

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTADA DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA
CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD MEDIANTE EL USO DEL
MODELO MATEMÁTICO SWMM**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR:

Pedro Diego Luna Victoria Narro

ASESOR:

Ms. Ing. Richard Paul Pehovaz Álvarez

Lima, diciembre, 2021

RESUMEN

Los efectos de las lluvias se ven agravadas por la impermeabilización de los suelos, el fenómeno de El Niño y el cambio climático, ocasionando serios daños en los sectores social, económico, educativo y de salud del país. Por consiguiente, es importante proyectar un eficiente sistema de drenaje pluvial urbano que proteja el medio ambiente, trate de reutilizar el agua y evite perjuicios en las edificaciones para una mejor calidad de vida en el poblador.

El proyecto se realiza en la localidad de Otuzco, región de La Libertad, zona que no cuenta con una adecuada evacuación de agua de lluvia exponiéndola a los problemas mencionados. Por otro lado, la normativa nacional establece que el drenaje pluvial es un servicio básico y exige su obligatoriedad en toda habilitación urbana. Por lo tanto, es necesario y justificable el desarrollo de este trabajo.

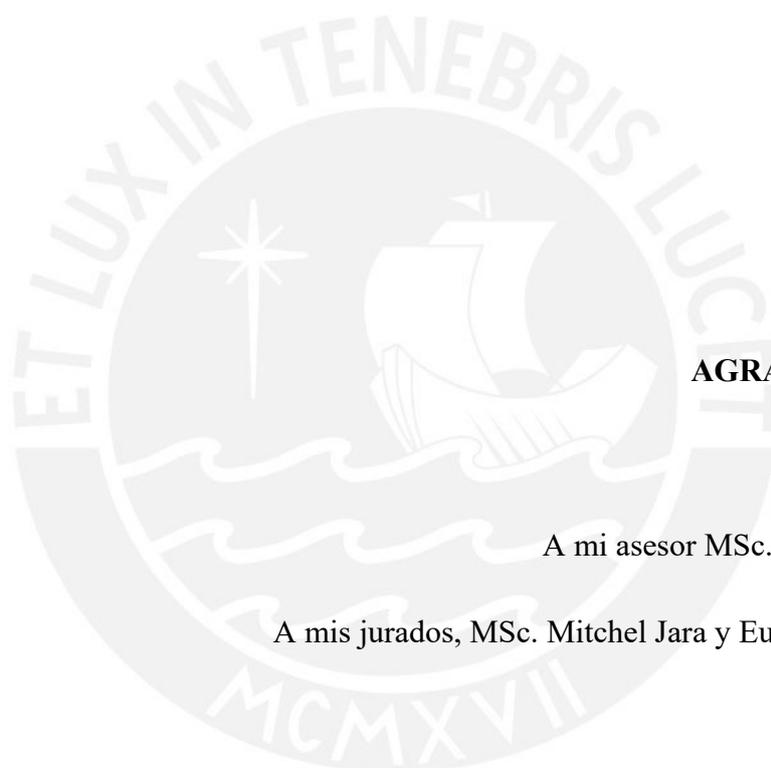
El objetivo de la presente tesis es diseñar un sistema de drenaje pluvial urbano con la ayuda del modelo matemático SWMM en la ciudad de Otuzco en La Libertad. El SWMM (en inglés *Storm Water Management Model*, en español Modelo de Gestión de Aguas Pluviales) es un software que permite conocer el comportamiento del agua y hacer cálculos más precisos, optimizando de esta forma tiempo y costo.

Siguiendo una metodología se realiza un análisis hidrológico para hallar las precipitaciones de diseño y obtener los parámetros de la cuenca permitiendo definir las características físicas de la zona de estudio. Con estos valores se simula el modelo matemático de drenaje pluvial urbano, calculando el caudal de diseño, así como, los tirantes máximos. Este modelo es calibrado y validado hasta obtener resultados con buen desempeño hidráulico y que cumple con las normativas vigentes. Con todo esto se procede a diseñar los elementos del drenaje, para finalmente, plantear posibles soluciones sostenibles al problema de inundaciones en zonas urbanas, que complementan el sistema de drenaje pluvial urbano diseñado.



DEDICATORIA

A mis padres y hermana



AGRADECIMIENTO

A Dios

A mi asesor MSc. Richard Pehovaz

A mis jurados, MSc. Mitchel Jara y Eusebio Ingol, PhD.

TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN	i
CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1 Introducción	1
1.2 Justificación.....	2
1.3 Objetivos y alcances.....	2
1.4 Metodología	3
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1 Conceptos de hidráulica	6
2.1.1 Expresión de Manning	6
2.1.2 Clasificación del flujo	7
2.1.3 Número de Froude	8
2.1.4 Número de Reynolds.....	9
2.1.5 Coeficiente de rugosidad de Manning	10
2.1.6 Canales de sección y/o rugosidad compuesta	12
2.1.7 Determinación de la sección transversal.....	13
2.1.8 Velocidad y pendiente.....	13
2.2 Conceptos de hidrología.....	14
2.2.1 Análisis estadístico de datos hidrológicos	14
2.2.1.1 Prueba de datos dudosos	14
2.2.1.2 Modelos de distribución	15
2.2.1.3 Pruebas de bondad de ajuste.....	18
2.2.2 Periodo de retorno.....	20
2.2.3 Precipitaciones de diseño	20
2.2.3.1 Precipitación en un punto	20
2.2.3.2 Intensidad de precipitación	21
2.2.3.3 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF).....	22
2.2.3.4 Hietograma de diseño	23
2.2.4 Caudal de diseño	23
2.2.4.1 Método racional.....	23
2.2.4.2 Coeficiente de escorrentía	24
2.2.4.3 Tiempo de concentración.....	25
2.2.4.4 Área de drenaje	28
2.3 Sistemas de drenaje	28
2.3.1 Sistema separativo, unitario y mixto.....	28
2.3.2 Sistema pseudo-separativo y compuesto	29

2.4	Storm Water Management Model	30
2.4.1	Descripción general	30
2.4.2	Métodos de análisis.....	32
2.5	Diseño para sistemas menores de drenaje pluvial urbano	33
2.5.1	Información básica.....	33
2.5.2	Consideraciones del caudal de diseño.....	34
2.5.3	Captación en zona vehicular - pista	34
2.5.3.1	Orientación del flujo	34
2.5.3.2	Sistemas de captación y transporte de agua pluvial	35
2.5.4	Evacuación de aguas recolectadas	38
CAPÍTULO III: ESTUDIO DE CASO.....		40
3.1	Descripción de la zona de drenaje.....	40
3.1.1	Generalidades.....	40
3.1.2	Hidrología y medio ambiente.....	43
3.1.3	Geomorfología y geología	45
3.1.4	Fenómenos naturales y humanos	46
3.1.5	Edificaciones.....	47
3.1.6	Infraestructura	47
3.2	Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado.....	49
3.2.1	Periodo de diseño.....	49
3.2.2	Registro meteorológico	49
3.3	Cálculo de parámetros de diseño.....	54
3.3.1	Lluvia de diseño.....	54
3.3.1.1	Precipitación máxima en 24 horas.....	54
3.3.1.2	Prueba de datos dudosos.....	55
3.3.1.3	Análisis de bondad de ajuste	56
3.3.1.4	Análisis de frecuencia.....	56
3.3.1.5	Curvas de intensidad – duración – frecuencia	57
3.3.1.6	Hietograma de diseño	57
3.3.2	Caudales máximos	58
3.3.2.1	Área de drenaje	59
3.3.2.2	Parámetros fisiográficos	60
3.3.2.3	Tiempo de concentración.....	62
3.3.2.4	Método racional.....	63
3.4	Datos de ingreso para el modelo de diseño	63
3.4.1	Diseño de la red de drenaje.....	63
3.4.2	Modelamiento del SWMM	65

CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIÓN	67
4.1 Simulación del modelo.....	67
4.2 Calibración y validación del modelo.....	69
4.3 Resumen ejecutivo	71
4.4 Presupuesto de obra.....	72
CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	74
5.1 Conclusiones	74
5.2 Recomendaciones.....	75
BIBLIOGRAFÍA	78
ANEXOS	81



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente de rugosidad de Manning	11
Tabla 2. Factores de corrección sobre el coeficiente n	12
Tabla 3. Velocidad máxima para colector de agua pluvial	14
Tabla 4. Valores Kn para la prueba de datos dudosos	15
Tabla 5. Valores críticos para la prueba de Kolmogorov-Smirnov	19
Tabla 6. Coeficientes de escorrentía promedio para ser utilizados en el método racional	25
Tabla 7. Resumen de las ecuaciones de tiempo de concentración.....	26
Tabla 8. Pendientes longitudinales y transversales de las pistas	34
Tabla 9. Ubicación geográfica de la ciudad de Otuzco (Datum WGS 84)	41
Tabla 10. Ubicación geográfica de la estación meteorológica de Virgen de la Puerta (Datum WGS 84)	49
Tabla 11. Sensibilidad de variables	70
Tabla 12. Resumen ejecutivo.....	71



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Metodología para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano	4
Figura 2. Tipo de flujos en canales abiertos	9
Figura 3. Modelo conceptual del SWMM	31
Figura 4. Templo de la Santísima Virgen de la Puerta	40
Figura 5. Centros poblados del distrito de Otuzco	42
Figura 6. Cuenca Moche	43
Figura 7. Red hidrográfica cercana la ciudad de Otuzco	44
Figura 8. A la izquierda, ecorregiones y a la derecha, zonas de vida del distrito	45
Figura 9. Ubicación geográfica de la estación meteorológica de Virgen de la Puerta	50
Figura 10. Precipitaciones anuales.....	51
Figura 11. Precipitaciones promedio mensuales.....	51
Figura 12. Temperatura anual promedio.....	52
Figura 13. Temperatura máxima y mínima mensual promedio.....	53
Figura 14. Humedad relativa anual promedio.....	53
Figura 15. Humedad relativa mensual promedio	54
Figura 16. Histograma histórico de precipitaciones máximas en 24 horas en Otuzco	55
Figura 17. Distribución Log Normal 3 parámetros.....	56
Figura 18. Curva IDF de la estación de Otuzco	57
Figura 19. Hietograma de diseño para 10 años de periodo de retorno	58
Figura 20. Cuencas mayores y menores y el sistema de drenaje pluvial	59
Figura 21. Imagen satelital de Otuzco de CNES / Airbus del 16.07.2020 - Google Earth.....	61
Figura 22. Resultado de la simulación.....	68

ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Expresión de Manning.....	6
Fórmula 2. Ecuación de continuidad	6
Fórmula 3. Expresión de caudal con Manning	6
Fórmula 4. Número de Froude.....	8
Fórmula 5. Número de Reynolds	9
Fórmula 6. Coeficiente de rugosidad con factores de corrección.....	11
Fórmula 7. Método de las velocidades iguales (rugosidad compuesta).....	13
Fórmula 8. Método de la suma de fuerzas (rugosidad compuesta).....	13
Fórmula 9. Umbrales de datos dudosos alto y bajo en unidades logarítmicas	14
Fórmula 10. Distribución Normal.....	15
Fórmula 11. Distribución Log Normal 2 parámetros.....	16
Fórmula 12. Distribución Log Normal 3 parámetros.....	16
Fórmula 13. Distribución Gamma 2 parámetros.....	17
Fórmula 14. Distribución Gamma 3 parámetros.....	17
Fórmula 15. Distribución Log Pearson tipo III.....	17
Fórmula 16. Distribución Gumbel	18
Fórmula 17. Distribución Log Gumbel.....	18
Fórmula 18. Prueba Kolmogorov – Smirnov.....	19
Fórmula 19. Fórmula de Weibull.....	19
Fórmula 20. Periodo de retorno. Riesgo de falla admisible.....	20
Fórmula 21. Intensidad de precipitación.....	21
Fórmula 22. Precipitación Dick y Peschke	23
Fórmula 23. Caudal.....	23
Fórmula 24. Tiempo de concentración	25
Fórmula 25. Tiempo de flujo	27
Fórmula 26. Ecuación de continuidad St. Venant.....	32
Fórmula 27. Ecuación de momento St. Venant	32

ÍNDICE DE ANEXOS

- Anexo 1. Registro histórico - Precipitaciones mensuales
- Anexo 2. Registro histórico - Temperaturas máximas y mínimas mensuales
- Anexo 3. Registro histórico - Humedades relativas mensuales
- Anexo 4. Registro histórico 1994 – 2007
- Anexo 5. Registro histórico 2008
- Anexo 6. Registro histórico 2009
- Anexo 7. Registro histórico 2010
- Anexo 8. Registro histórico 2011
- Anexo 9. Registro histórico 2012
- Anexo 10. Registro histórico 2013
- Anexo 11. Registro histórico 2014
- Anexo 12. Registro histórico 2015
- Anexo 13. Registro histórico 2016
- Anexo 14. Registro histórico 2017
- Anexo 15. Registro histórico 2018
- Anexo 16. Registro histórico 2019
- Anexo 17. Registro histórico 2020
- Anexo 18. Registro histórico - Resumen
- Anexo 19. Prueba de datos dudosos
- Anexo 20. Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov-Smirnov
- Anexo 21. Análisis de frecuencia
- Anexo 22. Precipitaciones máximas anuales en 24 horas
- Anexo 23. Precipitación de diseño para duraciones menores a 24 horas
- Anexo 24. Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas
- Anexo 25. Hietograma de diseño
- Anexo 26. Parámetros fisiográficos
- Anexo 27. Tiempo de concentración
- Anexo 28. Caudales por colector
- Anexo 29. Tramos de colectores
- Anexo 30. Proceso del modelamiento y simulación del SWMM
- Anexo 31. Informe de estado SWMM
- Anexo 32. Gráficos de perfiles longitudinales
- Anexo 33. Sensibilidad de variables
- Anexo 34. Calibración y validación
- Anexo 35. Planos
- Anexo 36. ACUs
- Anexo 37. Presupuesto
- Anexo 38. Panel fotográfico
- Anexo 39. Tablas útiles

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1 Introducción

El Perú es un país de gran extensión y con diferentes relieves topográficos, esto favorece tener características climáticas muy peculiares. Por ello, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (Senamhi), basándose en la clasificación de Werren Thornthwaite (1984), realizó el Mapa Climático Nacional con la finalidad de identificar la variedad de climas y sus características.

Esta diversidad de climas y microclimas que tiene el país va desde climas semicálidos en toda la costa, de semisecos a semifríos en la sierra, y climas tropicales en la selva; teniendo como característica común que la mayor parte del territorio existen precipitaciones. En la costa, son intensas cada vez que ocurre el fenómeno El Niño; en la sierra, por temporada (de diciembre a abril) y en la selva todo el año. Si los pueblos no están preparados el número de damnificados son muy elevados. Por otro lado, el cambio climático ha generado un aumento de lluvias en toda la región.

Hay muchas ciudades importantes del país, como Otuzco, que a pesar de ser zonas de alta pluviosidad no cuentan con este sistema. La prevención es un tema básico en la agenda nacional, todas las ciudades y pueblos deben tener un sistema de drenaje pluvial urbano para evacuar las aguas y estas no afecten a la población ni a sus propiedades. La idea de realizar este trabajo es mitigar los efectos ocasionadas por las lluvias.

En la presente tesis se diseñará un sistema de drenaje pluvial urbano para este distrito con la ayuda del modelo matemático de SWMM (en inglés *Storm Water Management Model*, en español Modelo de Gestión de Aguas Pluviales), para mejorar la gestión del agua de las lluvias. Sobre la base de generalidades y conceptos teóricos, se empieza con el análisis hidrológico para obtener la lluvia de diseño. Luego, se estudia la geomorfología de las cuencas para la obtención de las características físicas del área de estudio. Con esta información, se efectúa la modelación hidráulica con el uso de programa SWMM para así encontrar los caudales de diseño y finalmente, diseñar el sistema de drenaje pluvial urbano (Llaguno, Rodríguez, Alcocer, & Bourguett, 2016).

1.2 Justificación

En los últimos años las ciudades han tenido un crecimiento poblacional acelerado generando la construcción de viviendas, carreteras, hospitales, colegios y otras obras de infraestructura de pequeña y gran envergadura para satisfacer sus necesidades. El cambio del uso del terreno ha ocasionado que gran parte de la ciudad tenga problemas de impermeabilidad, esto quiere decir que al llover las aguas no tienen por donde filtrar generando inundaciones y disminución de la napa freática (Llaguno, Rodríguez, Alcocer, & Bourguett, 2016).

Las fuertes precipitaciones afectan al sector social, económico, educativo, salud y de seguridad, por lo tanto, es importante realizar su encauzamiento, de tal forma que asegure proteger el medio ambiente, reutilizar el agua y mejorar la calidad de vida del poblador. Ante este contexto, se crea la Ley General de Drenaje (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018) que establece la obligatoriedad de contar con un sistema de evacuación de precipitaciones en toda habilitación urbana.

La ciudad de Otuzco no posee un sistema adecuado donde discurran las aguas pluviales, siendo un centro poblado de sierra que presenta precipitaciones que han incrementado en los últimos años debido al cambio climático. Se ubica en la cuenca Moche, perteneciente a la vertiente del Pacífico. Esta zona se caracteriza por tener un clima semiseco frío, con fuertes lluvias en los meses de diciembre a abril. Por consiguiente, es necesario y justificable el diseño de drenaje pluvial urbano para la ciudad de Otuzco.

1.3 Objetivos y alcances

General

Diseñar un sistema de drenaje pluvial urbano con el uso del modelo matemático SWMM en la ciudad de Otuzco en la región La Libertad.

Específicos

- Realizar un estudio hidrológico para hallar la precipitación de diseño.
- Determinar los parámetros de la cuenca para así definir las características físicas del área de estudio.
- Obtener el caudal de diseño a partir de la simulación del modelo matemático de drenaje pluvial urbano para el diseño de los elementos del sistema de drenaje pluvial urbano.

Alcances

- Diseño adecuado, eficiente y seguro de un sistema de drenaje pluvial en la ciudad de Otuzco que beneficia a todos sus habitantes.
- La metodología utilizada en el presente trabajo sirve como base para realizar futuros diseños en distintas zonas del Perú de manera rápida y ordenada.

1.4 Metodología

El estudio inicia con la obtención del registro histórico de las precipitaciones de la información hidrometeorológica, proporcionada por entidades oficiales del estado, Senamhi y Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri) a partir de la recolección de datos de la red de estaciones climatológicas y meteorológicas y/o de satélites. Los años que cuentan con información meteorológica ha sido recolectada directamente de las precipitaciones diarias registradas en la estación Virgen de la Puerta, perteneciente al Minagri. Pero esta información no cuenta con el archivo completo de lluvias históricas por lo que se decidió completar los datos faltantes con el uso del producto PISCO (en inglés Peruvian Interpolated data of the Senamhi's Climatological and hydrological Observations, en español Datos Interpolados Peruanos de las Observaciones Climatológicas e Hidrológicas del Senamhi).

Luego, se procesan los datos pluviográficos para conocer las precipitaciones máximas anuales. Con esta información se realiza un análisis de distribución y la prueba de bondad de ajuste en el programa HidroEsta2 (2012) del Ing. Máximo Villón Béjar desarrollado por el Instituto Tecnológico de Costa Rica, plasmándolo en un hietograma de precipitación correspondiente a un periodo de tiempo, determinando la lluvia de diseño.

Por otro lado, de los planos catastrales municipales se recoge la información de las manzanas. Asimismo, de los planos topográficos de la zona, obtenidos a partir del satélite Airbus de la estación francesa CNES (en francés *Centre National d'Études Spatiales*, en español Centro Nacional de Estudios Espaciales), se toma información para efectuar el análisis hidrográfico. Delimitando la cuenca y su división en subcuencas se identifican las características geomorfológicas del área de estudio (área, ancho, pendiente, longitud, uso del terreno e impermeabilidad) para conocer el comportamiento del flujo y de sus puntos de captación a los ductos. A partir de esto se define el trazado de los colectores principales y secundarios.

Con estos datos obtenidos, se tienen las condiciones iniciales para ingresar al modelo hidráulico SWMM. Se procede a simular, calibrar y validar el modelo y así realizar cálculos de manera iterativa y sistemática, mostrando el comportamiento hidráulico en una gran variedad de formatos. La calibración se efectúa con el método racional, por no contar con valores reales de campo; y la validación, con la norma nacional OS.060.

A partir del análisis final de modelo matemático SWMM, se obtiene la cantidad de precipitación, el caudal de diseño, los volúmenes de escurrimiento, los coeficientes de escorrentía y la capacidad de conducción de los colectores.

Finalmente, se diseña el sistema de drenaje pluvial urbano para un periodo de retorno que permita mitigar las afectaciones provocadas por el escurrimiento pluvial y se plantea un presupuesto de la construcción del mismo diseñado a partir de un análisis de precios unitarios. En la *Figura 1* se sintetiza la metodología.

