------	----------------------



Plano de localización 1/2500

Pontificia Universidad Católica del Perú

Facultad de Ciencias e Ingeniería

Tutor:  
Luis Humberto Bravo Salomon

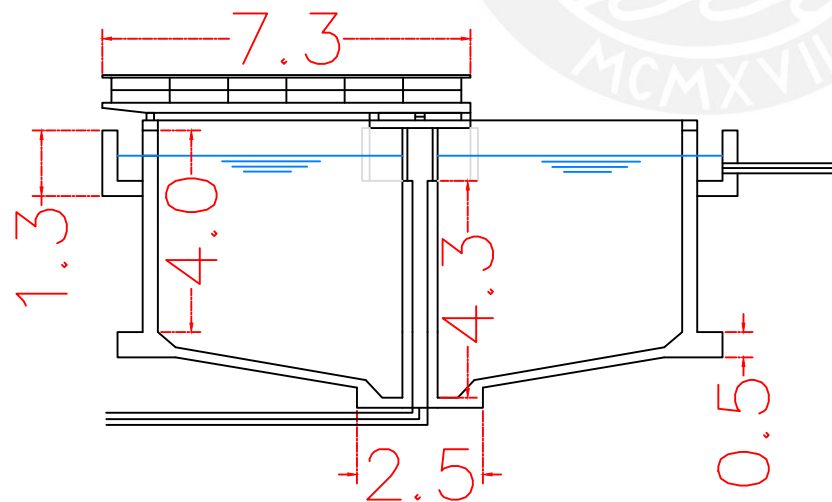
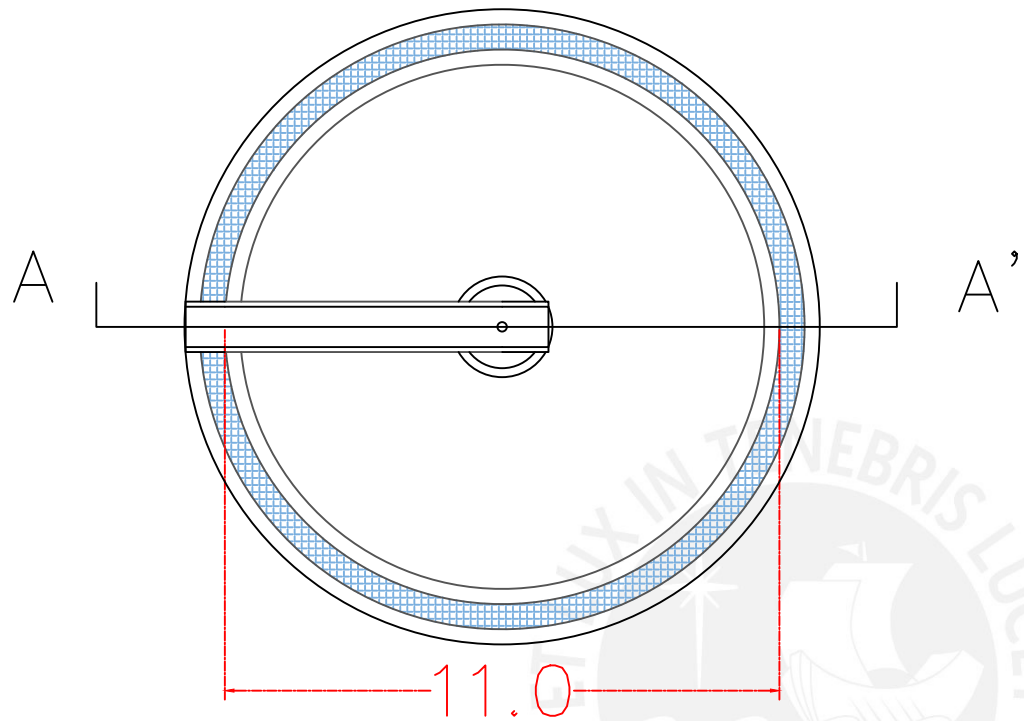
Autor:  
Victor Jhonor Tapia Dueñas