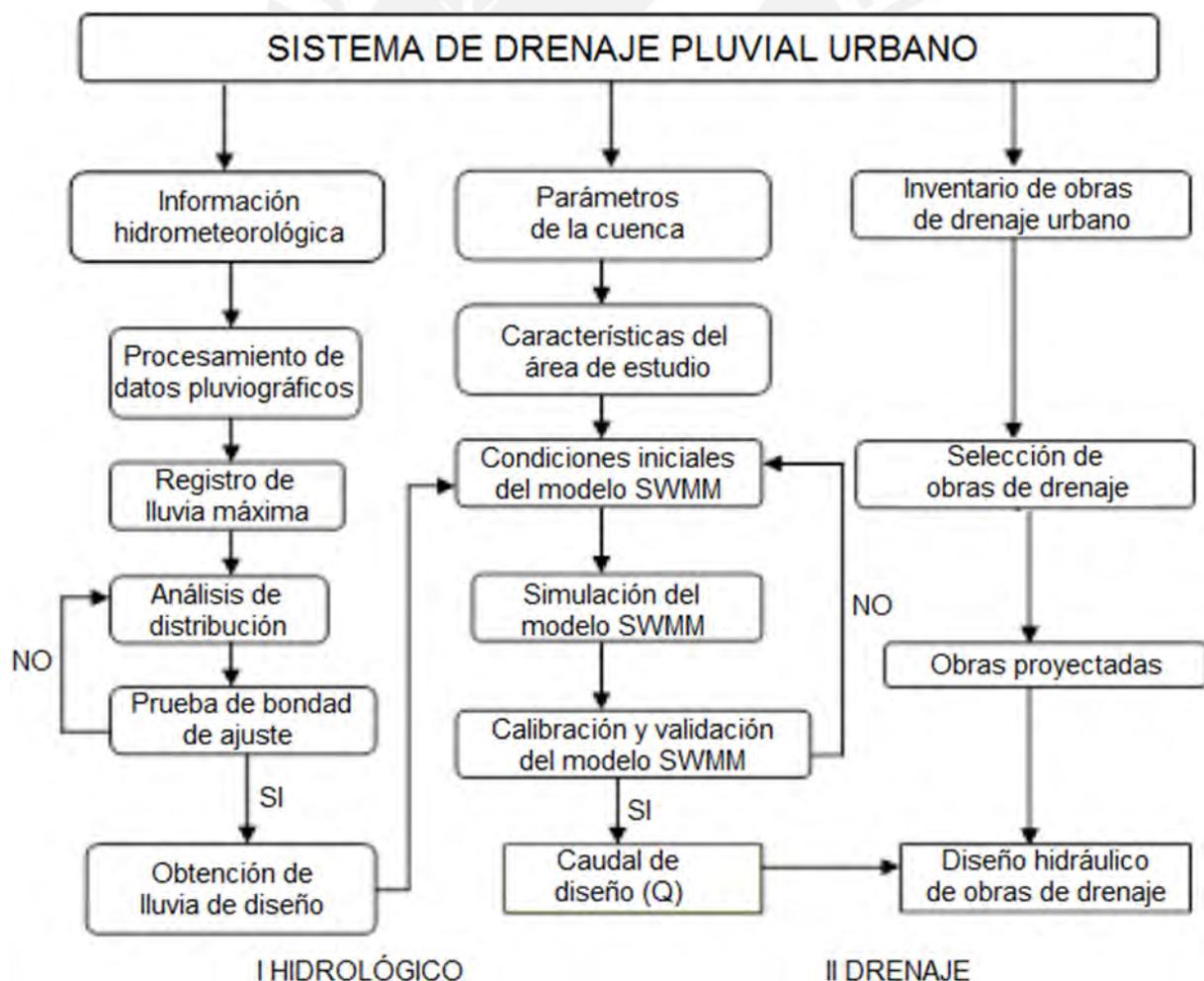


Figura 1. Metodología para el diseño de un sistema de drenaje pluvial urbano (Adaptado de Ingesservice, 2013)

Esta metodología toma como referencia las consideraciones propuestas por Llaguno et.al. (2016) en el sistema de drenaje pluvial en una zona de Cancún, México y el aplicado por Ingeservice (2013) en el proyecto de evacuación de aguas en la ciudad de Pilcomarca, Huánuco.



CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Conceptos de hidráulica

Las alcantarillas pluviales se diseñan básicamente a flujo libre, con algunas excepciones que son a presión. Se asume un régimen permanente y uniforme como requisito para aplicar la expresión de Manning (Pérez, 2015).

2.1.1 Expresión de Manning

El cálculo de la velocidad media del flujo en un conducto ha ido cambiando a través del tiempo con múltiples ecuaciones, siempre tomando como base el factor de rugosidad que depende del material del canal. Si se realiza un análisis comparativo entre la aplicación de todas estas fórmulas se obtiene que los valores son similares. La más utilizada en Perú es la expresión de Manning (Rocha, 2007). La cual también la utiliza el software SWMM.

La ecuación de Manning define a la velocidad de la siguiente manera:

$$V = \frac{R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \dots (1)$$

Para el caudal, llamado también gasto se utiliza la ecuación de continuidad:

$$Q = A \cdot V \dots (2)$$

Entonces reemplazando en la expresión de Manning se tiene:

$$Q = \frac{A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}}{n} \dots (3)$$

Donde:

V: Velocidad del flujo (m/s)

R: Radio hidráulico $A_{\text{mojada}}/P_{\text{mojado}}$ (m)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad

Q: Caudal (m³/s)

A: Área del conducto (m²)

2.1.2 Clasificación del flujo

Los diferentes criterios de clasificación del tipo de flujo en un canal dependen del parámetro que se elija. Se puede tener como variables: el tiempo, la sección, el efecto de la gravedad o la fuerza viscosa. Estas dos últimas se miden a través del número de Froude y número de Reynolds, respectivamente.

Un flujo es considerado **permanente** o estable si en un punto los parámetros (caudal, velocidad, presión, tirante, área) no cambian con respecto al tiempo y es **no permanente** o inestable, cuando lo hace. Para ambos tipos de flujo se puede tener un movimiento uniforme o variado, dependiendo de la variación de la sección en un instante de tiempo específico a lo largo del canal.

Para Chaudhry (2008) debido a la dificultad de análisis de los flujos no permanentes, en algunos casos es necesario y posible transformarlos en permanentes. Para que esto suceda las ondas no deben cambiar en el transcurso que avanzan en el sentido de la corriente. Esto quiere decir que no debe existir movimiento relativo entre ondas, por lo que desde un punto de referencia móvil el flujo se ve estable.

Considerando la sección como variable, el flujo se clasifica de la siguiente manera:

- **Movimiento uniforme:** Las características hidráulicas, como el tirante o la velocidad, son constantes a lo largo del canal en un instante de tiempo. Generalmente se presenta en cauces rectos y, de pendientes y secciones constantes. El tirante normal, como se le llama en estas condiciones es un parámetro importante de diseño de los colectores. En un sistema de drenaje se asume el supuesto que el comportamiento del agua está en régimen permanente y uniforme.
- **Movimiento variable:** Cuando la pendiente, tirante o sección transversal es cambiante o con presencia de obstrucciones en el transcurso del canal en un instante de tiempo. Este puede ser:
 - **Movimiento gradualmente variable:** Los cambios son progresivos. Este fenómeno se forma aguas arriba de algún tipo de cambio de sección o confluencia de conectores aguas abajo.

- **Movimiento rápidamente variable:** En una corta distancia del canal se genera una abrupta modificación en los parámetros hidráulicos. Los típicos ejemplos son el resalto hidráulico, las caídas, las transiciones bruscas y la confluencia de conectores.

2.1.3 Número de Froude

El número de Froude tiene un efecto dominante en flujos con superficie libre, por lo tanto, se desprecia cuando no existe movimiento en el canal. La ecuación relaciona el efecto de la gravedad en la corriente.

$$F = \frac{V}{(g \cdot D)^{0,5}} = \frac{0,319V}{D^{0,5}} \dots (4)$$

Donde:

F: Número de Froude

V: Velocidad del flujo (m/s)

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

D: Tirante hidráulico (m)

Según el número de Froude puede clasificarse el movimiento del flujo. Villón (2007) los define de la siguiente manera:

- **Movimiento crítico:** Cuando la velocidad del flujo y la velocidad del efecto de la gravedad son iguales. Esta puede generarse por el cambio de la profundidad en el flujo. (F = 1)
- **Movimiento subcrítico:** Si la velocidad del flujo es menor a la velocidad crítica. La corriente es lenta, tranquila y tiene influencias aguas arriba. (F < 1)
- **Movimiento supercrítico:** La velocidad del flujo es mayor a la velocidad crítica. La corriente es rápida, torrentosa y tiene influencia aguas abajo. (F > 1)

En la *Figura 2* se observa los tipos de flujo y su relación entre ellos.

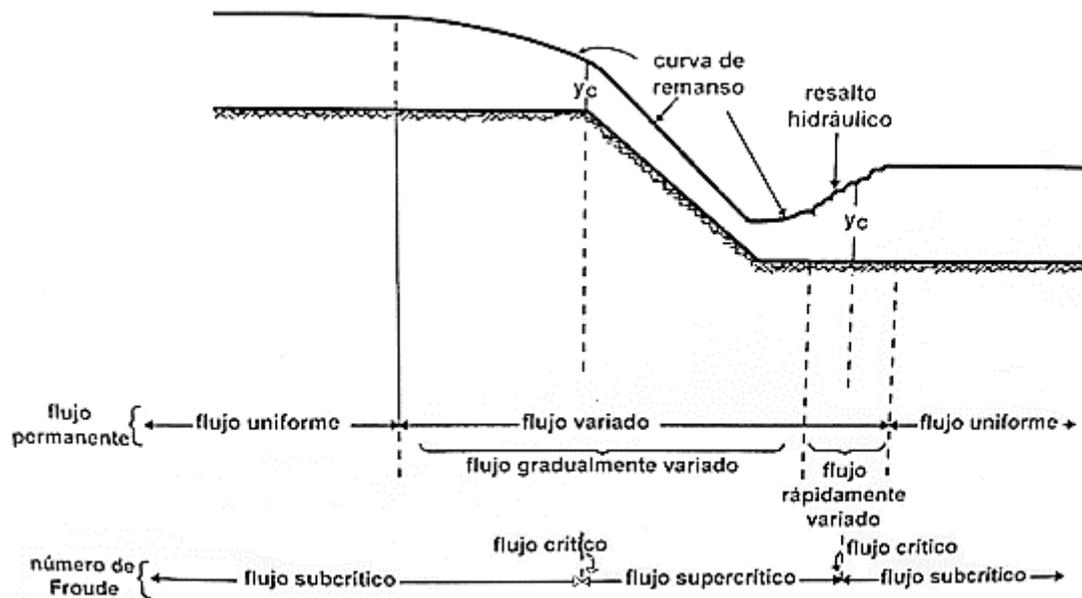


Figura 2. Tipo de flujos en canales abiertos (Villón, 2007)

2.1.4 Número de Reynolds

Un fluido es considerado **laminar** cuando las partículas líquidas siguen su recorrido en forma suave y en capas delgadas una encima de otra. A diferencia de fluido **turbulento**, en el que las partículas líquidas se mueven de manera irregular en el tiempo y espacio. Por lo tanto, el número de Reynolds determina qué tipo de fluido es, relacionando la fuerza viscosa y la inercia (Chaundhry, 2008).

$$R_e = \frac{VR}{\nu} \dots (5)$$

Donde:

R_e : Número de Reynolds

V: Velocidad promedio

ν : Viscosidad cinemática

R: Radio hidráulico

Cuando el número de Reynolds es mayor a 600 se produce la transición entre laminar a turbulento. En canales es extremadamente raro ver fluidos laminares, sin embargo, si no tiene la velocidad suficiente para formar ondas, es considerado laminar, aunque por definición no lo es. Esto sucede cuando la superficie del canal es considerada

lisa, aun cuando no existe una superficie totalmente lisa. Las superficies rugosas generan resistencia al flujo y producen considerable agitación y turbulencia (Chaundhry, 2008) (Pérez, 2015).

2.1.5 Coeficiente de rugosidad de Manning

Para representar la rugosidad de la superficie de los ductos o canales se utiliza el coeficiente n de Manning. La textura superficial interna se clasifica en paredes lisas y rugosas. Lisas cuando son de plástico, fibra de vidrio, concreto, gres o asbesto cemento. En cambio, las rugosas están hechas de acero corrugado, de ladrillo o piedra (Pérez, 2015).

El valor de n no debe ser muy grande porque resulta antieconómico y sobredimensiona los colectores, ni muy pequeño porque resulta un colector con capacidad inadecuada. Con el tiempo el valor n tiende a hacerse constante, esto debido a la acumulación de partículas y crecimiento de suciedades en las paredes del colector. Sin embargo, la elección de la constante n depende mucho de la experiencia del diseñador del proyecto.

Según Pérez (2015) para elegir el valor del coeficiente n de Manning se debe tomar algunas consideraciones:

- Las condiciones futuras de trabajo.
- No se toman valores en condiciones ideales.
- El factor de seguridad que se aplica en otras disciplinas.
- Los distintos factores de perturbación: deflexión o culebreo, sifoneo, desperdicios, sedimentos y otros sólidos, reducción de área, los pasos de inspección, entradas domiciliarias, cámaras de caídas, cambios de dirección y alineamientos, posibles raíces.

En el diseño de una red de alcantarillado se consideran los diferentes coeficientes de rugosidad de todo el recorrido que hace el agua sobre la superficie y los conductos. La *Tabla 1*, incluye los coeficientes propuestos por la Norma OS.060 (2006), como también algunos otros necesarios para el cálculo de escorrentías.

Tabla 1. Coeficiente de rugosidad de Manning

Materiales	Coeficiente de rugosidad n
Escorrentía superficial	
Pavimento de concreto	0,015
1) Acabado con llano de madera	0,014
2) Acabado escobillado	0,016
Teja de arcilla	0,014
Madera pulida	0,014
Tubería de metal corrugado	0,024
Pasto natural	0,13
Hierba corta, pradera	0,15
Hierba densa	0,24
Bosque con cubierta ligera de arbustos	0,40
Conductos cerrados	
Poliestileno de alta densidad (PEAD)	0,012
Canales abiertos	
Cuneta de concreto con acabado paleteado	0,012
Canal revestido de concreto	0,015

(Adaptado de Federal Aviation Administration Departmental Transportation, McCuen et.al y Sanz; 1970, 1996 y 2016)

Chow (1994) recomienda el uso de factores de corrección, véase la *Tabla 2*, para llegar a un coeficiente de rugosidad con condiciones reales:

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5 \dots (6)$$

Donde:

n_0 : Material involucrado

n_1 : Grado de irregularidad

n_2 : Variación de la sección transversal

n_3 : Efecto relativo de las obstrucciones

n_4 : Vegetación

m_5 : Grado de los efectos por meandro

Tabla 2. Factores de corrección sobre el coeficiente n

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0,020
	Corte en roca		0,025
	Grava fina		0,024
	Grava gruesa		0,028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0,000
	Menor		0,005
	Moderado		0,010
	Severo		0,020
Variación de la sección transversal	Gradual	n_2	0,000
	Ocasionalmente alternante		0,005
	Frecuentemente alternante		0,010 – 0,015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0,000
	Menor		0,010 – 0,015
	Apreciable		0,020 – 0,030
	Severo		0,040 – 0,060
Vegetación	Baja	n_4	0,005 – 0,010
	Media		0,010 – 0,025
	Alta		0,025 – 0,050
	Muy alta		0,050 – 0,100
Grado de los efectos por meandro	Menor	m_5	1,000
	Apreciable		1,150
	Severo		1,300

(Chow, 1994)

2.1.6 Canales de sección y/o rugosidad compuesta

Existen canales con secciones transversales muy complejas que son tratadas como compuestas, tal es el caso de los ríos. De ser así, se divide en áreas y se trabaja cada uno en forma independiente, luego se compatibiliza los valores (Rocha, 2007).

A lo largo del perímetro mojado de un canal, la rugosidad no siempre es la misma, depende del material de construcción con el que ha sido edificado, por ejemplo, un canal construido con el fondo de concreto liso y las paredes de piedra. Por consiguiente, es necesario calcular un valor equivalente de n para el perímetro y utilizar este número para el cálculo del caudal en toda la sección (Pérez, 2015).

Chereque (1993) menciona algunas fórmulas para calcular este dato:

- **Método de las velocidades iguales:** Cada área tiene la misma velocidad media que toda la sección completa. Existe la siguiente fórmula:

$$n_e = \left[\frac{\sum (P_n * n_n^{1,5})}{\sum P_n} \right]^{2/3} \dots (7)$$

- **Método de la suma de fuerzas:** La fuerza total resistente al flujo, es igual a la suma de las fuerzas desarrolladas en cada área. Es utilizado en canales de sección compuesta con bermas. Se tiene la expresión:

$$n_e = \left[\frac{\sum (P_n * n_n^2)}{\sum P_n} \right]^{1/2} \dots (8)$$

Donde:

n_e : Coeficiente de rugosidad equivalente

P_n : Perímetros mojados de las diferentes secciones

n_n : Coeficientes de rugosidad de las diferentes secciones del canal

2.1.7 Determinación de la sección transversal

La sección transversal del canal se diseña de acuerdo a un caudal determinado. Esta es elegida considerando su función, la naturaleza del servicio que presta y del análisis de la disponibilidad del agua. Desde la perspectiva de la hidráulica se puede elegir infinitas formas de sección. Sin embargo, siempre se debe buscar la máxima eficiencia hidráulica, que consiste en dejar pasar un determinado caudal en un área mojada mínima, considerando la rugosidad, pendiente y forma geométrica especificada (Rocha, 2007).

Otro aspecto fundamental es el borde libre. Rocha (2007) lo conceptualiza como la altura adicional al tirante que permite dar margen de seguridad en caso aparezcan cotas extraordinarias por encima del caudal de diseño del canal.

2.1.8 Velocidad y pendiente

Para Pérez (2015) el sistema de drenaje debe ajustarse a la topografía del terreno, controlando la velocidad y la pendiente para que no incumplan los valores mínimos y máximos de las normas. Si la pendiente es muy pronunciada se debe colocar cámaras de caída para controlar la velocidad.

La velocidad mínima responde a una fuerza tractiva mínima de tal forma que permite un adecuado flujo del agua de lluvia. Es importante su control para evitar

sedimentación de partículas y formación de bancos o depósitos. Para la velocidad máxima se toma en cuenta solo el material de los canales o tuberías, sin considerar los sedimentos (Rocha, 2007). En la *Tabla 3* se observa las velocidades máximas de acuerdo al material de la tubería.

Tabla 3. Velocidad máxima para colector de agua pluvial

Material de la tubería	Velocidad del agua con fragmentos de arena y grava (m/s)	
Arcilla vitrificada	3,5	
Policloruro de vinilo (PVC)	6,0	
Concreto armado de:	210 kg/cm ²	3,3
	250 kg/cm ²	4,0
	280 kg/cm ²	4,3
	315 kg/cm ²	5,0
Concreto armado de > 280 kg/cm ² curado al vapor	6,6	
Hierro fundido dúctil	3,0	
Poliéster reforzado con fibra de vidrio	3,0	
Poliestileno de alta densidad (PEAD)	6,0	

(Traducido de Federal Aviation Administration Departmental Transportation, 1970)

2.2 Conceptos de hidrología

2.2.1 Análisis estadístico de datos hidrológicos

2.2.1.1 Prueba de datos dudosos

En una muestra existen puntos que se alejan significativamente del resto de la información llamados *outliers*. Para su identificación, la *Water Resources Council* aconseja el uso de la prueba de datos dudosos. Para eliminarlos se tiene en consideración criterios matemáticos e hidrológicos a fin de no afectar la magnitud de los parámetros estadísticos calculados, especialmente si la muestra es pequeña. Las siguientes ecuaciones sirven para determinar el intervalo de valores aceptables (Chow, Maidment, & Mays, 2000):

$$y_H = \bar{y} + K_n S_y$$

$$y_L = \bar{y} - K_n S_y$$

Donde:

y_H : Umbral de dato dudoso alto en unidades logarítmicas

y_L : Umbral de dato dudoso bajo en unidades logarítmicas

\bar{y} : Promedio en unidades logarítmicas

S_y : Desviación estándar en unidades logarítmicas

K_n : Constante usada para detectar datos dudosos en el 10% de significancia en información normalmente distribuida. Los valores, en la *Tabla 4*, dependen del tamaño de la muestra n .

Tabla 4. Valores K_n para la prueba de datos dudosos

n	K_n								
20	2,385	28	2,534	36	2,639	44	2,719	60	2,837
21	2,408	29	2,549	37	2,650	45	2,727	65	2,866
22	2,429	30	2,563	38	2,661	46	2,736	70	2,893
23	2,448	31	2,577	39	2,671	47	2,744	75	2,917
24	2,467	32	2,591	40	2,682	48	2,753	80	2,940
25	2,486	33	2,604	41	2,692	49	2,760	85	2,961
26	2,502	34	2,616	42	2,700	50	2,768	90	2,981
27	2,519	35	2,628	43	2,710	55	2,804	95	3,000

(Adaptado de U.S. Water Resources Council, 1981)

2.2.1.2 Modelos de distribución

El Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) (2008) plantea el uso de modelos probabilísticos (discretos o continuos) en el análisis de frecuencias, con el propósito de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos para diferentes periodos de retorno, recomendando la utilización de las siguientes funciones:

- **Distribución Normal (Gaussiana)**

La función de densidad de la distribución normal es definida de la siguiente manera:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{S}\right)^2} \dots (10)$$

Donde:

$f(x)$: Función densidad normal de la variable x

x : Variable independiente

μ : Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S : Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

- **Distribución Log Normal 2 parámetros**

La función densidad de la distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{-\frac{(x-\bar{X})^2}{2S^2}} dx \dots (11)$$

Donde \bar{X} y S son los parámetros de distribución. Si la variable x de la función densidad normal se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log-normal, $N(Y,S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x deben ser transformados a $y=\log(x)$, de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n - 1}}$$

$$C_s = \frac{\frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3}{S_y^3}$$

Donde:

\bar{Y} : Media de los datos de la muestra transformada

S_y : Desviación estándar de los datos de la muestra transformada

C_s : Coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada

- **Distribución Log Normal 3 parámetros**

La función de densidad de x es:

$$f(x) = \frac{1}{(x - x_0)\sqrt{(2\pi)S_y}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\ln(x-x_0)-\mu_y}{S_y}\right)^2}, \quad x > x_0 \dots (12)$$

Donde:

X_0 : Parámetro de posición

μ_y : Parámetro de escala o media

S_y^2 : Parámetro de forma o varianza

- **Distribución Gamma 2 parámetros**

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}, \quad \begin{array}{l} 0 \leq x < \infty \\ 0 < \gamma < \infty \dots (13) \\ 0 < \beta < \infty \end{array}$$

Donde:

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

- **Distribución Gamma 3 parámetros (Pearson tipo III)**

La función densidad es:

$$f(x) = \frac{(x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(x-x_0)}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}, \quad \begin{array}{l} x_0 \leq x < \infty \\ -\infty < x_0 < \infty \\ 0 < \gamma < \infty \dots (14) \\ 0 < \beta < \infty \end{array}$$

Donde:

X_0 : Origen de la variable x , parámetro de posición

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

- **Distribución Log Pearson tipo III**

La función densidad es:

$$f(x) = \frac{(\ln x - x_0)^{\gamma-1} e^{-\frac{(\ln x - x_0)}{\beta}}}{x^{\beta} \Gamma(\gamma)}, \quad \begin{array}{l} x_0 \leq x < \infty \\ -\infty < x_0 < \infty \\ 0 < \gamma < \infty \dots (15) \\ 0 < \beta < \infty \end{array}$$

Donde:

X_0 : Parámetro de posición

γ : Parámetro de forma

β : Parámetro de escala

- **Distribución Gumbel (Valores Tipo I o Doble Exponencial)**

La función distribución de probabilidades es:

$$F(x) = e^{-e^{-(x-\beta)}} \dots (16)$$

Con el método de momentos se obtienen las siguientes relaciones:

$$\alpha = \frac{1,2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

α : Parámetro de concentración

β : Parámetro de localización

- **Distribución Log Gumbel**

La variable aleatoria reducida Log Gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha}$$

Con lo cual, la función acumulada reducida Log Gumbel es:

$$G(x) = e^{-e^{-y}} \dots (17)$$

2.2.1.3 Pruebas de bondad de ajuste

En la evaluación de datos empíricos se maneja las pruebas de bondad para comprobar si un conjunto de valores se alinea a una determinada distribución teórica. Se usa un ajuste gráfico o se utilizan pruebas estadísticas (Villón, 2005). Las más conocidas son las siguientes:

- **Ajuste gráfico**

Se efectúa una comparación entre las gráficas de las funciones empírica y teóricas, con la finalidad de observar la similitud entre las curvas. Se puede emplear papel

milimetrado o papel probabilístico, donde se representan las distribuciones como línea recta.

- **Prueba Chi-cuadrado (χ^2)**

Esta prueba discrimina, en base al cálculo de frecuencias para un determinado número de intervalos, si una colección de datos se ajusta a un modelo teórico. Para ello es necesario conocer a priori su función densidad. En la práctica se utiliza para cualquier modelo de ajuste, aunque la prueba es estrictamente para distribuciones normales (Villón, 2005).

- **Prueba Kolmogorov – Smirnov**

Este método permite elegir la distribución que tiene mayor ajuste al modelo estimado. La prueba compara el máximo valor absoluto de la diferencia D entre la función de distribución observada $F_o(x_m)$ y la teórica $F(x_m)$:

$$D = \text{máx}|F_o(x_m) - F(x_m)| \dots (18)$$

Se tiene un valor crítico d que depende del tamaño de la muestra y del nivel de significancia seleccionado en la *Tabla 5*. Si $D < d$, se considera hipótesis nula. La función de distribución de probabilidad observada se calcula usando la siguiente fórmula:

$$F_o(x_m) = \frac{m}{n + 1} \dots (19)$$

Donde:

m : Número de orden de datos x_m en una lista de mayor a menor

n : Número total de datos

Tabla 5. Valores críticos para la prueba de Kolmogorov-Smirnov

Tamaño de la muestra	$\alpha=0,10$	$\alpha=0,05$	$\alpha=0,01$
10	0,37	0,41	0,49
15	0,30	0,34	0,40
20	0,26	0,29	0,35
25	0,24	0,26	0,32
30	0,22	0,24	0,29
35	0,20	0,22	0,27
40	0,19	0,21	0,25

(Aparicio, 1999)

Esta prueba tiene varias ventajas con relación a la Chi-cuadrado: no es necesario conocer a priori la función de distribución teórica, no requiere agrupar los datos en intervalos de clases y aplica a cualquier tipo de distribución teórica (Villón, 2005).

2.2.2 Periodo de retorno

El periodo de retorno sirve para determinar el caudal de diseño, indispensable para dimensionar las estructuras hidráulicas. En el manual del MTC (2008) se especifica que, para decidir el periodo de retorno a utilizar en el diseño de un proyecto, se relaciona la probabilidad de excedencia de la lluvia, el riesgo de falla admisible y la vida útil de la estructura. Dependiendo estos dos últimos de factores económicos, políticos, sociales y técnicos. El riesgo de falla admisible en función del periodo de retorno y vida útil de la obra está dado por:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots (20)$$

Donde:

R: Riesgo de falla admisible

n: Vida útil (años)

T: Periodo de retorno (años)

2.2.3 Precipitaciones de diseño

2.2.3.1 Precipitación en un punto

Las condiciones del lugar, como pluviosidad, temperatura, dirección y velocidad del viento, humedad, son registradas mediante una red de estaciones meteorológicas. El Perú tiene estaciones convencionales, donde utiliza los pluviómetros para la lectura directa de la precipitación diaria; y automáticas, que hace uso de los pluviógrafos para un registro gráfico y continuo por hora de la lluvia (Pérez, 2015).

La unidad de medida es el milímetro (mm) y representa la profundidad en milímetros de la columna de agua de un metro cuadrado de base. La lectura de la información es recolectada en un determinado periodo de tiempo.

Catala (1992) asume que las precipitaciones de corta duración son las que duran menos de 2 horas y las de larga duración, las comprendidas entre 2 y 72 horas. Las que son de larga duración y baja intensidad representan un mayor peligro a las redes de saneamiento que las de corta duración y alta intensidad.

La lluvia de diseño se obtiene del análisis de frecuencia de valores extremos de registro histórico de dicho punto. Anualmente se registra la máxima columna de agua dada una duración. Para cada serie de específica duración se utiliza el análisis de frecuencia de valores extremos para calcular la precipitación de diseño para múltiples periodos de retorno (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Luego de obtener las lluvias máximas anuales, Campos (1984) recomienda realizar una corrección para que las precipitaciones se asemejen más a la realidad.

Corrección por intervalo fijo de observación

En el estudio realizado por L.L. Weiss (en Campos, 1984), se encontró que los análisis probabilísticos llevados a cabo con lluvias máximas anuales, en cualquier duración comprendida entre 1 y 24 horas, al ser incrementado en 13% conduce a valores más aproximados a los obtenidos en un análisis basado en lluvias máximas verdaderas.

Esto quiere decir que los valores obtenidos en el análisis estadístico deben ser multiplicados por 1,13 para ajustarlos por intervalo fijo de observación. El registro de las lluvias máximas diarias, tomado cada 24 horas, es corregida para convertir la lluvia representativa en lluvia máxima en 24 horas en un periodo de retorno.

2.2.3.2 Intensidad de precipitación

La intensidad de la precipitación para un área establecida es la intensidad promedio de una lluvia de una determinada duración, llamada tiempo de concentración, y de su periodo de retorno, que depende del tipo del elemento hidráulico que se diseña (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

De las precipitaciones máximas en 24 horas se obtiene la intensidad de las lluvias para cada periodo de retorno y posteriormente, las curvas Intensidad – Duración – Frecuencia. La intensidad de la precipitación está definida por:

$$i_{(t,T)} = \frac{P_{(t,T)}}{t} \dots (21)$$

Donde:

I: Intensidad de la duración (mm/hr)

P: Profundidad de precipitación (mm)

t: Duración (hr)

T: Periodo de retorno (años)

La lluvia y su intensidad tienen un desigual reparto en una región estudiada. De tal forma que, en un punto de la zona, llamado centro, la intensidad de la precipitación es mayor a cualquier otro. Por lo tanto, a medida que un punto se aleja o aumenta la superficie afectada, la intensidad disminuye. Para evidenciar este fenómeno se aplica un factor de reducción llamado coeficiente de desigual reparto espacial de la lluvia. En áreas reducidas, por seguridad del ingeniero, este coeficiente pierde importancia y no es necesario considerarlo en el diseño (Catala, 1992).

2.2.3.3 Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia (IDF)

Las curvas IDF, gráficamente o por medio de fórmulas, relacionan la intensidad de lluvia con la duración y frecuencia (inversa del periodo de retorno) para un punto determinado, encontrados por análisis estadísticos y ajustes de curva (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

Las curvas son obtenidas de diferentes maneras. Si existe un pluviógrafo en el área de influencia, se puede leer de ahí directamente. De lo contrario, se emplean métodos para hallar las precipitaciones y sus intensidades con duración menor a 24 horas, relacionadas en función de las lluvias máximas diarias. Se pueden utilizar métodos como el IILA-SENAMHI-UNI o Dick y Peschke.

Dick y Peschke

Dick y Peschke es una metodología utilizada para tormentas menores a una hora o para zonas donde no cuentan con registros pluviográficos que permitan leer las intensidades máximas. La fórmula relaciona la precipitación máxima en 24 horas con la duración de la lluvia. Adicionalmente, este dato sirve para encontrar la intensidad de lluvia (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008).

$$P_d = P_{24} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0,25} \dots (22)$$

Donde:

P_d : Precipitación total (mm)

P_{24} : Precipitación máxima en 24 horas (mm)

d : Duración (min)

2.2.3.4 Hietograma de diseño

Algunos métodos hidrológicos requieren la distribución temporal de una tormenta, por lo que conocer el valor máximo de la lluvia o la intensidad de diseño en un periodo de tiempo, es tan importante como saber la evolución de esa tormenta a lo largo del tiempo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2008). A continuación, una forma sencilla de obtener el hietograma de diseño planteada por Chow, Maidment, & Mays (2000).

Método del bloque alterno

Este método tiene un procedimiento simple para construir un hietograma de diseño a partir de una curva IDF. En ella se lee la intensidad de acuerdo al periodo de retorno seleccionado para cada una de las duraciones. Primero, se obtienen las precipitaciones, de cada tiempo parcial, sucesivamente, hasta completar la duración requerida. Luego, los bloques se disponen en una secuencia temporal de tal forma que la intensidad pico se coloque en el centro y las demás en orden descendente alternando la derecha e izquierda para así formar el hietograma que tiene forma piramidal.

2.2.4 Caudal de diseño

2.2.4.1 Método racional

Para poder hacer uso del método racional se debe tener en cuenta que la cuenca debe ser menor o igual a 13 km². El área de drenaje, en zonas urbanas, está compuesto por subcuencas de diferentes características superficiales, siendo necesario para el cálculo del máximo caudal en colectores y caudales, el uso de la siguiente expresión:

$$Q = 0,278i \sum_{j=1}^m C_j A_j \dots (23)$$

Donde:

Q: Caudal pico (m³/s)

i: Intensidad de la lluvia (mm/hr)

C_j: Coeficiente de escorrentía

A_j: Área de drenaje de la j-ésima subcuenca (km²)

m: Número de subcuencas drenadas por alcantarillas o canales

Según Chow, Maidment, & Mays (2000) tiene que existir ciertas suposiciones para aplicar este método:

- El caudal calculado en el punto de salida de la cuenca es una función de la tasa de lluvia promedio durante el tiempo de concentración.
- El tiempo de concentración empleado es la duración para que la escorrentía fluya desde el punto más remoto del área de drenaje hasta la entrada al alcantarillado diseñado.
- La intensidad de lluvia es constante en toda la tormenta.

En el caso que la cuenca urbana sea mayor a 13 km². se puede utilizar hidrogramas unitarios o algún modelo de simulación.

2.2.4.2 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía es un valor que para su elección se requiere de buen criterio y gran experiencia. Para encontrarlo se consideran algunos aspectos como: condiciones y características del suelo (humedad, capacidad de infiltración, etc.), pendiente y grado de impermeabilización de la superficie, almacenamiento por depresiones del terreno, proximidad del nivel freático, duración e intensidad de la precipitación.

En un área de drenaje se tiene superficies permeables e impermeables sobre las cuales cae la lluvia. Se consideran impermeables a los tejados, pavimentos, andenes y patios; en cambio, son permeable los prados, parques, bosques y potreros (Pérez, 2015).

La Norma OS.060 (2006) especifica algunos valores en la *Tabla 6* para áreas urbanas y rurales para diferentes periodos de retorno. A mayor duración de la lluvia y mayor impermeabilidad el coeficiente se aproxima o iguala a 1.

Tabla 6. Coeficientes de escorrentía promedio para ser utilizados en el método racional

Características de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0,73	0,77	0,81	0,86	0,90	0,95	1,00
Concreto/Techo	0,75	0,80	0,83	0,88	0,92	0,97	1,00
Zonas verdes (jardines, parques, etc.)							
Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,32	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,58
Promedio, 2 - 7%	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,61
Pendiente superior a 7%	0,40	0,43	0,45	0,49	0,52	0,55	0,62
Condición promedio (cubierta de pasto menor del 50 al 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 - 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)							
Plano, 0 - 2%	0,21	0,23	0,25	0,29	0,32	0,36	0,49
Promedio, 2 - 7%	0,29	0,32	0,35	0,39	0,42	0,46	0,56
Pendiente superior a 7%	0,34	0,37	0,40	0,44	0,47	0,51	0,58
Áreas no desarrolladas							
Área de Cultivos							
Plano, 0 - 2%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,57
Promedio, 2 - 7%	0,35	0,38	0,41	0,44	0,48	0,51	0,60
Pendiente superior a 7%	0,39	0,42	0,44	0,48	0,51	0,54	0,61
Pastizales							
Plano, 0 - 2%	0,25	0,28	0,30	0,34	0,37	0,41	0,53
Promedio, 2 - 7%	0,33	0,36	0,38	0,42	0,45	0,49	0,58
Pendiente superior a 7%	0,37	0,40	0,42	0,46	0,49	0,53	0,60
Bosques							
Plano, 0 - 2%	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,39	0,48
Promedio, 2 - 7%	0,31	0,34	0,36	0,40	0,43	0,47	0,56
Pendiente superior a 7%	0,35	0,39	0,41	0,45	0,48	0,52	0,58

(Traducido de Chow et al., 1994)

2.2.4.3 Tiempo de concentración

Es el tiempo del recorrido que hace una gota de agua desde el punto más alejado del área de drenaje hasta su salida y es determinado de la siguiente forma:

$$t_c = t_0 + t_f \dots (24)$$

Donde:

t_c : Tiempo de concentración

t_o : Tiempo de ingreso

t_f : Tiempo de flujo

El tiempo de ingreso es la duración del recorrido de la gota de lluvia desde el punto más remoto de una determinada área hasta el acceso al sistema de drenaje pluvial. En algunos casos el tiempo de ingreso es el mismo al del tiempo de concentración, cuando no existe alcantarillado aguas arriba. Mediante las fórmulas presentadas en la *Tabla 7* u observación experimental en campo se puede estimar su valor.

Tabla 7. Resumen de las ecuaciones de tiempo de concentración

Método y fecha	Fórmula para t_c (min)	Observaciones
Kirpich (1940)	$t_c = 0.01947L^{0,77}S^{-0,385}$ $t_c = 0.0195L^{0,77}S^{-0,385}$ <p>Donde: L: Longitud del canal desde aguas arriba hasta la salida (m) S: Pendiente promedio de la cuenca (m/m)</p>	Desarrollada a partir de información del SCS de siete cuencas rurales de Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (3% a 10%); para flujo superficial en superficies de concreto o asfalto, multiplicar t_c por 0,4; para canales de concreto, multiplicar por 0,2; sin ajustes para flujo superficial en suelo descubierto o para flujo en cunetas.
California Culverts Practice (1942)	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$ <p>Donde: L: Longitud del curso de agua más largo (m) H: Diferencia de nivel entre la divisoria de aguas y la salida (m)</p>	Esencialmente es la ecuación de Kirpich; desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California.
Izzard (1946)	$t_c = \frac{525(0,0000276i + c)L^{0,33}}{S^{0,333}i^{0,667}}$ <p>Donde: i: Intensidad de lluvia (mm/hr) c: Coeficiente de retardo L: Longitud de la trayectoria de flujo (m) S: Pendiente de la trayectoria de flujo (m/m)</p>	Desarrollada experimentalmente en laboratorio por el Bureau of Public Roads para flujo superficial en caminos y áreas de césped; los valores del coeficiente de retardo varían desde 0,007 para pavimentos muy lisos hasta 0,012 para pavimentos de concreto y 0,06 para superficies densamente cubiertas de pasto; la solución requiere de procesos iterativos; el producto de i por L debe ser $\leq 3\ 800$.
Federal Aviation Administration (1970)	$t_c = 0,7035 \frac{(1,1 - C)L^{0,5}}{S^{0,333}}$ <p>Donde:</p>	Desarrollada de información sobre el drenaje de aeropuertos, recopilada por el Corps of Engineers; el método tiene como finalidad el ser usado en

	<p>C: Coeficiente de escorrentía del método racional L: Longitud del flujo superficial (m) S: Pendiente de la superficie (m/m)</p>	<p>problemas de drenaje de aeropuertos, pero ha sido frecuentemente usado para flujo superficial en cuencas urbanas.</p>
<p>Ecuaciones de onda cinemática Morgali y Linsley (1965) Aron y Erborge (1973)</p>	$t_c = 7 \frac{L^{0,6} n^{0,6}}{i^{0,4} S^{0,3}}$ <p>Donde: L: Longitud del flujo superficial (m) n: Coeficiente de rugosidad de Manning i: Intensidad de lluvia (mm/hr) S: Pendiente promedio del terreno (m/m)</p>	<p>Ecuación para flujo superficial desarrollada a partir de análisis de onda cinemática de la escorrentía superficial desde superficies desarrolladas. El método requiere iteraciones debido a que tanto i (intensidad de lluvia) como t_c son desconocidos; la superposición de una curva de intensidad-duración-frecuencia da una solución gráfica directa para t_c.</p>
<p>Ecuación de retardo Soil Conservation Service - SCS (1973)</p>	$t_c = 0,0136 \frac{L^{0,8} \left(\frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0,7}}{S^{0,5}}$ <p>Donde: L: Longitud hidráulica de la cuenca, mayor trayectoria de flujo (m) CN: Número de curva SCS S: Pendiente promedio de la cuenca (m/m)</p>	<p>Ecuación desarrollada por el SCS a partir de información de cuencas de uso agrícola; ha sido adaptada a pequeñas cuencas urbanas con áreas inferiores a 810 Ha; se ha encontrado que generalmente es buena cuando el área se encuentra completamente pavimentada; para áreas mixtas tiene tendencia a la sobreestimación; se aplican factores de ajuste para corregir efectos de mejoras en canales e impermeabilización de superficies; la ecuación supone que t_c= 1,67 veces el retardo de la cuenca.</p>

(Traducido de Chow et al., 1994)

El tiempo de flujo es la duración de la trayectoria que sigue una gota de agua dentro del sistema de drenaje pluvial. La distancia recorrida debe estimarse tomando en consideración el terreno actual y futuro. El tiempo es calculado mediante:

$$t_f = \sum_{i=1}^n \frac{L_i}{V_i} \dots (25)$$

Donde:

t_f: Tiempo de flujo (s)

L_i: Longitud del conducto a lo largo de la trayectoria del flujo (m)

V_i: Velocidad del flujo en la misma trayectoria (m/s)

El tiempo de concentración que se toma es el de mayor duración para que el flujo llegue al punto de salida o de interés. Es influenciado por las características de la cuenca

como su área, geometría, pendiente o impermeabilidad. En este lapso, la escorrentía alcanza su máximo pico y se asume que es igual a la duración de la precipitación, debido a la relación inversa entre la intensidad y su duración. La Norma OS.060 (2006) especifica que no se debe considerar un tiempo menor a 10 minutos.

2.2.4.4 Área de drenaje

En un sistema de drenaje es necesario determinar la forma y el tamaño de la cuenca a estudiar con la ayuda de mapas topográficos. Cada intervalo de las curvas de nivel permite distinguir la dirección y sentido del flujo superficial de tal forma que se pueda trazar los bordes de la cuenca y sus subdivisiones. Estas demarcaciones deben ser considerando la localización de los conductos subterráneos, las pendientes de los pavimentos, la calidad de pastos y céspedes, los parques pavimentados y otras características del área urbana. Esto quiere decir, que no se puede dividir obedeciendo a límites comerciales (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006).

2.3 Sistemas de drenaje

Un sistema de alcantarillado se define como el conjunto de conductos y estructuras destinadas a recibir, evacuar, conducir y disponer las aguas que pueden ser fruto de la actividad humana o de las precipitaciones. Por lo tanto, en todo lugar dónde exista un sistema de suministro de agua o presencia de lluvias se requiere un sistema de evacuación (Pérez, 2015).

Para Catala (1992) existen básicamente dos tipos de sistemas de alcantarillado: separativo y unitario, afirmando que pueden tener algunas variaciones como el sistema mixto, pseudo-separativo y compuesto.

2.3.1 Sistema separativo, unitario y mixto

El sistema separativo se caracteriza por tener dos redes de alcantarillado de forma independiente, una corresponde al alcantarillado sanitario que recibe las aguas servidas domésticas y las industriales. Y la otra red, al alcantarillado pluvial que transporta el agua proveniente de las precipitaciones, ya sea en forma líquida, granizo o nieve, y la procedente de la limpieza urbana.

En el sistema unitario o combinado toda el agua proveniente del lugar, servida y pluvial, concurre a una sola matriz de alcantarilla. Por otro lado, existe un sistema mixto

que presenta algunos tramos iniciales diseñados como sistema separativo y el resto como sistema unitario.

El costo de la construcción de un sistema separativo puede ser hasta el doble de un sistema unitario y los gastos de conservación superiores. Sin embargo, si las condiciones geográficas lo permiten, en el diseño se puede incluir cunetas o canales abiertos y el precio puede llegar a ser competitivo. Otro problema del sistema separativo es la contaminación de las primeras lluvias que no llegan a ser tratadas.

La ventaja del sistema separativo radica en la facilidad y economía de la depuración de las aguas servidas. Facilidad debida a la uniformidad de los caudales a tratar y economía por la separación entre aguas, demandando una menor capacidad de las plantas de tratamiento.

Las aguas industriales normalmente se descargan directamente en alcantarillados sanitarios o combinados, aunque representan un gran riesgo. Su pH altamente corrosivo amerita el uso de conductos especiales para resguardar la infraestructura del sistema. En todo caso se recomienda que estos fluidos pasen por un tratamiento eficiente antes de su descarga en las alcantarillas urbanas (Pérez, 2015).

2.3.2 Sistema pseudo-separativo y compuesto

El sistema pseudo-separativo es una variación del sistema separativo. Una red recoge el agua proveniente de las lluvias de las edificaciones junto a las aguas residuales domésticas e industriales. La otra red es únicamente para el agua de las precipitaciones que se acumulan en las vías, plazas y jardines públicos. La no necesidad de tener doble acometida para cada inmueble es la ventaja fundamental de este sistema, lo que representa un importante ahorro al momento de implementarla para la evacuación de aguas pluviales en viviendas ya consolidadas.

En el sistema compuesto las aguas de lluvia iniciales se transportan junto con las servidas hasta que las precipitaciones lleguen a un determinado caudal. El excedente ya se recoge en una red exclusivamente pluvial. Este sistema tiene la ventaja de que las primeras aguas pluviales tienen muchos contaminantes y estas pueden ser depuradas junto con las aguas residuales e industriales.