Título: Reactor Biológico

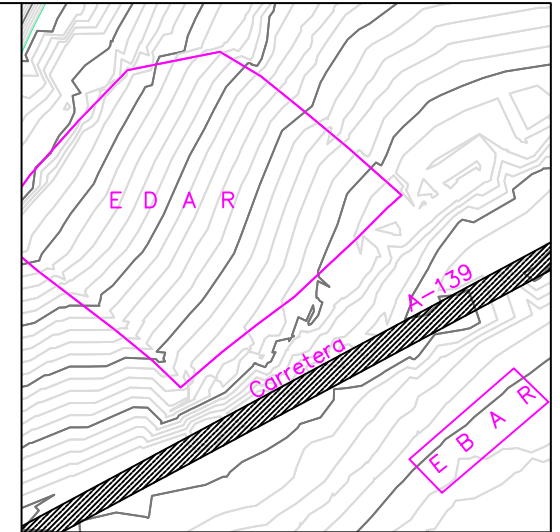
Plano número: Q-1

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

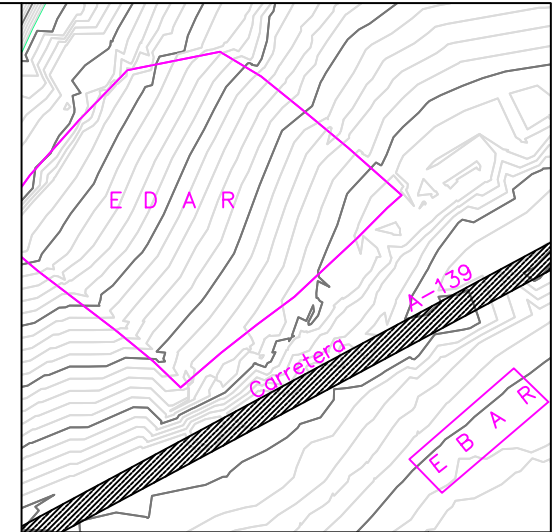
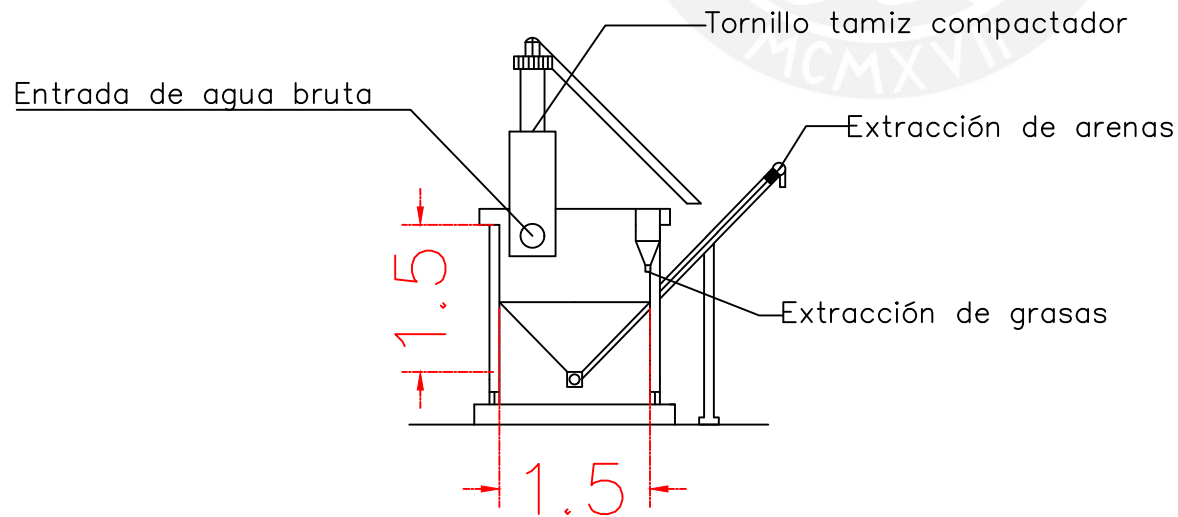
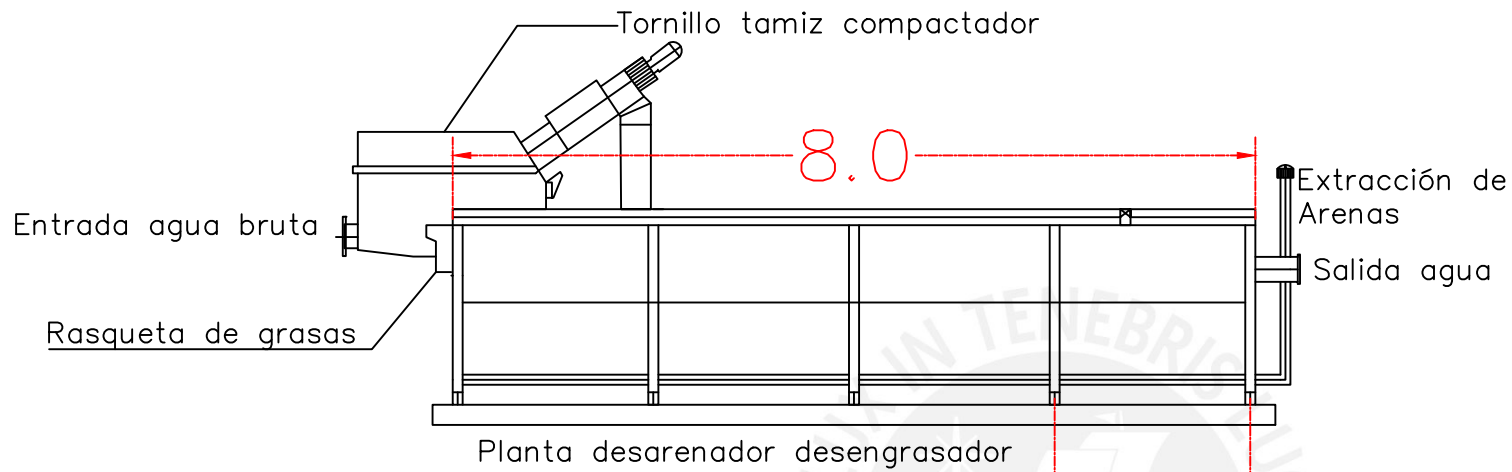
Título: Decantador Secundario