2.4 Storm Water Management Model

El *Storm Water Management Model* (SWMM), llamado en español Modelo de gestión de aguas pluviales, fue diseñado por la US EPA (en inglés *United States Environmental Protection Agency*, en español Agencia de Protección del Medio Ambiente) en 1971. Es un modelo de simulación de tormentas que tiene múltiples aplicaciones en sistemas de redes sanitarias y pluviales. Su función más utilizada es el dimensionamiento y diseño de componentes de la red de alcantarillado y de las estructuras de retención, con la finalidad de controlar las inundaciones y proteger la calidad de las aguas (Rossman, 2015).

Al comparar los resultados del modelo matemático con los del método racional se aprecia valores muy similares, por lo tanto, es adecuado y recomendable el uso de esta herramienta de cómputo para el diseño de un sistema de drenaje pluvial. Teniendo como ventaja la observación rápida de los resultados de perfiles y velocidades. Para su uso se requiere información previa de la cuenca para poder obtener valores confiables para un buen diseño (Ríos & Cruz, 2012).

2.4.1 Descripción general

El SWMM conceptualiza los elementos reales de una típica red de drenaje pluvial urbano en un conjunto estándar de objetos, agrupados en módulos, estos pueden ser físicos o virtuales. El módulo de hidrología es el encargado de modelar el proceso de la lluvia en el sistema. El objeto pluviómetro (*Rain Gage*) proporciona la data sobre la precipitación que escurrirá sobre los objetos subcuenca (*Subcatchment*), asociándolos. A cada subcuenca se le asigna un tipo de infiltración. El deshielo se modela con objetos de nieve (*Snow Pack*) colocados sobre las cuencas, mientras que los objetos del acuífero (*Aquifer*) ubicados debajo de las cuencas se utilizan para modelar el flujo de agua subterránea. El objeto hidrograma unitario (*Unit Hydrograph*) describe en una función la cantidad de agua infiltrada a lo largo del tiempo. Los objetos drenajes sostenibles (*LID Control*) muestran herramientas sostenibles para el sistema.

El módulo hidráulico es una red de nudos y enlaces. Los nudos (*Nodes*) son puntos representados por los objetos de uniones simples (*Junctions*), divisores de flujo (*Dividers*), unidades de almacenamiento (*Storage Units*) o aforos (*Outfalls*). Los enlaces (*Links*) conectan los nudos entre sí con los objetos conductos (*Conduits*), bombas (*Pump*) o reguladores de flujo como orificios (*Orifices*), vertederos (*Weirs*) y salidas (*Outlets*).

Los objetos uso del suelo (*Land Uses*) y contaminantes (*Pollutants*) forman parte del módulo Calidad del agua. Finalmente, el grupo de objetos de datos que incluye curvas (*Curves*), series de Tiempo (*Times Series*) y patrones de Tiempo (*Time Patterns*) se utilizan para caracterizar los flujos de entrada y el comportamiento de los objetos físicos en el SWMM. La *Figura 3* muestra el modelo conceptual donde se observa los objetos visibles (Rossman, 2017).

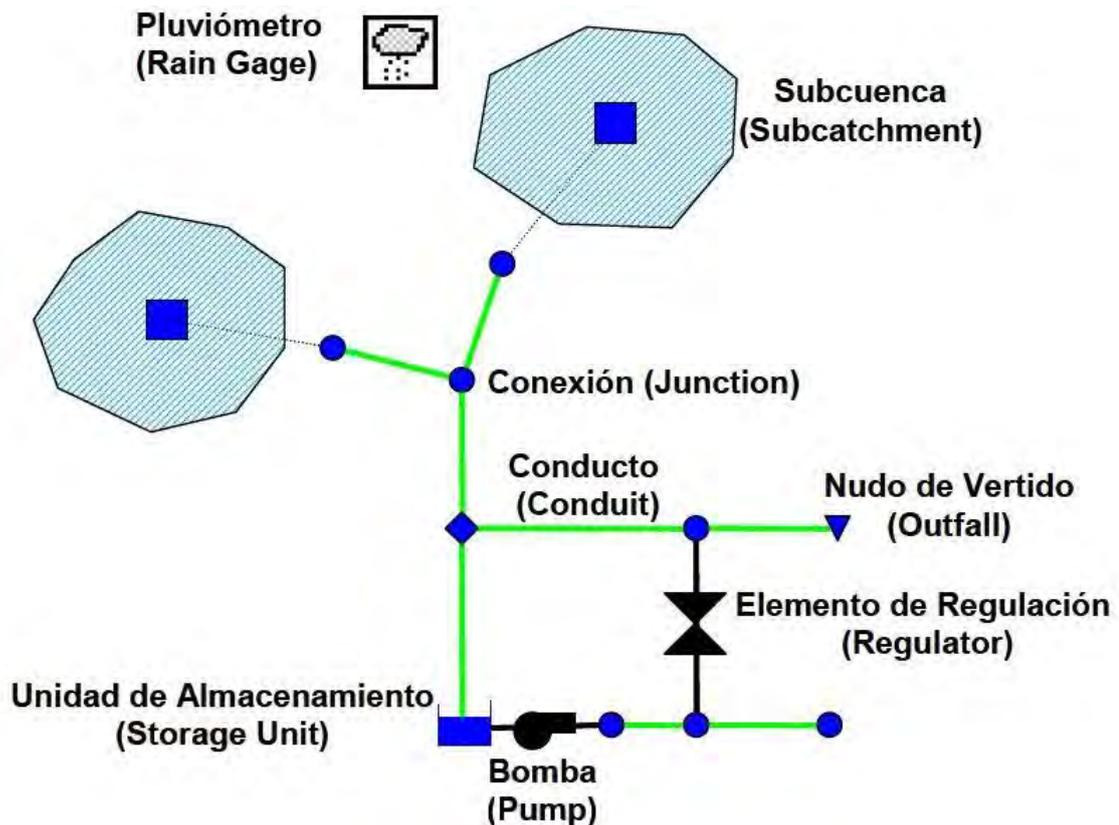


Figura 3. Modelo conceptual del SWMM (Rossman, Schade, Dickinson, Chan & Burgess, 2006)

La infiltración depende únicamente del tipo del suelo y sus características. El modelo permite elegir entre cinco tipos de infiltración para asignar a cada subcuenca. El método de Horton es aplicable solo a eventos donde la lluvia exceda la capacidad de infiltración. El Horton modificado soluciona ese inconveniente y proporciona estimaciones más precisas en lluvias de baja intensidad. Las ecuaciones de *Green-Ampt* y *Green-Ampt* modificada son ajustables a precipitaciones inestables. Finalmente, el método de Número de Curva es muy utilizado por la facilidad al hacer lectura de tablas para una amplia gama de usos y tipos de suelos (Rossman, 2016).

2.4.2 Métodos de análisis

En el SWMM el flujo es trabajado como unidimensional, permanente, gradualmente variado e inestable. Con el modelamiento del sistema de drenaje se obtiene el volumen, caudal y tirante en los conductos en cada paso del tiempo para un único acontecimiento o una simulación continua en un periodo extendido. A través del recorrido, las ondas del flujo son afectadas por las condiciones iniciales y de contorno que se ingresan al modelo y están representadas por las ecuaciones diferenciales de conservación de masas y momento llamadas *Barré Saint Venant*. Para su solución el modelo realiza dos tipos de análisis: onda dinámica y cinemática (Rossman, 2017).

Para utilizar las ecuaciones de *Barré Saint Venant* se debe asumir un flujo unidimensional, presión hidrostática, poca pendiente del fondo del canal y flujo estable. Las fórmulas son las siguientes:

Fórmula 26. Ecuación de continuidad de Barré Saint Venant

$$\frac{dA}{dt} + \frac{dQ}{dx} = 0 \dots (26)$$

Fórmula 27. Ecuación de momento de Barré Saint Venant

$$\frac{dQ}{dt} + \frac{d(Q^2/A)}{dx} + gA \frac{dH}{dx} + gAS_f = 0 \dots (27)$$

Donde:

A: Área (ft²)

t: Tiempo (s)

Q: Caudal (cfs)

x: Distancia (ft)

g: Gravedad (ft/s²)

H: Altura de la presión hidráulica (ft)

S_f: Pendiente (ft/ft)

El análisis por ondas dinámicas resuelve la forma completa de las ecuaciones de *Barré Saint Venant* lo que produce resultados con mucha precisión. Se puede aplicar a cualquier diseño de redes debido a que en la resolución toma en cuenta todo tipo de condiciones: flujo a presión, pérdidas de entrada-salida, flujo de alcantarilla, almacenamiento en canales, efectos de remanso e inversión del flujo.

En el caso de las ondas cinemáticas utiliza la ecuación de continuidad con una forma simplificada de la ecuación de momento en cada conducto. Es muy aplicable en redes con pendientes pronunciadas ($>0,1\%$) con flujo poco profundo y alta velocidad. Tiene buena precisión y eficiencia en escenarios donde no se tome en cuenta la inversión del flujo, los efectos del remanso, los flujos a presión o las pérdidas de entrada-salida.

2.5 Diseño para sistemas menores de drenaje pluvial urbano

Los sistemas de drenaje son diseñados de acuerdo a la Norma OS.060 (2006) y el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del MTC (2008). La norma aplica a los nuevos sistemas de drenaje pluvial, como también a la rehabilitación, mejoramiento y/o ampliación de los existentes.

2.5.1 Información básica

Los proyectos de drenaje pluvial urbano deben contar con la siguiente información básica:

- Información meteorológica
- Planos catastrales
- Planos de uso de suelo

Esta información se recaba en instituciones oficiales como del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi), de los municipios y de los ministerios correspondientes.

Además, se necesita la información topográfica de la zona y los estudios hidráulicos e hídricos para poder dar inicio al diseño del drenaje pluvial urbano. Los planos topográficos se pueden obtener del levantamiento topográfico de la zona y de imágenes satelitales. Los estudios hidráulicos e hídricos del procesamiento de datos obtenidos de la institución competente.

El decreto legislativo N° 1356 (2018) modifica la Norma OS.060 vigente. Esta exige de forma obligatoria un sistema de alcantarillado pluvial para toda edificación y habilitación urbana. La elaboración del expediente técnico del proyecto está a cargo de un ingeniero civil o sanitario colegiado y habilitado, y de un revisor asignado por el ente competente. Ambos tienen la responsabilidad de cumplir la presente norma.

2.5.2 Consideraciones del caudal de diseño

Los caudales para el sistema de evacuación de lluvias deben ser calculados de la siguiente manera:

- Método racional, cuencas iguales o menores a 13 km².
- Método del hidrograma unitario o modelos de simulación (SWMM, etc.), cuencas mayores a 13 km².

Los periodos de retorno considerados en el diseño pueden ser de 2; 5; 10 o menos de 25 años, dependiendo del tamaño de la cuenca urbana y de la población de la zona. Para sistemas mayores es como mínimo 25 años.

2.5.3 Captación en zona vehicular - pista

Para la eliminación de la escorrentía proveniente de pistas, veredas y viviendas tener en cuenta las siguientes consideraciones:

2.5.3.1 Orientación del flujo

En el diseño de las calzadas se tiene que elegir las pendientes longitudinales y transversales de tal forma que la escorrentía no se concentre y fluya libremente. En la *Tabla 8* se observa diferentes pendientes recomendadas de acuerdo a la zona.

Tabla 8. Pendientes longitudinales y transversales de las pistas

		Costa	Sierra	Selva	
				Baja	Alta
Longitudinal		≥ 0,5%			≥ 1%
Transversal	Calzada	≥ 2%	≥ 2,5%	≥ 3%	
	Berma	≥ 2,5%	≥ 3%	≥ 3,5%	

(Adaptado de Propuesta de norma OS.060, 2017)

Gran parte de las ciudades y pueblos del país no tienen un sistema de drenaje pluvial óptimo o carecen de él, empeorando su condición al no tener las pendientes necesarias para la evacuación de aguas de lluvias. En la mayoría de sistemas mayores de alcantarillado pluvial, en lluvias extremas las pistas hacen de canales de evacuación y ahí radica la importancia de las pendientes.

2.5.3.2 Sistemas de captación y transporte de agua pluvial

La evacuación de las precipitaciones sobre la pista y acera se realiza mediante cunetas, estas llevan la escorrentía aguas abajo hacia los sumideros, protegidos por rejillas, captan el agua y es transportada por los colectores de la ciudad.

Cunetas

Su objetivo principal es captar la escorrentía superficial de las calles y casas para luego dirigirla a los sumideros para ser descargada a la red principal del sistema de drenaje.

Las secciones transversales más usadas son la triangular, en V, trapezoidal, circular y compuesta.

La capacidad de la cuneta depende de su pendiente, rugosidad del material a utilizar y sección transversal. La capacidad de conducción se obtiene generalmente utilizando la fórmula de Manning.

El ancho máximo del espejo de agua sobre la pista en vías principales de alto tránsito es igual al ancho de la berma y en vías secundarias de bajo tránsito, a la mitad.

La evacuación de las aguas de las cunetas se realiza a través de sumideros y la ubicación de estos dependen de las pendientes de las cunetas y las condiciones de flujo.

Sumideros

La elección del tipo de sumidero obedece a condiciones hidráulicas, económicas y de ubicación. Existen muchos tipos, siendo los cuatro principales: laterales en sardinel o solera, fondo, mixtos o combinados y de rejillas en calzadas. Asimismo, se clasifica de acuerdo al tipo de empalme. En casos particulares es necesario diseñar sumideros especiales.

Por lo general, la ubicación de los sumideros debe ser en los puntos bajos y tiene que adecuarse de tal forma de no entorpecer el tránsito peatonal y vehicular. Es habitual que se encuentren en las esquinas de cruces de calles, aunque, si la longitud entre esquinas es mayor a 100 metros, se deben colocar sumideros intermedios. Excepcionalmente, si el flujo es pequeño y el tránsito de peatones limitado, la corriente puede conducirse

mediante una cuneta a través del cruce de calles hasta un sumidero ubicado pasada la intersección.

Debido a la economía del proyecto es necesario que los sumideros se encuentren cerca de los colectores del sistema de drenaje.

Para determinar el distanciamiento de los sumideros en las cunetas medianeras se deben tomar en cuenta la permeabilidad del suelo y su erosionabilidad. En ciertas condiciones es necesario la colocación de sumideros múltiples espaciados con un mínimo de 6 m.

En el diseño hidráulico se toma en consideración las siguientes variables: pendiente longitudinal y transversal de la cuneta, coeficiente de rugosidad de la superficie de la cuneta, retención de sólidos, depresiones locales, pendiente de los sumideros y altura de diseño de la superficie de agua dentro del sumidero.

Rejillas

Las rejillas se clasifican según su material (fierro fundido, fierro laminado y otros), posición en relación al sentido del flujo (horizontal, vertical y horizontal-vertical) y su forma (se adapta a la geometría del sumidero y puede ser de sección rectangular, cuadrada y circular). Las más usadas son las rectangulares de fabricación industrial.

La separación de las barras en las rejillas va a variar dependiendo si los sumideros están ubicados en zonas urbanas o en carreteras.

Colectores

Son los elementos subterráneos utilizados para transportar la escorrentía superficial generada por las precipitaciones a una unidad de tratamiento o a un curso de agua. La sección de los colectores aumenta a medida que el área de drenaje es mayor y se descargan en el punto más cercano, no siendo de gran longitud. Para su diseño se tiene las siguientes consideraciones:

- Los colectores deben evitar instalarse debajo de pistas y bermas, o en todo caso, considerar la instalación de buzones provistos de accesos ubicados fuera de los límites determinados por las bermas.

- Si es sección circular debe tener un diámetro mínimo de 0,45 metros.
- Tienen que cumplir con las especificaciones de resistencia de la normativa peruana NTP (Norma Técnica Peruana), de no tener normativa nacional considerar la ASTM (en inglés *American Society for Testing and Materials*, en español Sociedad Americana para Pruebas y Materiales), AWWA (en inglés *American Water Works Association*, en español Asociación Americana de Obras de Agua), DIN (en alemán *Deutsches Institut für Normung*, en español Instituto Alemán de Normalización) o de la procedencia de la tubería empleada.
- El material utilizado en las tuberías de drenaje pluvial urbano debe cumplir las consideraciones especificadas por la NTP.
- La ubicación con respecto a la altura de relleno debe tener una profundidad mínima de 1 m. desde la parte superior de la tubería a la rasante de la pista. Si se coloca a una menor profundidad se tiene que sustentar técnicamente.
- El diseño hidráulico utiliza los criterios de conductos cerrados operados como canales.
- El tamaño de sección es definido por el caudal de diseño. En una sección circular el tirante debe ser como máximo el 80% del diámetro, en cambio en secciones de otra geometría, el área del flujo del caudal de diseño debe ser el 80% de la sección llena.
- La velocidad mínima debe ser 0,90 m/s en condiciones de caudal de diseño para evitar la sedimentación de partículas que transporta el agua.
- La pendiente mínima de diseño tiene que satisfacer la velocidad mínima.
- La velocidad máxima es determinada de acuerdo al material de la tubería para evitar la erosión de las paredes.

Según Pérez (2015), es recomendable que los colectores estén edificados con una separación de 1 m horizontalmente y 0,30 m verticalmente con otras instalaciones.

Buzones

Los buzones o registros son estructuras instaladas en los conductos que permiten el acceso de una persona con su dispositivo de limpieza, por eso debe tener un diámetro mínimo de 1,20 m. En caso que los conductos tengan suficientes dimensiones no será necesario colocar un buzón y se tendrá en cuenta los criterios de espaciamiento.

Normalmente, se instalan fuera del ancho de la pista. En caminos de servicio o calles se localizan dentro, evitando colocarlos en intersecciones.

Se ubican en convergencias de dos o más colectores, en puntos intermedios de tubería muy larga, en cambios de diámetro de conductos, en disminución brusca de pendiente y en algunas curvas o deflexiones de alineamiento.

El espaciamiento entre buzones para tuberías de diámetro igual o mayor de 1.20 m. es cada 200 a 350 m., en cambio en diámetros menores de 1,20 m., es cada 100 a 200 m. En conductos pequeños que no sea posible lograr velocidades de auto limpieza se deben instalar cada 100 m.

Los buzones cumplen algunos requisitos de acuerdo al diámetro del colector. Con un diámetro menor a 1,20 m. se ubican centrados sobre el eje longitudinal del colector. En un diámetro mayor a 1,20 m. con llegadas de colectores a ambos lados, el buzón de ingreso se coloca hacia el lado del colector menor. Si el diámetro del colector es mayor al del buzón, este se ubica tangente a uno de los lados de tal forma que se facilite el acceso al buzón mediante una escalera.

2.5.4 Evacuación de aguas recolectadas

- **Sistema de evacuación por gravedad:** Los sistemas de evacuación deben descargar libremente con el nivel de agua en el conducto a más de 1,00 m. sobre los niveles máximos esperados para un periodo de retorno de 50 años con la finalidad de evitar obstrucciones y destrucciones del sistema de drenaje pluvial. Para las descargas a cuerpos de agua de considerables fluctuaciones es necesario utilizar válvulas de retención para prevenir que las aguas ingresen a la red de drenaje.
- **Sistema de bombeo:** Este sistema forzado debe ser utilizado básicamente cuando las condiciones topográficas impidan un trabajo de las redes por gravedad, por su elevado costo. El sistema de bombeo debe funcionar con fuentes de energía alternativa adicional al sistema eléctrico, por si esta falla.

- **Sistema de evacuación mixta:** La evacuación es por gravedad cuando el nivel de agua lo permite, de lo contrario, la válvula de retención del colector se activa e inicia la descarga por bombeo.



CAPÍTULO III: ESTUDIO DE CASO

3.1 Descripción de la zona de drenaje

3.1.1 Generalidades

La ciudad de Otuzco es la capital del distrito y provincia del mismo nombre ubicado en el departamento de La Libertad. El distrito de Otuzco está conformado por 74 centros poblados (*Figura 5*). Se encuentra a 79 kilómetros de la ciudad de Trujillo, a un corto desvío del eje transversal de la sierra PE 10A de la red vial nacional, logrando un tiempo de hora y media en transporte particular entre ambas ciudades.

La región fue habitada por importantes culturas prehispánicas, antes de la fundación del pueblo de Otuzco en el año 1560 a cargo de los españoles. En 1890 fue elevada a categoría de ciudad debido a su importancia geográfica y política en la zona. Actualmente es parte del circuito turístico de la sierra de La Libertad, donde se puede realizar turismo de aventura y ver hermosos paisajes naturales. Incluso se han descubierto cinco zonas arqueológicas, lugares potenciales de turismo.

Es conocida como la capital de la fe por la devoción a la Santísima Virgen de la Puerta (*Figura 4*). Cada año miles de personas llegan a esta festividad religiosa, algunos lo hacen en peregrinación desde la ciudad de Trujillo. También es popular por la venta de ponchos y mantos de lana. En el *Anexo 38* se presenta un panel fotográfico.



Figura 4. Templo de la Santísima Virgen de la Puerta (Propia, 2020)

El distrito tiene una superficie de 144,1 km² ocupando el 6,83% de la provincia de Otuzco, el sistema de drenaje diseñado se ubica en la ciudad de Otuzco, que tiene un área urbana de 1,5 km². La localización geográfica se observa en la *Tabla 9*.

Tabla 9. Ubicación geográfica de la ciudad de Otuzco (Datum WGS 84)

Ciudad	Altura	Latitud	Longitud
Otuzco	2 641 msnm	9 126 156 S	768 755 W

(Propia, 2020)

El distrito cuenta con una población de 26 039 personas, de la cual el 55% es urbana y tiene una pobreza mayor al 50%. El sector urbano mantiene una tasa de crecimiento positiva debido al incremento natural de la ciudad y a la migración del poblador rural. La mitad de los habitantes vive en el centro poblado de Otuzco.

En cuanto a la actividad económica, más del 50% de la población se dedica a la agricultura y ganadería, por lo tanto, el agua de las lluvias puede ser usada en el riego. Otra actividad fuerte en el distrito es el comercio mayorista y minorista.

En épocas de heladas, la población de Otuzco tiene un aumento en enfermedades respiratorias como neumonía. La segunda causa de morbilidad son los problemas estomacales, como infecciones y parásitos causados por la falta de higiene, problema que puede ser agrava por focos infecciosos generados por la acumulación de aguas que no han sido correctamente evacuadas.

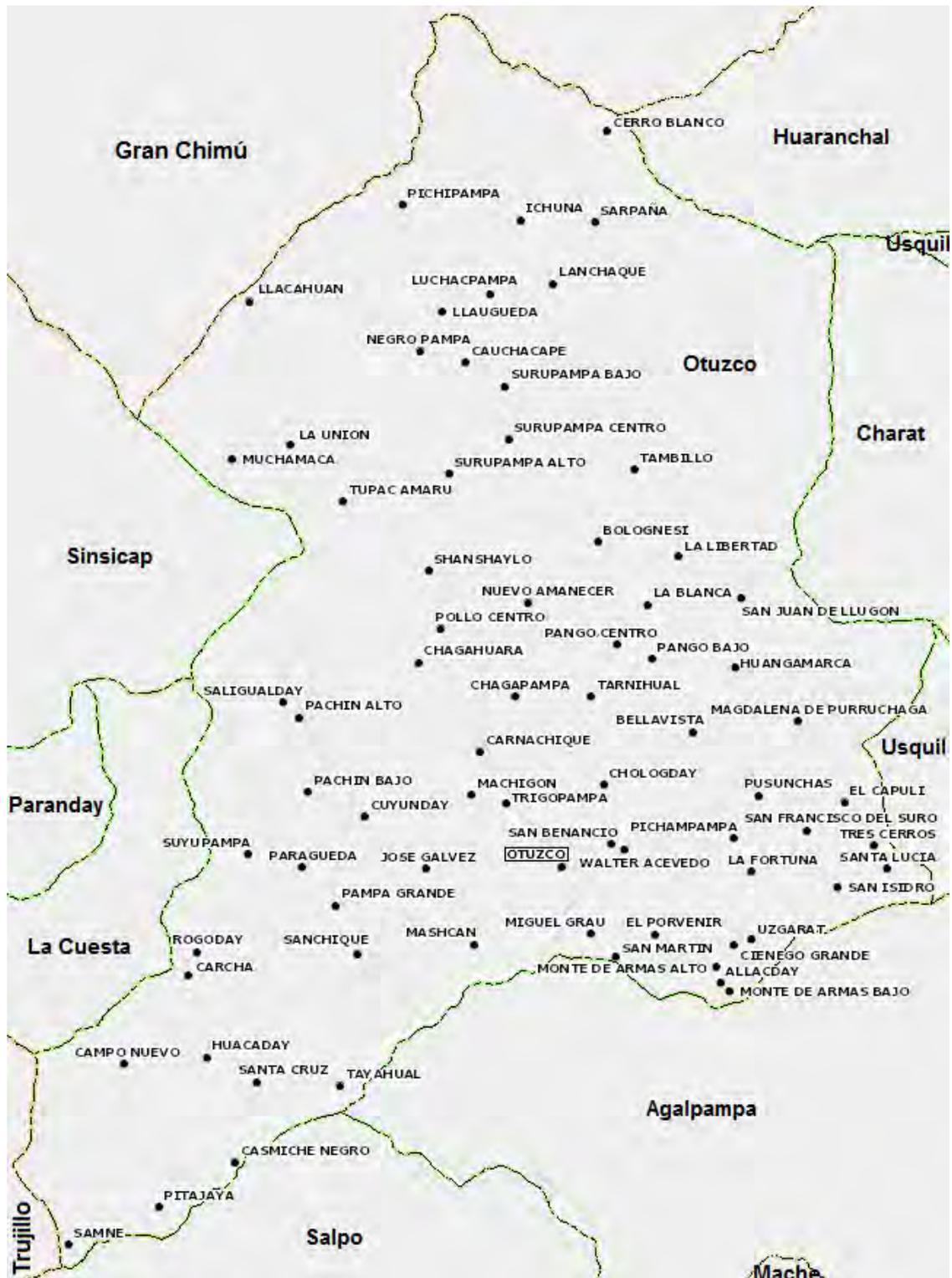


Figura 5. Centros poblados del distrito de Otuzco
(Adaptado de Sigrid, 2020)

3.1.2 Hidrología y medio ambiente

Otuzco se encuentra en la parte alta de la cuenca Moche, perteneciente a la vertiente del Pacífico (*Figura 6*). La cuenca tiene un área de 2 708 km² y la atraviesa el río Moche, el cuál nace en la Laguna Grande ubicada en Quiruvilca a 3 898 msnm recorriendo una longitud de 102 km hasta llegar al océano Pacífico. En el transcurso del camino diferentes ríos y quebradas confluyen. El río Moche tiene una pendiente promedio de 4% y un caudal máximo de 557 m³/s y promedio de 9,5 m³/s.



Figura 6. Cuenca Moche
(Adaptado de Sigrid, 2020)

El centro de Otuzco está ubicado entre la quebrada La Retama y el río Pollo y es atravesado por las quebradas El Olivo y La Zanja. La otra parte de la urbe está entre el río Pollo y el río Huangamarca. Las quebradas y los ríos protegen, en gran parte, que las aguas provenientes de las partes altas no entren a la ciudad. Estos ríos desembocan en el río Urazco o también llamado Otuzco, luego tras un corto recorrido va a desaguar en el río Moche. En la *Figura 7* se observa lo descrito.



Figura 7. Red hidrográfica cercana la ciudad de Otuzco
(Adaptado de Sigrid, 2020)

Según la clasificación propuesta por el Ministerio de Ambiente (Minam), el distrito tiene presencia de tres ecorregiones. La llamada Serranía Esteparia corresponde a la de la ciudad de Otuzco. Respecto a la zona de vida, la ciudad está en una estepa espinosa, que completan un total de seis zonas en todo el distrito. Esta región se caracteriza por tener un clima semi-seco frío, con precipitaciones en meses de diciembre a marzo, pero también de fuertes sequías. Ahí radica la importancia de la buena gestión del agua. En la *Figura 8* se observa la distribución de las ecorregiones y zonas de vida del distrito.

La mayor parte del distrito de Otuzco presenta zona de pastizales y de cultivos secanos. En menor proporción, bosques con presencia de arbustos y pequeños árboles, así como vastas tierras que son aptas para la reforestación ya sea para fines de conservación o comerciales. La conservación es beneficiosa para la lucha contra el cambio climático y la protección de laderas y zonas de cárcavas.

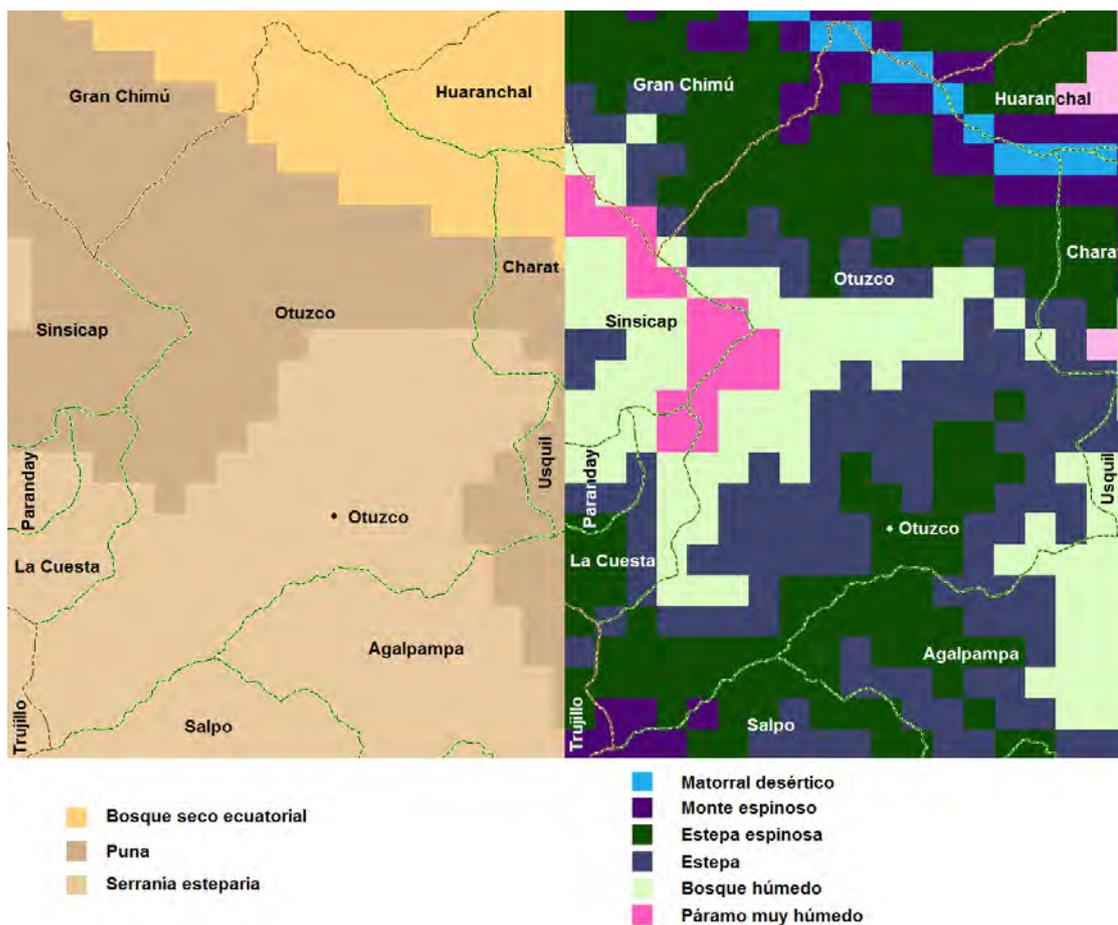


Figura 8. A la izquierda, ecorregiones y a la derecha, zonas de vida del distrito (Adaptado de Sigríd, 2020)

3.1.3 Geomorfología y geología

El fondo rocoso de la ciudad de Otuzco es volcánico andesítico alterada en la superficie, principalmente cubierta por cultivos agrícolas, algunos forestales y pastos naturales. El terreno de fundación es tipificado por el Instituto Geológico Metalúrgica de la siguiente manera: “Depósitos aluviales de naturaleza volcánica, constituidos por gravas angulosas a subangulosas en matriz arcillo-arenosa-limosa compactas de permeabilidad media. En ciertos sectores del pueblo los terrenos de fundación lo constituyen rocas volcánicas de tipo andesita alteradas en la superficie” (Dávila, 1994). Por otro lado, en el norte del distrito el fondo rocoso es de naturaleza sedimentaria.

La mayor parte del territorio de Otuzco es de pendiente escarpada (25% - 45%) con un número significativo de zonas de pendiente moderada (5% - 15%). En el centro de la ciudad hay áreas de pendiente suave (1%-5%) lo que facilita a la acumulación de aguas.

Otuzco se encuentra ubicada sobre un acuitardo volcánico sedimentario que data de la época del paleógeno neógeno. Existe presencia de pequeños acuíferos locales en zonas fracturadas o meteorizadas en formaciones consolidadas y acuíferos cautivos más productivos de permeabilidad baja a muy baja. Las rocas están identificadas como andesitas, areniscas, limolitas y arcillas (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, 2017).

El distrito tiene diferentes tipos de depósitos metálicos y no metálicos, lo que se manifiesta en la cantidad de catastros mineros en todo su territorio. Actualmente, está en etapa de exploración un proyecto para la posible explotación de cobre, mineral predominante en la zona.

3.1.4 Fenómenos naturales y humanos

De acuerdo a las últimas emergencias de la zona registradas por el Instituto Nacional de Defensa Civil (Indeci), los de mayor incidencia son los fuertes vientos y las intempestivas lluvias acompañadas algunas veces de granizo. Otros fenómenos como movimientos de masa (deslizamientos, huaicos, derrumbes), heladas, inundaciones o colapso de viviendas son de menor incidencia. Todos estos fenómenos afectan tanto a la población como a los sectores productivos.

El distrito está expuesto a lluvias de gran intensidad generando preocupación en la población. Sin embargo, existen temporadas de mayor, menor o ninguna afectación. En el 2014 unas precipitaciones con granizo ocasionaron una afectación de 360 viviendas y 1 080 damnificados. Por otro lado, cada cierto tiempo fuertes sequías golpean la zona, esta anomalía puede empeorarse con la presencia de heladas ocasionando un alto impacto en la agricultura y en el sector pecuario y un mediano impacto en la gente, pobre en su mayoría.

Otuzco es muy susceptible a recibir movimientos de masas principalmente en las quebradas o cortes en los cerros por el trazo de carreteras. Los deslizamientos, huaicos o erosión de laderas son los fenómenos más comunes, generados por las fuertes pendientes, presencia de materiales no consolidados, lluvias anómalas y escasez de vegetación.

Otros fenómenos son las inundaciones, los incendios y los sismos. Las inundaciones fluviales se deben a las venidas extraordinarias en los ríos a causa del

Fenómeno El Niño. Además, Otuzco es susceptible a desarrollar incendios forestales debido a las características de terreno y por la vegetación de la zona, a pesar de ello no son comunes. Así mismo, existe una vulnerabilidad de la población hacia sismos debido a la precariedad de las edificaciones, aunque estos no son de gran magnitud. De vez en cuando se producen colapsos de viviendas, aun en la ausencia de sismos.

3.1.5 Edificaciones

La ciudad de Otuzco es la única zona urbana en todo el distrito. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2018) las viviendas son más de 98% casas independientes. El porcentaje restante reside en departamentos, quintas, casa de vecindad, viviendas colectivas o viviendas improvisadas.

La ciudad está conformada por 3 388 viviendas habitadas, con algunas características importantes que resaltar. Las paredes exteriores son en un 90% de adobe, 9% de ladrillo y 1% de quincha, tapial o piedra. La mayor parte de los pisos son de tierra (51%) y cemento (46%), y en pequeña cantidad, con un 3%, pisos con losetas, cerámicos, madera o vinílicos. Los materiales predominantes en los techos son las tejas con un 75% y calamina con un 16%, en menor medida de concreto armado con un 7% y algún tipo de madera o similares con un 2%. Muchas edificaciones se encuentran por debajo de la cota de veredas y pistas pudiendo ser afectadas por la incorrecta evacuación de lluvias.

La zona urbana de Otuzco ha crecido de forma sostenida en los últimos años, siendo necesario construir todo tipo de edificaciones para satisfacer las necesidades de la población. Tiene coliseo, estadio, comisaría, canchas deportivas, mercados, templos, bancos, y mucho más. Además, posee un hospital del Ministerio de Salud (Minsa), un centro mental y dos postas médicas. Respecto al sector educación, tiene más de veinte colegios de inicial, primaria y secundaria, en su mayoría nacionales. Los negocios como bodegas y restaurantes se encuentran distribuidas en las manzanas alrededor de la plaza principal. Es una ciudad con bastante comercio y turismo.

3.1.6 Infraestructura

Respecto a la infraestructura vial y de transporte, por la ciudad atraviesa la carretera departamental que une algunos pueblos o ciudades de La Libertad. Para llegar a Otuzco desde Trujillo se tiene una excelente carretera asfaltada que cuenta con sus respectivas

cunetas para la evacuación de aguas pluviales y con un pontón que cruza la quebrada La Ramada. La ciudad, dividida por el río Pollo está conectada por puentes. El resto de los pueblos del distrito están unidos por una deficiente red de caminos afirmados o de trocha.

La mayor parte de calles de Otuzco se encuentran pavimentadas con concreto o adoquines y sin cunetas. Las calzadas sin pavimentar presentan acequias formadas por el curso natural del agua de lluvias que terminan en los ríos aguas abajo o se almacena en las partes bajas de la ciudad.

En infraestructura eléctrica, según datos del INEI (2018) el 92% de las viviendas dispone de alumbrado eléctrico por red pública. La electricidad que recibe la provincia de Otuzco pertenece al Sistema Interconectado Centro Norte (SICN) y es distribuida por la Empresa Regional Electronorte Medio Hidrandina S.A. En lo que respecta al área de hidrocarburos se tiene dos estaciones de servicio a menos de un kilómetro de la entrada a Otuzco y el otro en la misma ciudad.

El 99% de viviendas en el centro poblado tienen acceso a agua potable. El resto de las viviendas se abastecen de pozos, ríos, acequias o manantiales. En los demás pueblos rurales del distrito, sólo el 55% tiene acceso a agua potable.

En el distrito seis centros poblados tienen alcantarillado sanitario. El 93% de viviendas en Otuzco disponen de red pública de desagüe. Los hogares restantes cuentan con pozo o tanque séptico, pozo ciego o negro, letrina con tratamiento o simplemente no tienen servicios higiénicos.

Las diferentes Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS) son las prestadoras del servicio de saneamiento en el distrito. En la provincia existen alrededor de 296 juntas, cuyos miembros son pobladores de la comunidad, quienes toman las decisiones correspondientes. Muchas veces las municipalidades distritales se hacen cargo de las redes de desagüe debido a su complejidad.

3.2 Consideraciones para el diseño del sistema de alcantarillado

3.2.1 Periodo de diseño

El periodo de retorno de diseño se elige de acuerdo a las estructuras de drenaje y deben cumplir con los mínimos requisitos legales del país. En Perú, la norma exige un periodo de rango muy amplio, que va de 2 a 25 años, pero no menciona criterios para su elección.

En algunos países, como Bolivia, Chile o México, los manuales y normativas especifican con mayor rigurosidad el periodo de retorno a elegir, de acuerdo al uso de suelo y tipo de infraestructura desarrollada. En condiciones aplicables a Otuzco, ciudad de pocos habitantes, con zonas residenciales de densidad baja y media y áreas comerciales, recomiendan entre 2 y 10 años. Inclusive, en ciertos proyectos del Perú, como los drenajes pluviales de Pilcomarca o Juliaca, tienen un periodo de 10 años.

En Otuzco se ha considerado un periodo de retorno de 10 años para todo el sistema de drenaje urbano, que incluye los sumideros, colectores y canales. Con este periodo se espera lograr un buen desempeño en lluvias ordinarias.

Un diseño mayor resultaría muy costoso y el sistema estaría funcionando la mayor parte del tiempo muy por debajo de su capacidad, haciendo que el sobredimensionamiento no genere una mejora sustancial en el nivel de protección.

3.2.2 Registro meteorológico

La ciudad de Otuzco cuenta con una estación pluviométrica a cargo de la Gerencia Regional de Agricultura llamada Virgen de la Puerta. En la *Tabla 10* se detalla sus principales características. Todas las estaciones del país son utilizadas para hacer estimaciones y prevenir posibles fenómenos. En la *Figura 9* se observa la ubicación de los diferentes centros meteorológicos cercanos a Otuzco administrados por Senamhi.

Tabla 10. Ubicación geográfica de la estación meteorológica de Virgen de la Puerta (Datum WGS 84)

Dept.	Prov.	Distrito	Zona	Latitud	Longitud	Altitud
La Libertad	Otuzco	Otuzco	Otuzco	9 125 670 S	767 680 W	2 641 msnm

(Propia, 2020)



Figura 9. Ubicación geográfica de la estación meteorológica de Virgen de la Puerta (Adaptado de Senamhi, 2020)

De la estación meteorológica Virgen de la Puerta se obtiene datos de precipitaciones diarias, temperaturas máximas y mínimas; y humedad relativa como se detalla a continuación:

Precipitaciones

En Otuzco las lluvias se han incrementado de manera sustancial en los últimos años como se aprecia en la *Figura 10*. Pasó de tener una precipitación anual de 781,91 mm en 1998 a una precipitación anual de 1 559 mm en el 2015. En ambas fechas de máximas lluvias se tuvo la presencia del Fenómeno de El Niño. También se identifica periodos de sequía como en el 2005 con 265 mm al año. El *Anexo 1* tiene toda la data de las precipitaciones mensuales desde 1994 hasta agosto del 2020.

Las precipitaciones varían de acuerdo a la estación, con meses lluviosos de enero a abril y muy secos de junio a setiembre. El pico más alto lo tiene marzo con una precipitación mensual promedio de 174,56 mm y el mes más seco julio con 1,26 mm en promedio. En la *Figura 11* se grafica el proceso mencionado.

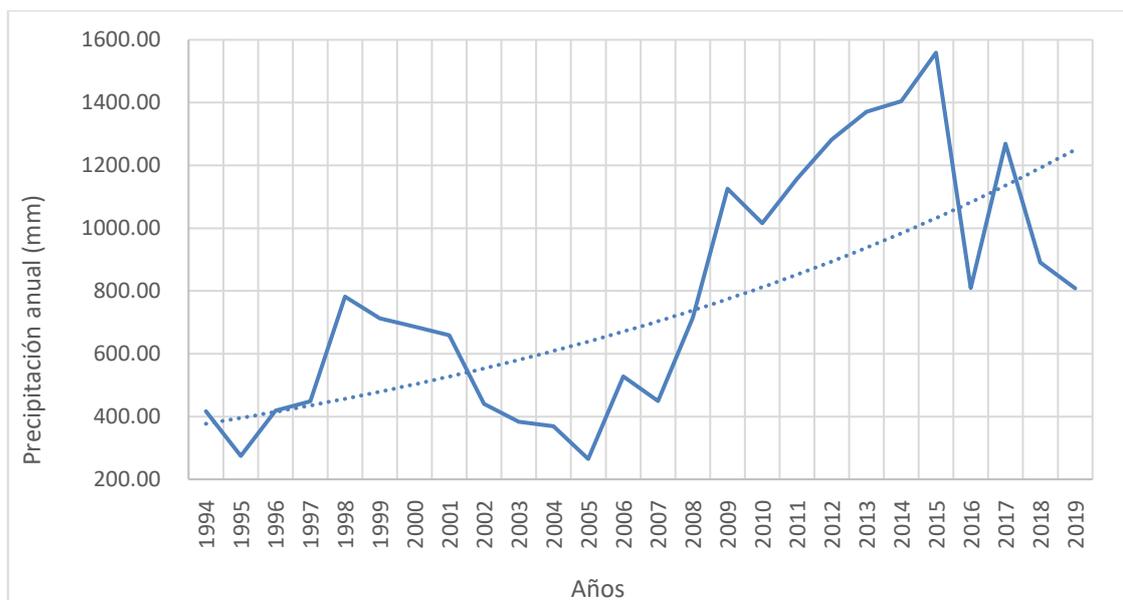


Figura 10. Precipitaciones anuales
(Propio, 2020)

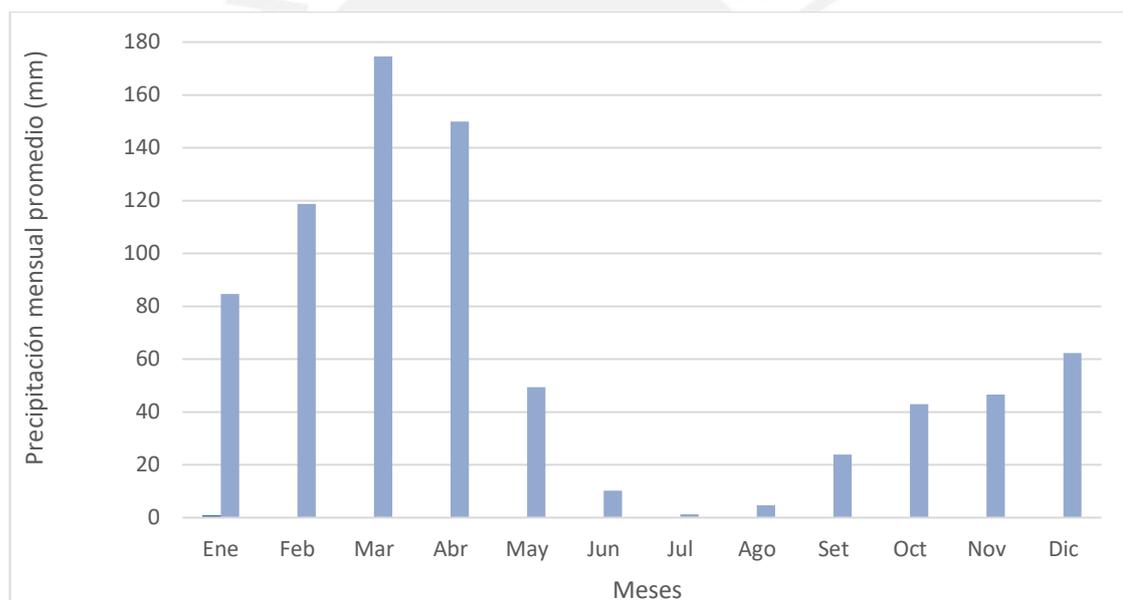


Figura 11. Precipitaciones promedio mensuales
(Propio, 2020)

Temperaturas

La estación mide la temperatura máxima y mínima diaria. A partir de esta data se obtiene su evolución en los últimos años (*Figura 12*), en la cual se observa que la temperatura máxima promedio anual cada vez es menor a comparación de la temperatura mínima que se mantiene constante a través del tiempo. La temperatura máxima hace referencia al día y la mínima a la noche.