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

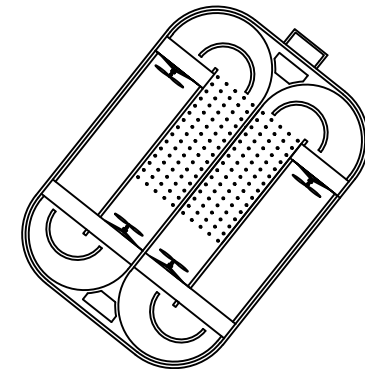
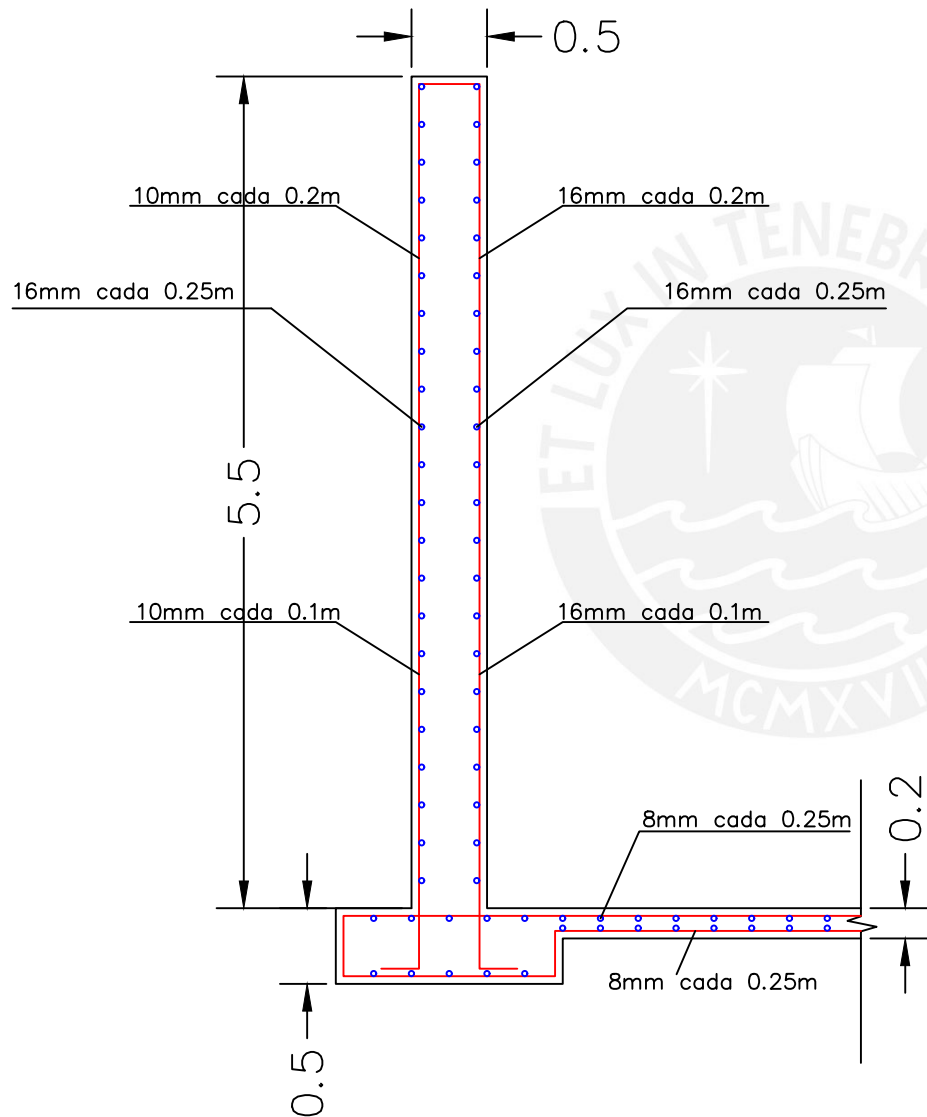
Autor:  
Victor Jhonor Tapia Dueñas