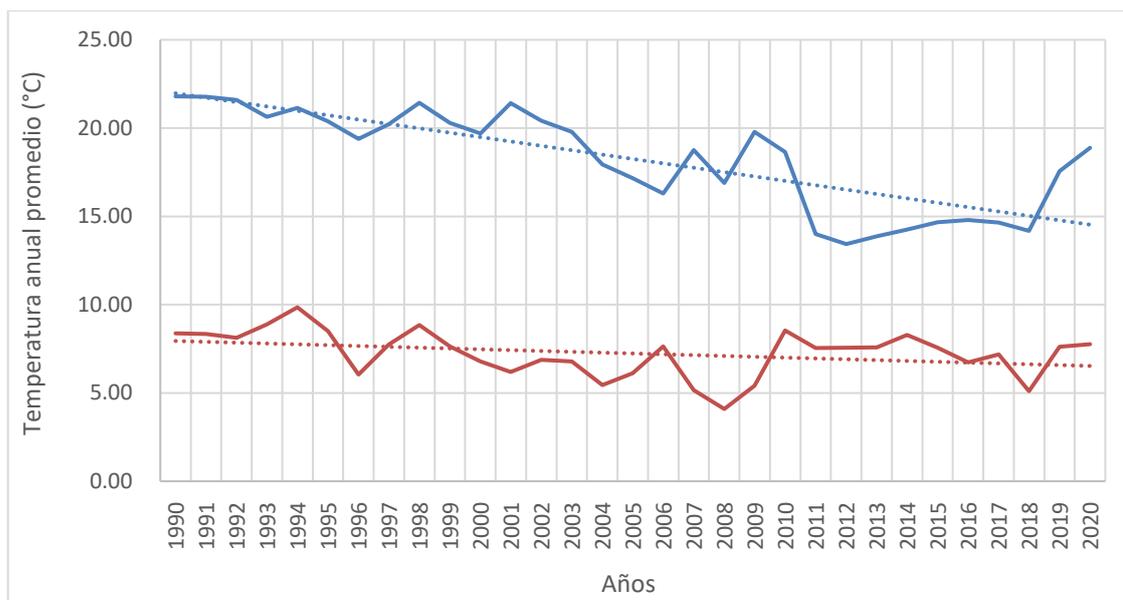


Figura 12. Temperatura anual promedio (Propio, 2020)

En el día, en 1990 se alcanzó la temperatura anual promedio más alta con 21,80 °C y en el 2012, el pico más bajo, con 13,43 °C. Respecto a las temperaturas nocturnas, las noches más templadas fueron del año 1994 con 9,85 °C en promedio y las más frías las del 2008 con 4,09 °C. El *Anexo 2* tiene toda la data sobre las temperaturas máximas y mínimas mensuales desde 1990 hasta agosto del 2020, con excepción de algunos meses de 1990 y 1992.

En la *Figura 13* se ejemplifica que los meses lluviosos tienen los días más fríos con 17,31 °C (marzo) y las noches más templadas con 8,38 °C (enero). Por otro lado, los meses secos, especialmente agosto, presenta temperaturas más extremas, con días más calurosos de 19,10 °C y noches más frías de 5,46 °C.

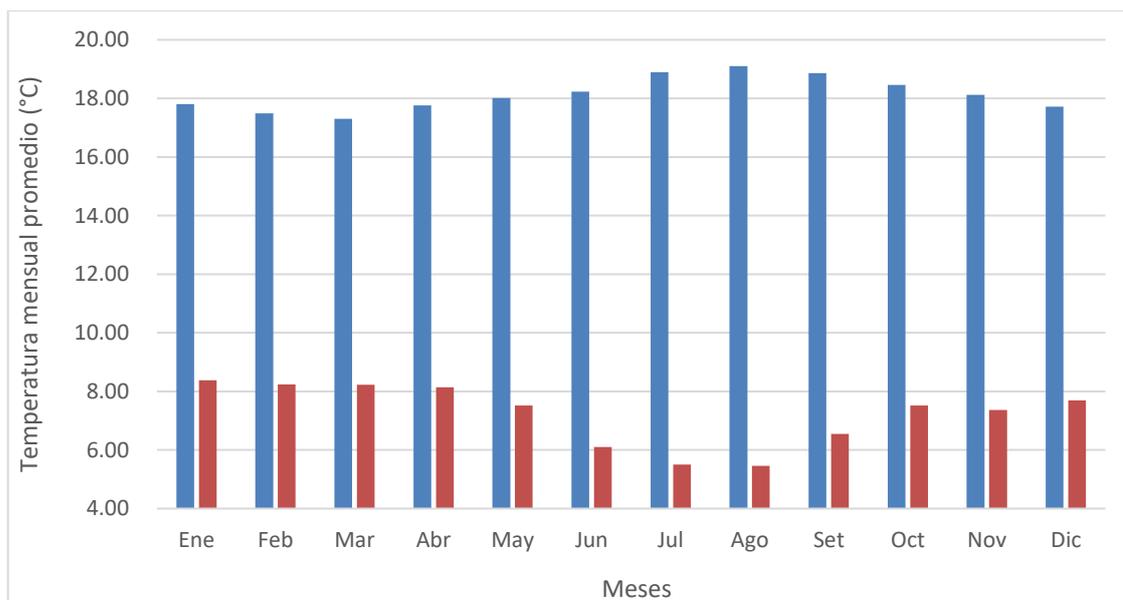


Figura 13. Temperatura máxima y mínima mensual promedio (Propio, 2020)

Humedad relativa

Según la Figura 14 con datos de la estación Virgen de la Puerta, la humedad relativa anual está en constante vaivén con años más y menos húmedos, pero con tendencia a que sean más secos. Si se analiza la humedad relativa mensual, guarda relación directa con las lluvias teniendo a marzo con una humedad de 75,89 % en promedio y agosto con una de 57,75 %. Esto se puede deducir de la Figura 15. El Anexo 3 tiene toda la data de la humedad relativa mensual desde 1994 hasta agosto del 2020.

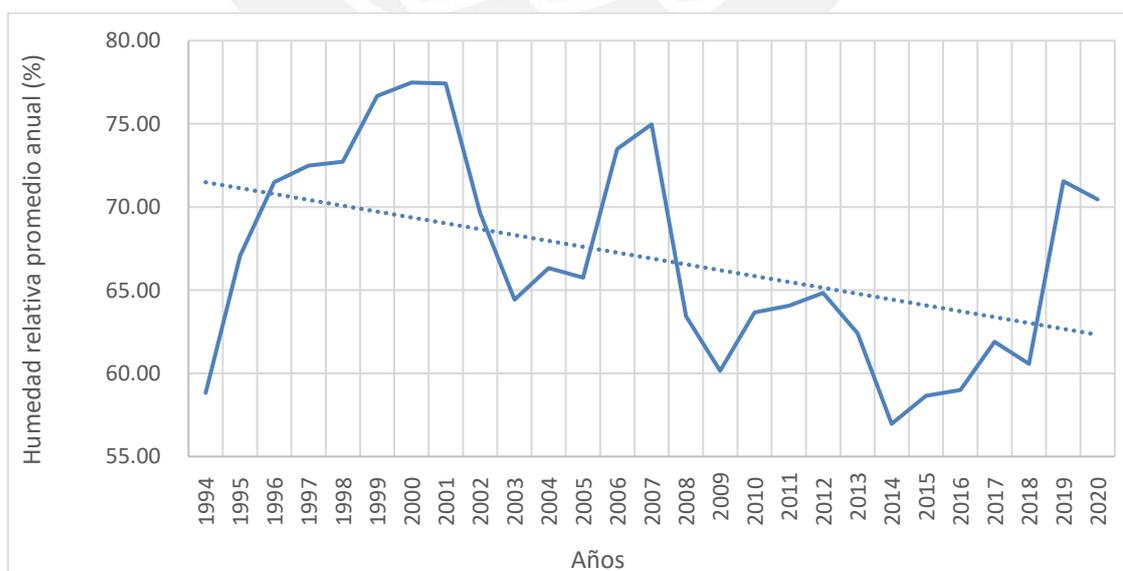


Figura 14. Humedad relativa anual promedio (Propio, 2020)

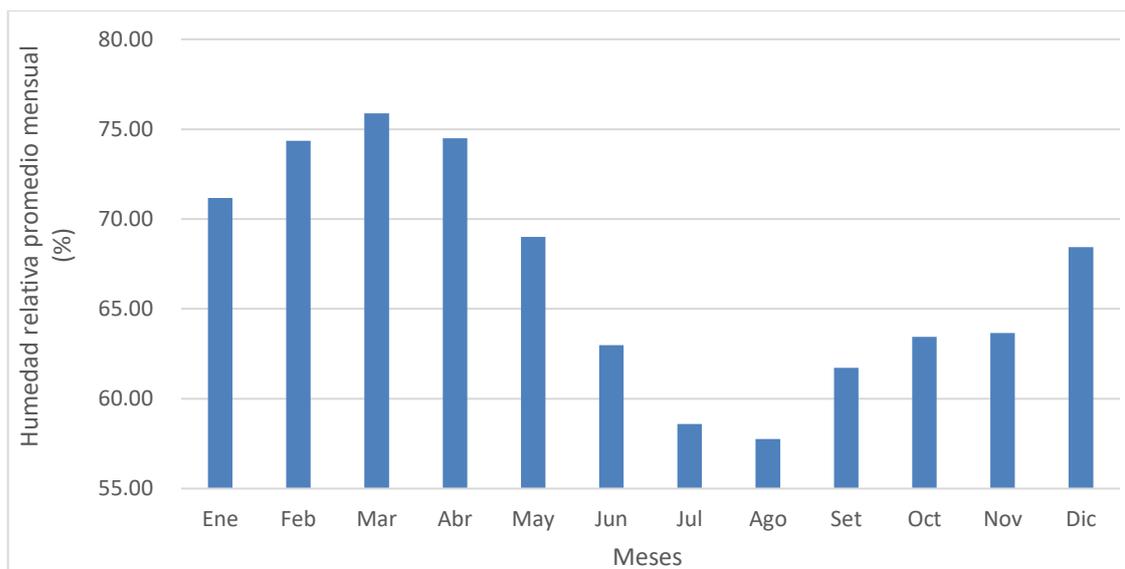


Figura 15. Humedad relativa mensual promedio (Propio, 2020)

3.3 Cálculo de parámetros de diseño

3.3.1 Lluvia de diseño

Para obtener la lluvia de diseño es necesario seguir el siguiente procedimiento:

3.3.1.1 Precipitación máxima en 24 horas

La obtención del registro histórico de la precipitación diaria se realiza a partir de las estaciones pluviométricas como también de los satélites. El Senamhi tiene el producto llamado PISCO (en inglés *Peruvian Interpolated data of the Senamhi's Climatological and hydrological Observations*, en español Datos Interpolados Peruanos de las Observaciones Climatológicas e Hidrológicas del Senamhi) que combina ambas fuentes. Esto es beneficioso para el Perú ya que no se cuenta con estaciones pluviométricas en todo el país debido a lo agreste de la geografía e inaccesibilidad a algunos lugares como la selva. Además, la poca inversión del gobierno en prevención de desastres.

La estación Virgen de la Puerta de Otuzco pertenece a la red que tiene el Gobierno Regional de La Libertad. De ahí se recolecta directamente las precipitaciones diarias desde el año 2008 hasta el 2020. La información se encuentra del *Anexo 5* al *Anexo 17*.

De 1994 al 2007 solo se tiene las precipitaciones acumuladas del mes, debido a este inconveniente se recurre al producto PISCO del Senamhi. Se ponderan los valores diarios obtenidos de PISCO para conseguir el valor mensual acumulado de la estación de

Otuzco. Se recomienda utilizar el método de correlación ortogonal para ajustar los valores del PISCO a los observados en campo (Orellana, 2021). Los datos del procesamiento se detallan en el *Anexo 4*.

Para el diseño se consideran las precipitaciones máximas en 24 horas igual a las lluvias diarias, agrupándolas por meses y años. En el *Anexo 18* se encuentra la tabla completa de todas las precipitaciones máximas en 24 horas.

Según normas OS.060 se debe tener como mínimo un registro de lluvias de 20 años y lo recomendado por el MTC es de 22 años. En Otuzco se ha utilizado información de 27 años, desde 1994 hasta el 2020. En la *Figura 16* se observa el registro anual en 24 horas de los años recolectados, con una tendencia al incremento de lluvias. Esto puede ser debido a muchos factores, uno de ellos el cambio climático.

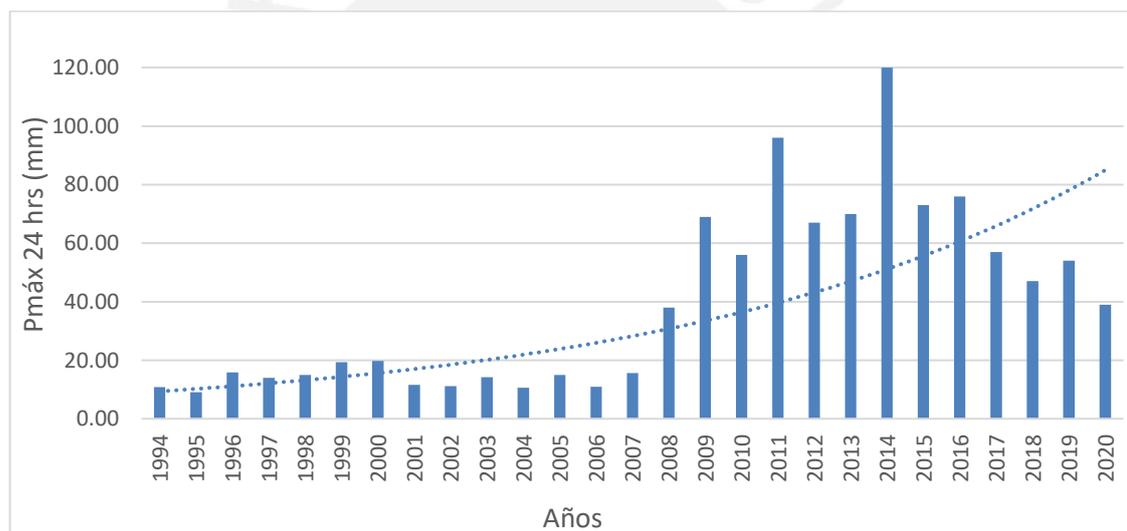


Figura 16. Histograma histórico de precipitaciones máximas en 24 horas en Otuzco (Propia, 2020)

3.3.1.2 Prueba de datos dudosos

Es indispensable seguir un proceso para identificar los valores extraordinarios que se alejan del resto de la información y no ser considerados para el cálculo de la lluvia de diseño. La omisión de estos valores influye significativamente en los valores finales. Se utiliza el método de la *Water Resources Council* que permite obtener el umbral que delimita el rango de valores permitidos. Para ello se debe trabajar con los logaritmos de las precipitaciones.

Según el método, las lluvias anuales máximas en 24 horas deben oscilar entre los 3,4 mm y los 232 mm. En Otuzco, el mínimo valor es de 9,05 mm y máximo de 120 mm, dentro del rango esperado, lo que significa que no se descarta ninguna lluvia. En el *Anexo 19* se muestra toda la tabla completa de la prueba de datos dudosos.

3.3.1.3 Análisis de bondad de ajuste

Los registros hidrológicos, como las precipitaciones, son variables aleatorias continuas, por ello el análisis de bondad de ajuste es realizado mediante el método de Kolmogorov-Smirnov. Incluso este cálculo es aplicable a todo tipo de distribución.

Con un nivel de significancia de 0,05 y con 27 datos se obtiene una diferencia máxima crítica de 0,2552 determinando qué tipo de distribución se aproxima más a los datos de campo. La distribución de Log Normal 3 parámetros es la que más se ajusta a los datos de campo, con una diferencia máxima de 0,1504. En el *Anexo 20* se tiene todo el proceso completo del análisis de bondad de ajuste, y en la *Figura 17* se presenta la distribución elegida.

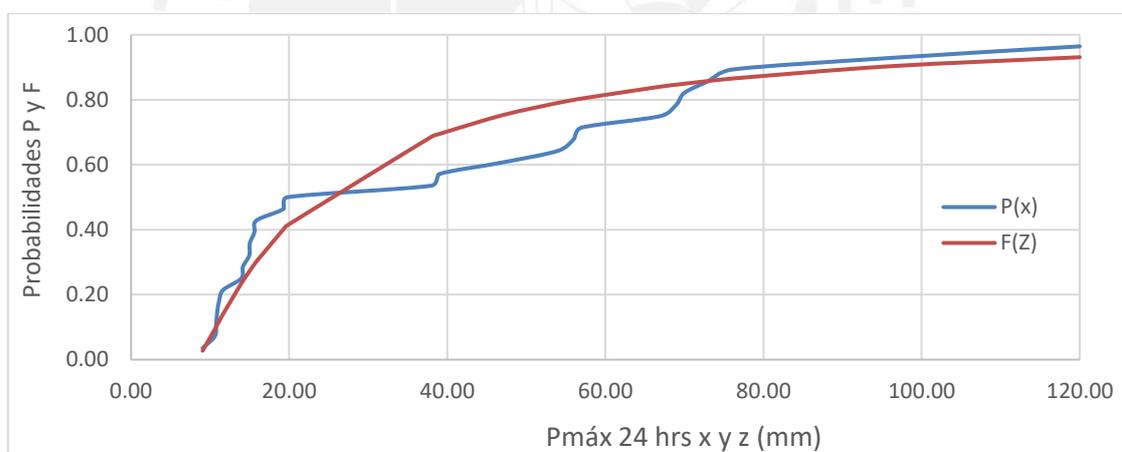


Figura 17. Distribución Log Normal 3 parámetros
(Propia, 2020)

3.3.1.4 Análisis de frecuencia

Para el proceso de datos es ineludible realizar un análisis de frecuencias para comparar el comportamiento del modelo con los valores en campo. En el *Anexo 21* se observa el análisis de frecuencias y el gráfico de la distribución elegida, Log Normal 3 parámetros. En seguida se efectúa la corrección por intervalo fijo de observación que consiste en incrementar el 13% para obtener lluvias máximas más reales (Ver capítulo

2.2.3.1 Precipitación en un punto). En el *Anexo 22* se muestra la tabla con la corrección de la distribución.

3.3.1.5 Curvas de intensidad – duración – frecuencia

Mediante las curvas intensidad – duración – frecuencia (IDF) se relaciona la intensidad de la tormenta, la duración de la misma y la frecuencia con la que se presenta el evento, es decir su periodo de retorno. De los diferentes modos existentes para obtener las curvas se decide utilizar el de Dick y Peschke, pues permite convertir las precipitaciones máximas de 24 horas a tiempos menores.

En el *Anexo 23* se muestra las diferentes precipitaciones de diseño para cada duración de tiempo y periodo de retorno. Debido a que se utilizan lluvias acumuladas diarias, aumentan proporcionalmente a su duración. Así mismo, a mayor periodo de retorno, las precipitaciones son superiores.

Con las precipitaciones, se obtienen las intensidades de duración por cada periodo de retorno, plasmadas en el *Anexo 24*. A partir de estas se arman las curvas IDF, como se observa en la *Figura 18*. Mientras más tiempo pasa las intensidades disminuyen, por el contrario, cuando los periodos de retorno son mayores las intensidades aumentan.

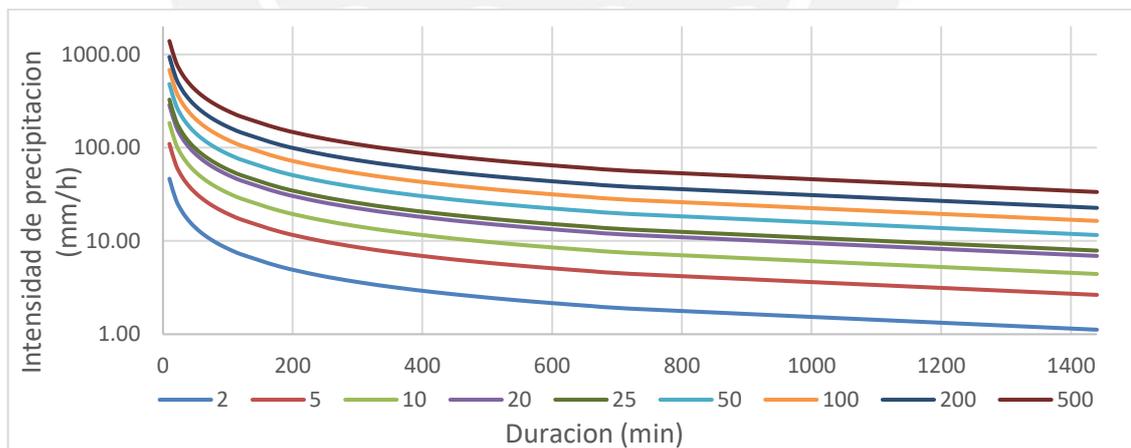


Figura 18. Curva IDF de la estación de Otuzco (Propia, 2020)

3.3.1.6 Hietograma de diseño

El hietograma de diseño muestra la distribución de lluvias a través del tiempo y es necesario realizarlo para cada tipo de elemento del sistema. En el diseño de colectores y

canales se utiliza un hietograma de periodo de retorno de diez años. En locaciones donde no se tiene esta información se utiliza el método de los bloques alternos.

Cuando no se dispone de registros sobre la duración de las precipitaciones se la puede considerar igual al tiempo de concentración. En Otuzco el tiempo de concentración apenas supera los 13 minutos. Por ello, para el diseño de lluvia del proyecto se ha optado por una duración de dos horas (tiempo límite que divide lluvias cortas de lluvias largas) porque existe un mayor daño a la infraestructura en lluvias largas de baja intensidad, que lluvias rápidas y de fuerte precipitación. Las lluvias en la sierra tienen la característica de ser constantes.

En el proceso del cálculo de los bloques alternos se observa que las intensidades decrecen a mayor tiempo, a diferencia de las precipitaciones que aumentan (*Anexo 25*). Los hietogramas siempre tienen forma piramidal, empiezan con la lluvia suave hasta llegar a un punto pico de mayor intensidad y finalmente decae hasta terminar. En la *Figura 19* está representado el hietograma para los colectores en un periodo de retorno de 10 años.

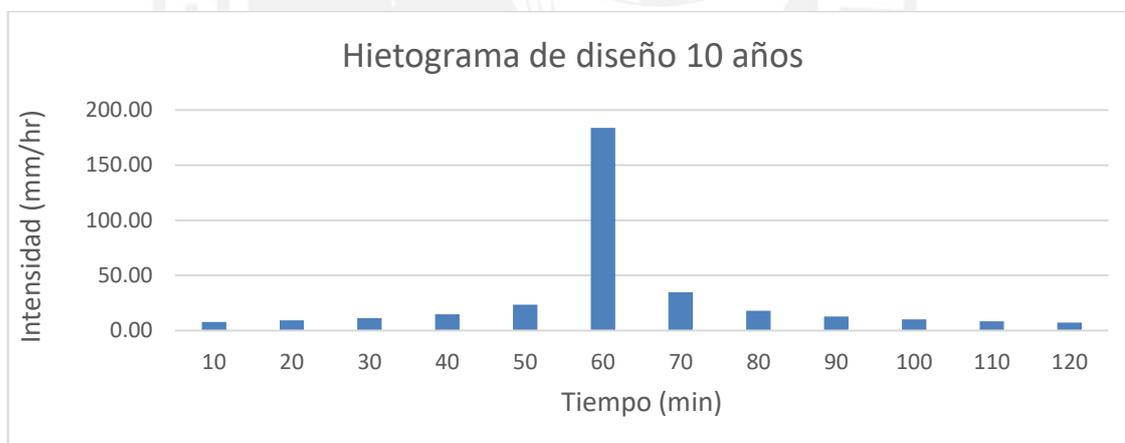


Figura 19. Hietograma de diseño para 10 años de periodo de retorno (Propia, 2020)

3.3.2 Caudales máximos

Para el cálculo del caudal máximo es preciso delimitar la cuenca de estudio, identificar sus características y hacer uso de la lluvia de diseño.

3.3.2.1 Área de drenaje

Para delimitar el área de drenaje de la zona urbana primero es necesario analizar la cuenca completa para determinar si existen escurrimientos de las partes superiores hacia el centro poblado. Se toma en consideración el plano catastral y la topografía de la ciudad. Se identifican las quebradas, los ríos y los puntos más altos para delimitar las cuencas y así conocer el escurrimiento y el aforo de las mismas. La forma más rápida, automatizada y precisa de hacerla, es utilizando el programa llamado *Global Mapper*. El *software* divide la cuenca en zonas y traza el posible curso de las aguas, pudiendo así definir los límites de las cuencas superiores. En la *Figura 20* se observan las once cuencas mayores, altas o rurales y las cincuenta y nueve, menores o urbanas. Las áreas son medidas sobre las proyecciones de las cuencas.

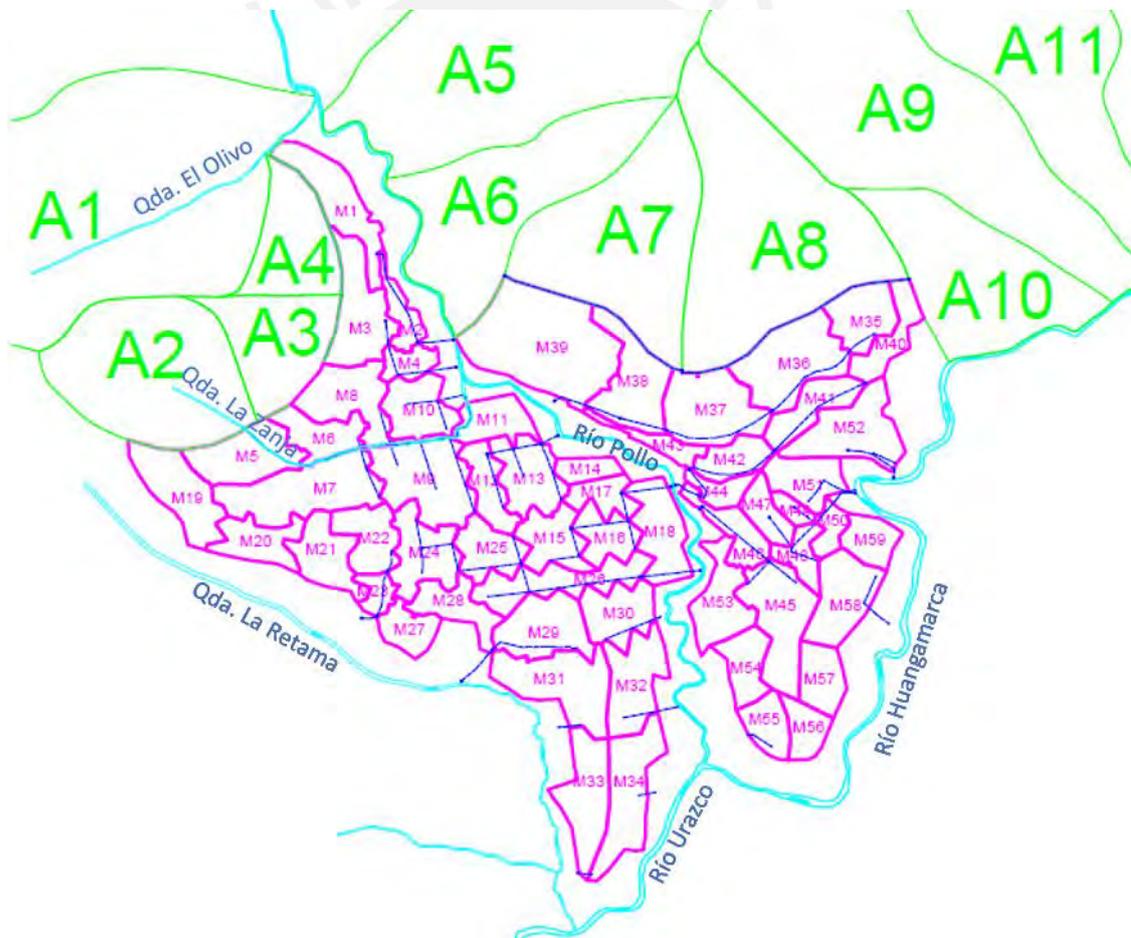


Figura 20. Cuencas mayores y menores y el sistema de drenaje pluvial (Propia, 2020)

La ciudad se encuentra protegida en el lado sur por el río Urazco y la quebrada La Retama, permitiendo que todo escurrimiento en el sector no llegue a la ciudad y se evacue

aguas abajo hacia el río Moche. Por el lado este, el río Huangamarca funciona de la misma manera como barrera protectora. Las aguas de las cuencas mayores A1 y A2 escurren por las quebradas El Olivo y La Zanja, respectivamente. La quebrada El Olivo se encuentra fuera de los límites urbanos evitando que cualquier lluvia extraordinaria afecte la ciudad, a diferencia de la quebrada La Zanja que la cruza, pudiendo ocasionar algún desborde. El drenaje pluvial urbano no está diseñado para recibir este tipo de inundaciones extraordinarias. Las aguas de las cuencas A3 y A4 ingresan por el oeste de la ciudad, siendo necesario un canal de derivación. Al margen izquierdo del río Pollo se encuentra el cerro El Gólgota, en la cual se han delimitado las siete cuencas restantes. Las cuencas A5, A6, A9, A10 y A11 desaguan fuera de los límites urbanos. Las cuencas A7 y A8 escurren directamente sobre una de las zonas de expansión urbana, por lo que es necesario el trazo de un colector que recoja las aguas.

Respecto a la zona urbana, aunque el programa proporciona una noción del sentido de la escorrentía, esta información es limitada. En las urbes se tiene que tomar en cuenta la pendiente y el sentido de las calles para lograr una correcta delimitación. En Otuzco se tiene cincuenta y nueve cuencas, cada una con su punto de aforo. Algunas ingresan al sistema de drenaje pluvial y otras escurren directamente a los ríos o quebradas.

3.3.2.2 Parámetros fisiográficos

Lo primero que se obtiene al delimitar una cuenca es el área de la misma, que sirve de dato para el diseño de la red de drenaje. La cuenca urbana M49 es la más pequeña con un área de 0,38 Ha. y la rural A8 es la más grande de 17,15 Ha. Ambas son menores a 1300 Ha. por lo que es posible aplicar el método racional, utilizado en la calibración del modelo SWMM.

A continuación, se mide la longitud, que es el recorrido realizado por una gota de agua desde el punto más lejano hasta llegar al aforo. En el caso particular de las cuencas urbanas debe ser calculada teniendo en consideración la escorrentía que sigue el sentido de las calles. En seguida se calcula el ancho de la cuenca definida según el Manual del usuario del SWMM (2015) como la división del área total de la cuenca entre la máxima longitud de la misma. Las longitudes están entre los 113,94 m. y los 1 954,69 m. correspondiente a las cuencas M49 y A8, respectivamente.

Por último, con la longitud y las cotas máximas y mínimas de las cuencas se obtienen las pendientes. Dependiendo de la ubicación de las cuencas, mientras más lejos de las quebradas, cerros y ríos, las pendientes son menores. En las cuencas superiores van de 21% a 44% y en las urbanas de 3% a 20%.

Por otro lado, se estima el porcentaje de impermeabilidad de la cuenca guiándose de imágenes satelitales del centro poblado como en la *Figura 21*, de fotografías e inspección de la zona, y haciendo uso del plano catastral. En las cuencas mayores se ha considerado una permeabilidad del 97% al 100% debido a ser básicamente extensiones de pasto, hierbas y arbustos, en cambio en cuencas urbanas, un 84% por las casi inexistentes áreas verdes y aunque aún existan áreas libres en zonas de expansión, estas en un futuro cercano ya no las tendrán.



Figura 21. Imagen satelital de Otuzco de CNES / Airbus del 16.07.2020 - Google Earth (Propia, 2020)

Otro dato importante a definir es la n de *Manning* (*Tabla 1*). Para zonas permeables se ha elegido entre 0,15 y 0,17; dependiendo de la superficie presente en la zona (en las partes altas se tiene pastos naturales con arbustos y en la ciudad jardines). En el caso de las superficies impermeables se ha considerado un único valor de 0,016; calculado a partir de la rugosidad compuesta de pavimentos de concreto y los techos de teja, calamina y concreto.

Se escoge el almacenamiento en una depresión en superficies permeables e impermeables, el porcentaje impermeable que no presenta almacenamiento en depresión (0% y 100% en zonas urbanas y rurales, respectivamente) y el número de curva de escorrentía (de 86 a 95). Este último parámetro es importante al definir el modelo de infiltración de las cuencas. Los datos son obtenidos de las tablas del *Anexo 39*.

Los parámetros fisiográficos anteriormente mencionados, son ingresados al modelo para definir las cuencas y así obtener los caudales máximos del sistema de drenaje. Todos los valores están en el *Anexo 26*.

3.3.2.3 Tiempo de concentración

Existen diversas fórmulas para el cálculo del tiempo de concentración en una cuenca, tomando las más recomendadas para los sistemas de drenaje pluvial de acuerdo al tipo de zona. Según las características del lugar, se han empleado las fórmulas de *Kirpich*, *California Culverts Practice* y ecuación de retardo SCS, dando valores muy similares. La ecuación de la *Federal Aviation Administration* ha sido utilizada en algunas cuencas urbanas. Las otras ecuaciones han sido descartadas por no cumplir con las características de Otuzco o su resultado es muy alejado del resto de fórmulas.

Cada fórmula se compone de variables específicas, pero todas incluyen a la longitud y a la pendiente. Las cuencas mayores y menores de Otuzco involucradas en el diseño son de poca longitud y de mucha pendiente por lo que el tiempo de escorrentía es corto. El tiempo de escorrentía de todo el sistema resulta 13,35 minutos. En el *Anexo 27* se observa el proceso para obtener los tiempos de concentración.

3.3.2.4 Método racional

El método Racional es el procedimiento alternativo al uso del modelo matemático SWMM para el cálculo del caudal máximo de lluvia. Los datos necesarios son área, coeficiente de escorrentía e intensidad de lluvia. Es utilizado para la calibración del modelo a falta de valores reales en campo.

El área es un valor fijo, indistinto del periodo de retorno, a diferencia del coeficiente de escorrentía e intensidad que se relacionan proporcionalmente con este. El coeficiente varía dependiendo del tipo de suelo y su impermeabilidad, y la intensidad es obtenida de la lluvia de diseño.

La forma de calcular el coeficiente de escorrentía de una cuenca por método racional es ponderarlo de acuerdo al área. Se divide en tres zonas: pistas, techos, área verde; cada uno con su valor. Las pistas y los techos en su mayoría tienen el mismo coeficiente, mientras en el área verde depende del porcentaje cubierto de pasto y de la pendiente del mismo. Estas dos premisas son parte de los parámetros fisiográficos ya calculados. A mayor porcentaje de área verde menor es la escorrentía, a diferencia que, a mayor pendiente aumenta la escorrentía.

En las cuencas mayores se tienen coeficientes de escorrentía de 0,42 y 0,43 correspondiente a una zona verde cubierta de pasto con arbustos, condición promedio y una pendiente mayor al 7%; resultando caudales que oscilan entre 138,58 lps y 566,26 lps. En contraste con las cuencas menores, que están en 0,76; relacionado al coeficiente del concreto/techo, causando gastos de 23,21 lps a 210,56 lps. Los coeficientes de escorrentía fueron obtenidos de la *Tabla 6*. En el Anexo 26 se encuentran los valores del coeficiente y caudal calculado que deben ser comparados con los obtenidos en el modelo SWMM.

3.4 Datos de ingreso para el modelo de diseño

3.4.1 Diseño de la red de drenaje

Se realiza un diseño preliminar del sistema de drenaje pluvial utilizando como base las normas peruanas, para luego calibrar y validar los datos obtenidos con el modelo. Precisa definir la localización de los colectores para que reciban el agua y eviten la

acumulación de escorrentía en la superficie. La lluvia cae a los techos de las casas, escurren hacia fuera de los predios y son llevadas por las cunetas o pistas hasta los sumideros por donde ingresan a los colectores. El sistema de protección de las lluvias en una ciudad debe empezar por el bombeo de sus vías, luego por las cunetas y finalmente por los colectores.

Los colectores urbanos instalados son tuberías de polietileno de alta densidad y de sección transversal circular, y los que reciben el agua de las cuencas altas, son de concreto y sección rectangular. Todo el sistema está compuesto por dieciséis colectores principales que por la geografía del terreno no se pueden integrar. Nueve colectores desembocan en el río Pollo, dos en la quebrada La Retama, uno en la quebrada El Olivo y los otros tres en el río Huangamarca. La quebrada La Zanja se ha considerado como colector ya que pasa por medio de la ciudad y recoge las aguas de las cuencas aledañas. De estos colectores, dos recogen las aguas de las cuencas mayores y los otros corresponden a las cuencas urbanas. En la *Figura 20* se puede ver la red de drenaje propuesta para la ciudad de Otuzco.

Mediante el modelo se obtiene el caudal de escurrimiento de cada cuenca. Estas aportan mayor caudal al colector mientras avanza el recorrido del mismo. En el *Anexo 28* se observa las áreas que aporta a cada colector. Al final de todo el recorrido el sistema de drenaje evacúa un total de 7 552 lps.

Cada colector está compuesto por tramos de tal forma que se pueda dibujar y definir los cambios de dirección y la variación del sentido de la pendiente. Aunque el tipo de tubería utilizada es la indicada para soportar una velocidad máxima de 6 m/s, se recomienda que las velocidades no sean tan altas que ocasionen inestabilidad en el flujo, ni tan bajas que causen sedimentación. La mayoría de los colectores en el diseño presentan fuertes pendientes optando por colocar colectores de manera escalonada y evitar así se generen altas velocidades.

Las tuberías van colocadas paralelas al terreno a la distancia de un metro de la superficie a la cresta de la tubería, evitando invertir en zanjas más profundas y aprovechando la pendiente para el funcionamiento del sistema por gravedad. De existir algún tramo que no cumpla con la pendiente necesaria, se deben profundizar la zanja de tal forma que se logre la inclinación que ayude al paso del caudal y se tenga una velocidad

mínima permitida, o aumentar el diámetro para mejorar la capacidad hidráulica. Se ha decidido que las zanjas y sumideros tengan una altura máxima de dos metros para evitar sobre costos en excavación o encontrarse con zona rocosa, muy característico en la zona.

El coeficiente de rugosidad, n de Manning, elegido en los ductos influyen significativamente en la velocidad del fluido. Su valor en los canales de concreto es de 0,015; incluye un 0,002 adicional debido a la presencia de sedimentos, ya que estas reciben directamente las aguas de las zonas rurales. En los colectores de polietileno de alta densidad se ha elegido un valor de 0,012; valor recomendado para sistemas de drenaje pluvial, a pesar de que los valores de n en laboratorio normalmente dan un valor de 0,009 pero con variaciones de hasta 0,015.

3.4.2 Modelamiento del SWMM

Para la utilización del SWMM en el modelado del sistema de drenaje pluvial urbano de Otuzco, es importante precisar seis objetos básicos: hietograma, pluviógrafo, subcuencas, nudos, conductos y aforo.

Se construye el hietograma con una intensidad de 28,53 mm/hr, correspondiente de una lluvia de dos horas y periodo de retorno de 10 años (*Anexo 24*). Se crea un pluviógrafo y se le asigna el hietograma. Los pluviógrafos se vinculan a las subcuencas para poder simular el comportamiento de las lluvias en el sistema de drenaje pluvial urbano.

Se dibujan las subcuencas y se ingresa los parámetros fisiográficos ya definidos. Para la infiltración de la subcuenca se elige el método de Número de Curva, este se adapta más debido a la ausencia de un estudio de suelos en el proyecto y que el único valor necesario es el número de curva. De acuerdo a las características del lugar, el suelo corresponde al tipo D.

Se trazan los nudos o buzones y los aforos. El aporte de escorrentía de las subcuencas al sistema de drenaje es mediante los nudos. El aforo es el último punto de la red de drenaje y es donde se produce la descarga del agua que es evacuada de los ductos. Al dibujar los nudos y el aforo se especifica la profundidad de los ductos y la altura sobre el nivel del mar.

Para los conductos se determina la sección, la longitud y el coeficiente de rugosidad. Son delineados entre nudos o de nudo a aforo. La sección considerada inicial es la mínima especificada por la norma y se ajusta en forma iterativa de acuerdo al análisis del modelo hasta un valor final. Esta debe tener un diámetro comercial. El coeficiente depende del material.

En el *Anexo 29* se muestran los valores de los nudos, aforos y conductos ingresados al modelo. En el *Anexo 30* se encuentra de manera gráfica el proceso del modelamiento y simulación del SWMM.



CAPÍTULO IV: RESULTADO Y DISCUSIÓN

4.1 Simulación del modelo

El modelo es simulado con una lluvia de periodo de retorno de 10 años y un tiempo de duración de dos horas. Se utiliza el método de onda cinemática debido a las características del proyecto: pendientes mayores a 1%, pequeños tirantes y altas velocidades.

Los valores iniciales asumidos fueron ajustados de forma iterativa, modificando algunas características de las subcuencas, así como las cotas y diámetros de los colectores. Las correcciones se hicieron para evitar inundaciones en los nudos, velocidades excesivas en los colectores y para lograr resultados con mayor similitud a la realidad. El error de continuidad en el balance de masas del modelo de Otuzco está dado por los errores, de escorrentía superficial en -0,01% y de la ruta del flujo en -0,03%; asegurando la confiabilidad en la simulación por tener valores menores al $\pm 10\%$ como estipula el SWMM. En el *Anexo 31* se tiene el informe detallado de los resultados de la simulación, especialmente el ingreso de datos, el balance de masas y cinco tablas resumen.

La primera tabla muestra la escorrentía de las cuencas. La altura de la lluvia es de 57,06 mm. En la urbe aproximadamente el 90% escurre hacia el sistema de drenaje pluvial, en contraste con la zona rural que solo la tercera parte lo hace. El resto infiltra al subsuelo. También se evidencia el caudal pico que varía desde 29,93 lps a 255,13 lps en cuencas menores y supera los 261,09 lps en las cuencas superiores. Además, se muestra el coeficiente de escorrentía que está entre 0,37 y 0,47 en las zonas rurales y entre 0,84 y 0,91 en todas las cuencas urbanas. Todos los valores son afectados por la impermeabilidad del lugar, a mayor coeficiente, menor cantidad de lluvia infiltrada y mayor caudal. Esto sucede en condiciones ideales, sin considerar el agua estancada, la evaporación u otros factores.

La segunda tabla tiene valores sobre la profundidad de los nudos. El nivel del agua máximo en hora pico, es menor en los lugares más alejados del sistema de drenaje y mucho mayor en los nudos cercanos a los aforos o a colectores de poca pendiente, empieza en 10 cm. y llega a 82 cm.