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

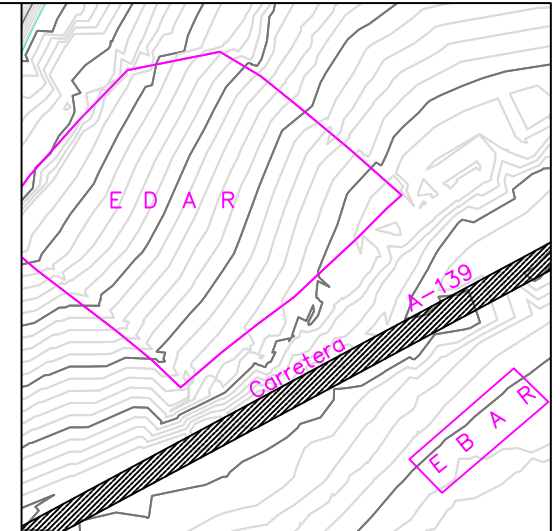
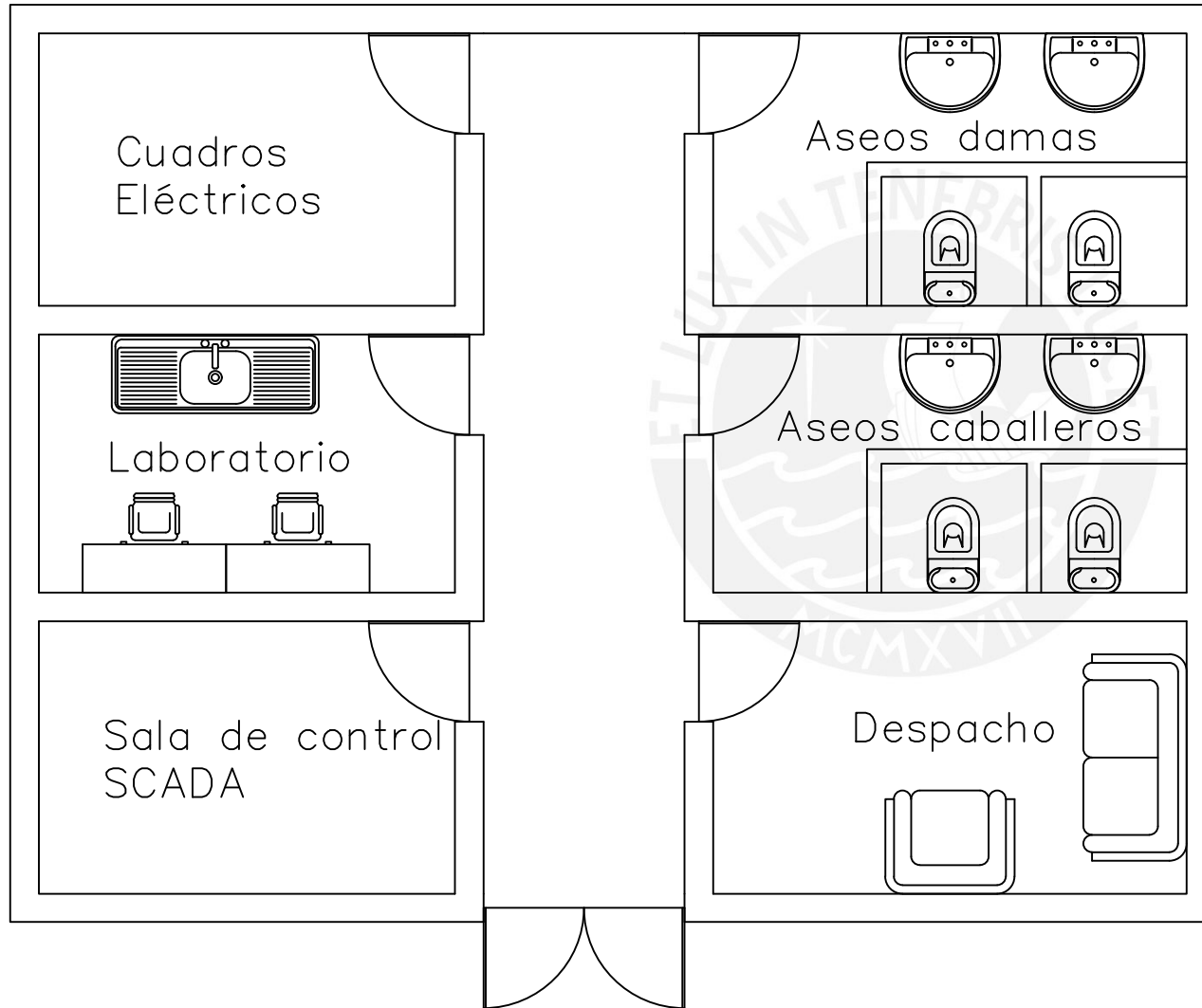
Autor:  
Victor Jhunion Tapia Dueñas

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 Jhuniór Tapia Dueñas

Título: Planta edificio de control

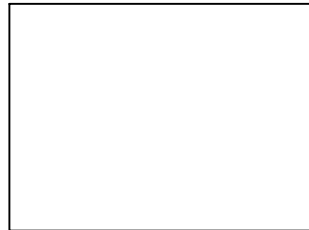
Plano número: G-1

Escala:  
1/50

Fecha:  
Enero 2022



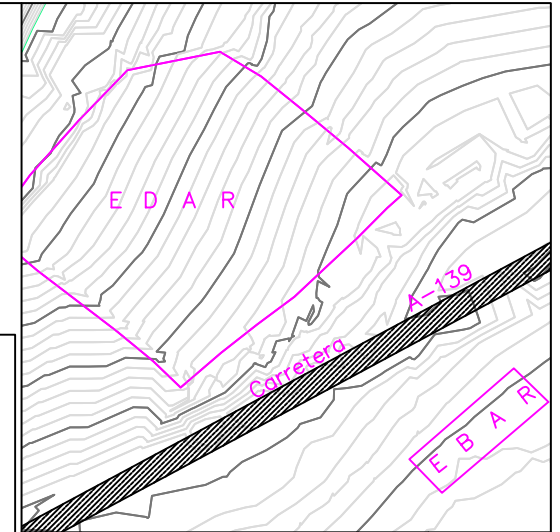
Soplantes reactor biológico



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

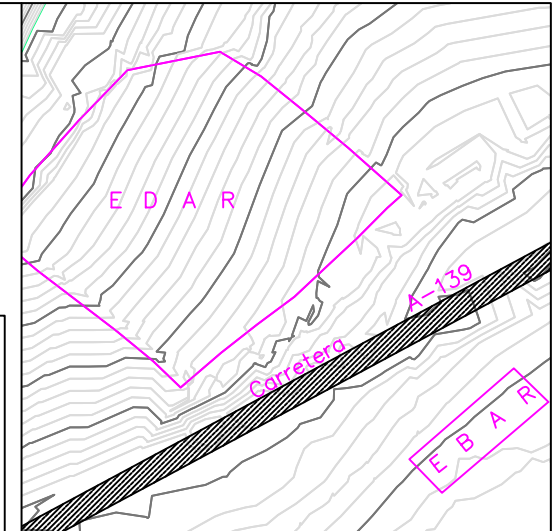
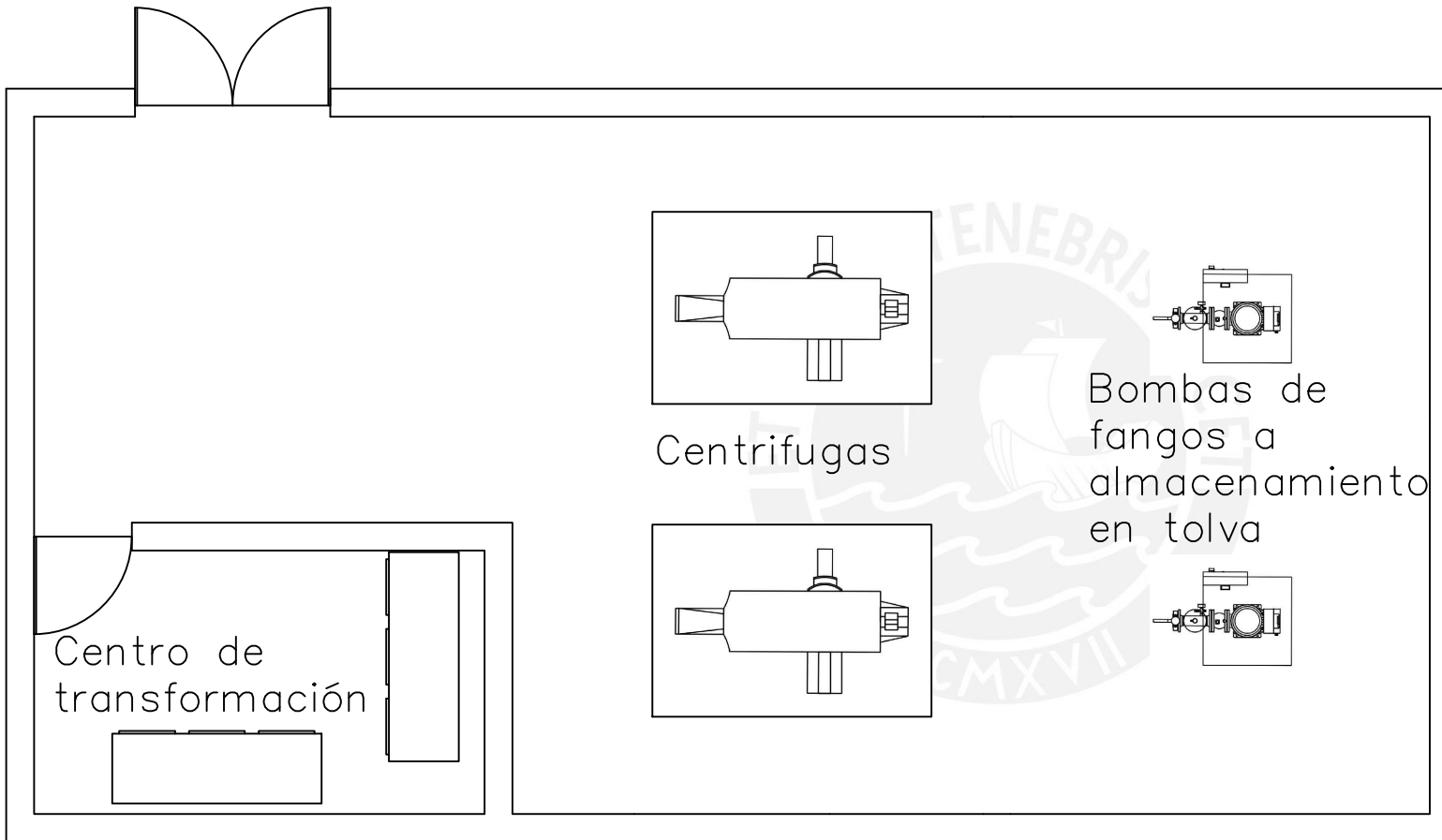
Autor:  
Victor Jhuniór Tapia Dueñas

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 Jhuniór Tapia Dueñas

Título: Planta edificio de deshidratación

Plano número: G-3

Escala:  
 1/50

Fecha:  
 Enero 2022