La tercera tabla presenta datos sobre el flujo en los nudos. Muestra el caudal y volumen de agua que las subcuencas transfieren a los nudos. No se produce desborde en ningún punto, probando que el diámetro final obtenido de la tubería es el adecuado.

La cuarta tabla expone información de las cargas en los aforos. Indica que su caudal máximo de agua de lluvia eliminada en cada colector está entre 166.86 lps y 1 515.91 lps.

La quinta tabla destaca el caudal en los ductos. Se observa que tanto el tirante como el gasto máximo se incrementa mientras se va acercando al aforo, debido a la acumulación del agua. El caudal va desde 30,33 lps hasta 1 515,91 lps en todo el sistema. La velocidad está entre 0,92 m/s y 5,44 m/s. La mínima es mayor a la permitida (0,9 m/s) asegurando así que no exista acumulamiento de sedimentos. Del mismo modo, la máxima debe ser menor a los 6 m/s en tuberías de polietileno de alta densidad y 3,3 m/s en canales de concreto. Para lograr valores menores se ha considerado, en algunos nudos, una grada de hasta de 1,20 m., de tal forma que disminuya la velocidad en los colectores. Así mismo, en la tabla se indica el porcentaje de caudal máximo y su tirante respectivo. El último tramo del colector doce es el más crítico con un tirante al 77% de la sección del colector y con un gasto al 94%, cumpliendo con la norma que especifica un tirante máximo de hasta el 80% de la sección.

En las gráficas de los perfiles longitudinales a caudal pico, en el *Anexo 32*, se puede ver que los tirantes son menores al diámetro elegido de las tuberías. En la *Figura 22* se observa el mapa de Otuzco con los resultados más importantes de la simulación: escorrentía en las cuencas, tirante en los nudos y velocidad en los ductos.

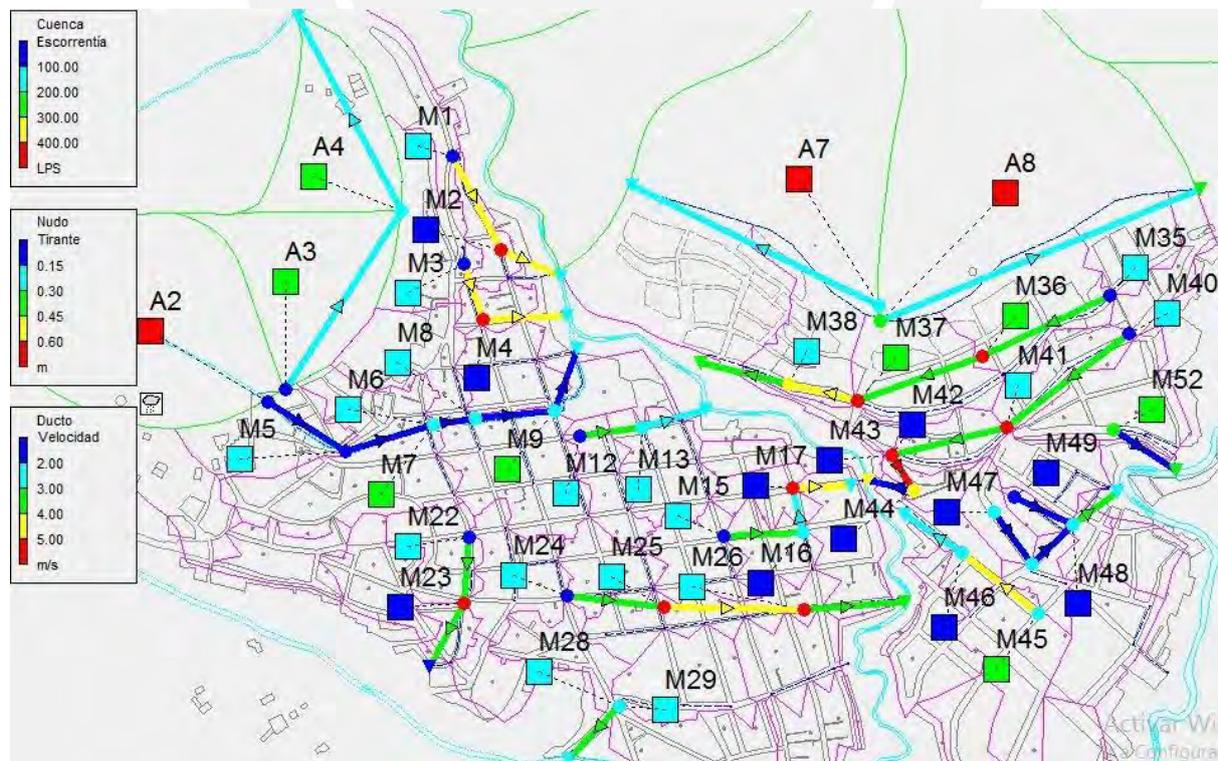


Figura 22. Resultado de la simulación (Propia, 2020)

Debido a que se ha realizado un análisis cinemático del modelo, no puede determinar la evolución de los tipos de flujos que se han generado en el transcurso de la lluvia y su recorrido en el drenaje. Sin embargo, el SWMM para todo tipo de análisis considera al flujo como permanente. En algún momento del desarrollo de la lluvia, por la presencia de buzones y aforos, el agua genera un remanso aguas arriba y un resalto hidráulico aguas abajo, que se clasifican en flujo gradualmente variado y rápidamente graduado, respectivamente.

Durante todo el recorrido y duración de la lluvia, el agua pasa por zonas con diferentes pendientes, cambios de diámetro, caídas e ingresos intempestivos de lluvia ocasionando que las condiciones varíen constantemente y los tipos de flujo también lo hagan. En zonas con fuerte pendiente y presencia de elementos que generen cambios bruscos en el sistema de drenaje, se pueden formar flujos supercríticos. Al contrario, en zonas más estables da lugar a flujos subcríticos la mayor parte del tiempo.

Cuando el sistema está recibiendo agua producto de la lluvia, el caudal se encuentra en un régimen turbulento en la mayoría de su recorrido. En cambio, cuando la precipitación termina y el sistema está en proceso de eliminación del flujo, se puede conseguir un flujo laminar.

4.2 Calibración y validación del modelo

Es importante calibrar un modelo hidráulico luego de terminado, para asegurar que los valores obtenidos son similares a la realidad. La mejor forma de hacerlo es utilizando valores reales conseguidos en campo. Debido a que no se cuenta con esa información se ha optado por manejar los valores del método racional que son muy utilizados en los proyectos del país. Luego corresponde hacer una validación de los resultados para confirmar el cumplimiento de las normas.

Para la calibración se iteran las variables del modelo hasta alcanzar los valores que se necesitan. En la *Tabla 11* se observa qué tanto es afectado al caudal y coeficiente de escorrentía arrojado por el modelo, al aumentar los valores en cada una de las propiedades. Esto ha sido obtenido a partir del análisis de la cuenca urbana M1 mostrado en el *Anexo 33*. Los factores que afectan principalmente al caudal son la forma y permeabilidad. En cambio, el coeficiente de escorrentía es afectado básicamente por propiedades relativas a la permeabilidad. Por otro lado, la variación del coeficiente de escorrentía afecta de manera considerable y directa al caudal, comprobado mediante la aplicación de la ecuación del método racional.

Tabla 11. Sensibilidad de variables

Propiedades		Caudal		Coeficiente de escorrentía	
Ancho	▲	Aumento considerable	▲	Aumento imperceptible	
Pendiente	▲	Aumento considerable	▲	Aumento imperceptible	
% imperv	▲	Aumento considerable	▲	Aumento considerable	▲
N imperv	▲	Disminución mínima		Disminución imperceptible	
N perv	▲	Disminución mínima		Disminución imperceptible	
D store imperv	▲	Disminución imperceptible		Disminución mínima	
D store perv	▲	Disminución mínima		Disminución mínima	
% zero imperv	▲	Aumento imperceptible		Aumento mínimo	
CN	▲	Aumento considerable	▲	Aumento considerable	▲
Drying time	▲	No afecta		No afecta	

(Propia, 2020)

A pesar de ajustar los valores no se logra una similitud con el método racional. Con el modelo, en zonas rurales el coeficiente de escorrentía tiene un 10% aproximadamente menor al valor racional, y a pesar de ello, los caudales salen mayores en casi 70%. En la ciudad se tiene un coeficiente mayor en 18% generando un caudal mayor en un 30%. Si se ajustaran e igualaran los coeficientes de escorrentía en ambos métodos, el caudal del modelo tendría una diferencia mayor en 10%. En el *Anexo 34* se tiene los resultados de la comparación entre ambos métodos.

Para lograr obtener valores iguales entre ambos métodos se debe tener algunas consideraciones al momento de configurar las cuencas en el modelo, lo que lo convertiría en uno más simple y alejado a la realidad. Rossman (2016) indica lo siguiente para las cuencas:

- Porcentaje de impermeabilidad igual a $100 \cdot C$ (coeficiente de escorrentía) y porcentaje de impermeabilidad que no presenta almacenamiento en depresión igual a 0
- Almacenamiento en depresión impermeable y permeable igual
- Pendiente y ancho cualesquiera y n de Manning impermeable y permeable igual a 0
- Método de infiltración de Horton con máximo y mínimo ratio de infiltración igual

Para la obtención de los diámetros de las tuberías y las velocidades en las que el agua recorre los ductos, el modelo hace uso de la fórmula de *Manning*. Con los diámetros, la velocidad, porcentaje de sección llena y las pendientes de los colectores y canales se verifica el cumplimiento de la norma peruana OS.060.

4.3 Resumen ejecutivo

Con los valores finales obtenidos del modelo ya se tiene el diseño definitivo. A continuación, en la *Tabla 12*, se tiene un resumen ejecutivo de todo el diseño realizado en la presente tesis. Además, en el *Anexo 35* se tienen los planos definitivos para el sistema de drenaje pluvial urbano de la ciudad de Otuzco.

Tabla 12. Resumen ejecutivo

Parámetro	Diseño de drenaje en Otuzco	Valores de referencia
General		
Proyecto	Sistema de Drenaje Pluvial Urbano en la ciudad de Otuzco, La Libertad	
Ubicación política	Centro poblado, distrito y provincia: Otuzco Departamento: La Libertad País: Perú	
Ubicación hidrográfica	Cuenca Moche	
Hidrografía	Ríos: Pollo, Huangamarca y Urazco Quebradas: La Retama, La Zanja y El Olivo	
Registro meteorológico	Estación pluviométrica Virgen de la Puerta	
Población beneficiaria	26 039 habitantes	
Plazo	4 meses	
Costo	S/ 7 636 301,05; incluye IGV	
Lluvia de diseño		
Método probabilístico	Log Normal 3 p, ajustado con Kolmogorov-Smirnov	Normal Log Normal 2p Log Normal 3p Gamma 2p Gamma 3p Log Pearson III Gumbel Log Gumbel
Periodo de retorno	10 años	De 2 a 25 años
Precipitación	57,06 mm	-
Intensidad de la lluvia	28,53 mm/hr	-
Tiempo de concentración	13,35 min	-
Duración de la lluvia	2 hr	Mayor al tiempo de concentración
Sistema de drenaje pluvial urbano		
Método de diseño	SWMM, verificado con método racional	Racional Hidrogramas unitarios SWMM
Sistema	Separativo	Separativo

		Unitario Mixto Pseudo-separativo Compuesto
Sistema de eliminación	Gravedad	Gravedad Bombeo Mixto
Estructuras	Recolección: sumideros con rejillas Transporte: canales abiertos, colectores Evacuación: emisores, buzones, aforos	
Cuencas		
Área por drenar	110,91 Ha	
Pendiente promedio	Cuencas rurales: 33,79% Cuencas urbanas: 8,89%	
Caudales	Cuencas rurales: 261,09 lps a 922,60 lps Cuencas urbanas: 29,93 lps a 255,13 lps	
Coefficiente de escurrimiento	Cuencas rurales: 0,37 a 0,47 Cuencas urbanas: 0,84 a 0,91	
Colectores		
Sección	Canales: 1,00 m x 0,45 m Tuberías: 45 cm, 50 cm y 63 cm	Mayor a 45 cm de diámetro
Tirante	12% a 77%	Máximo 80% de la sección
Velocidad mínima	0,95 m/s	0,9 m/s
Velocidad máxima	Concreto: 2,83 m/s Hdpe: 5,44 m/s	Concreto: 3,3 m/s Hdpe: 6 m/s
Coefficiente de rugosidad	Concreto: 0,015 Hdpe: 0,012	Concreto: 0,012 a 0,020 Hdpe: 0,011 a 0,012
Buzones		
Profundidad	De 0,60 m. a 5,25 m.	-
Espaciado	Menor a 100 metros	Menor a 200 metros
Sumideros		
Tipos	Transversales, cubiertos con una rejilla	Transversales Longitudinales

(Propia, 2020)

4.4 Presupuesto de obra

Antes de empezar un proyecto es necesario realizar un estudio de viabilidad para justificar su ejecución. En esta decisión se considera múltiples factores, como sociales, de seguridad y económicos. El factor económico es evaluado para la construcción, operación y mantenimiento.

En la construcción del sistema de drenaje pluvial urbano se identifica las partidas y se realiza el metrado de los insumos de obra. Por otro lado, se define el análisis de costos unitarios en base a un estudio de mercado para los materiales y equipos y de negociaciones colectivas para la mano de obra (*Anexo 36*).

Teniendo las partidas, el metrado y el análisis de costos unitarios se arma el presupuesto (*Anexo 37*). Para el sistema de drenaje pluvial de Otuzco se ha considerado gastos generales del 12% y una utilidad del 10%, ambos de los costos directos. Dando como resultado del presupuesto un monto de S/ 7 636 301,05, incluye IGV.



CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

Se ha diseñado el sistema de drenaje pluvial urbano en Otuzco, ciudad importante de la sierra de La Libertad, para evitar daños ocasionados por el temporal de lluvias y cumplir con la normativa nacional que establece obligatoriedad de una red de drenaje en toda habilitación urbana. Se realiza con la ayuda del SWMM, un modelo que permite ingresar muchos parámetros de la zona para realizar múltiples cálculos de manera sencilla y rápida logrando resultados muy similares a las condiciones reales.

El tiempo de concentración, igual a 13,35 minutos, es pequeño debido a la poca área de la ciudad y sus altas pendientes. Para su obtención se ha utilizado las fórmulas más convenientes y adaptables al lugar.

Para el diseño de lluvia se ha utilizado un registro histórico de 27 años. Este pasa por una prueba de datos dudosos, una corrección por intervalo fijo de observación y un ajuste de distribución de Log Normal triple parámetro, para conseguir la lluvia de diseño definitivo.

Las precipitaciones diarias desde el año 2008 al 2020 han sido recolectadas directamente de la estación meteorológica Virgen de la Puerta de Otuzco. De 1994 al 2007 no registra lluvias diarias, sino mensuales, lo que obliga a utilizar el producto PISCO para calcularlas.

Mediante el método de Dick y Pechke se calcula una intensidad de 25,53 mm/hr, para un periodo de retorno de 10 años y una lluvia de dos horas.

La ciudad de Otuzco y sus áreas de influencia han sido divididas en 11 cuencas rurales y 59 cuencas urbanas, para controlar y describir mejor las características fisiográficas del lugar. Estos valores son determinantes en los resultados del modelo porque forman parte de los parámetros de ingreso.

El coeficiente de escorrentía promedio en el área urbana de Otuzco es de 0,89; valor elevado debido a la poca área verde que tiene la ciudad. A diferencia de la zona rural, donde los coeficientes son de 0,35 y 0,47; a causa de los pastizales con presencia de arbustos y pocas construcciones, permitiendo mayor infiltración.

De todas las cuencas de la zona, 41 ingresan al sistema de drenaje y el resto escurren directamente a alguna quebrada o río. Las cuencas urbanas aportan al drenaje un caudal entre 29,93 lps y 255,13 lps y las rurales de 261,09 lps a 922,60 lps.

La velocidad en los colectores obtenida en la simulación, en las tuberías de polietileno de alta densidad oscila entre 0,92 m/s y 5,44 m/s, y en los canales de concreto van desde 2,41 m/s hasta 2,83 m/s.

Para los colectores de la parte urbana se usan tuberías de polietileno de alta densidad, con diámetros entre 45 cm. y 63 cm., debido a que soportan grandes velocidades y son las más utilizadas en la actualidad en los sistemas de saneamiento por la facilidad de transporte e instalación. La esorrentía de las zonas superiores es recibida de manera simultánea por canales abiertos de concreto de sección cuadrada de 1,00 m. x 0,45 m. El tramo más crítico tiene un tirante al 77% de la sección del colector y un caudal al 94%.

Es necesario calibrar el modelo para conseguir valores más reales. Como no se cuenta con datos de la zona, se utiliza el método racional, muy usado en los proyectos hidráulicos del país.

Con el diseño definitivo de la red de drenaje se valida el diámetro, la velocidad, el porcentaje de sección llena y la pendiente de los colectores y canales, verificando el cumplimiento de la norma OS.060.

La construcción de la red de drenaje pluvial, con un presupuesto de S/ 7 636 301,05, resulta viable y necesaria para el desarrollo de la ciudad y seguridad de los pobladores.

5.2 Recomendaciones

Para ejecutar la tesis es necesario una ingeniería de detalle y realizar algunos estudios complementarios: planeamiento urbano, topografía, estudio de suelos, compatibilidad de uso, calidad del agua, impacto ambiental, análisis de costos, revisión de interferencias, y evaluación económica de operación y mantenimiento.

El mantenimiento del sistema de drenaje pluvial garantiza su capacidad hidráulica y evita daños por precipitaciones. Este debe hacerse, de preferencia, dos veces al año: una antes de la temporada de lluvias y la otra posterior a esta. Por ello cuando se toma alguna decisión en el

diseño de la red se debe hacer una correcta evaluación económica de operación y mantenimiento.

La construcción del sistema de drenaje de preferencia se debe realizar en épocas de sequía, ya que ayuda a la velocidad de la construcción del proyecto y disminuye los problemas en campo. El suelo de la zona es arcilloso, como la mayor parte de la sierra, y con la lluvia reacciona generando derrumbes, incrementando el peligro en los trabajadores e incrementa el costo.

Implementar en la zona de estudio una estación meteorológica completa para tener una mayor data de la evolución de la lluvia en el tiempo y de otros parámetros hidrológicos.

Para la calibración del modelo se tiene que utilizar de preferencia datos reales tomados en campo.

Los sistemas de drenaje pluvial urbano deben considerar el aumento de las lluvias ocasionadas por el cambio climático. El diseño debe adaptarse progresivamente y a bajo costo, evitando sobredimensionamientos que generan sobrecostos en el presupuesto.

El uso de un sistema compuesto permite separar las primeras lluvias contaminadas del resto, asegurando una mejor calidad del agua.

Elaboración de un plan de mitigación de inundaciones por potencial desborde de los ríos y quebradas que atraviesan la localidad, ya que la red de drenaje pluvial urbano no lo contempla.

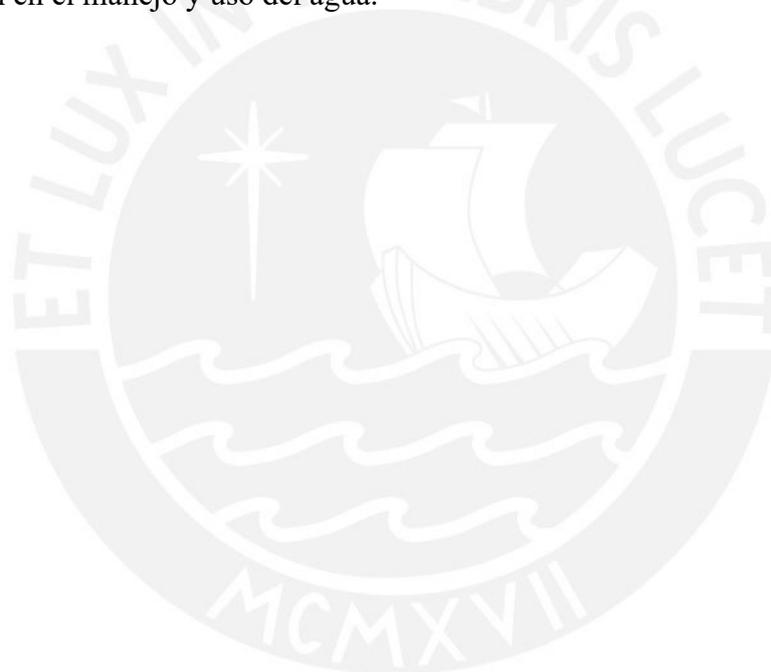
Es necesario implementar al sistema de drenaje pluvial el manejo de uso de suelos, cobertura vegetal y represamiento, que permite disminuir el coeficiente de escorrentía. Facilitando la infiltración, la percolación del agua de lluvia y su almacenamiento en acuíferos y presas.

Es preciso reforestar las quebradas, orillas de río y zonas altas de la ciudad para evitar la erosión, facilitar la infiltración, contribuir a la disminución de la escorrentía, disminuir los sedimentos y mejorar las condiciones ambientales y de biodiversidad del entorno. Las plantas reforestadas de preferencia deben ser nativas, para que puedan tener una pega mucho más rápida, y resistentes a climas secos. Otra alternativa es el uso de pastos para ganado o sembríos. Las zanjas de infiltración y diques en cárcavas también contribuyen a estos beneficios.

La implementación de barriles, cisternas, tanques o lagunas artificiales que recogen la lluvia, aumenta la oferta de agua para satisfacer la demanda de la zona. El almacenamiento de aguas para uso múltiple hace frente a la escasez hídrica.

Las edificaciones deben contar con un sistema de evacuación de aguas pluviales con el fin de garantizar un buen desempeño de las estructuras y reutilizar el agua para riego de jardines y eliminación de excretas.

Un sistema de gestión de tormentas siempre tiene que estar acompañado con el fortalecimiento de organizaciones en gestión de recursos hídricos. Eso implica la capacitación y sensibilización en el manejo y uso del agua.



BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Pipe Association. (2012). Manning's n values history of research. *Design Data 10*. Retrieved from https://www.concretepipe.org/wp-content/uploads/2014/09/DD_10.pdf
- Ávila, L., & Ávila, H. (2016). *Hazard analysis in urban streets due to flash floods: Case study of Barranquilla, Colombia*. World Environmental and Water Resources Congress 2016. Retrieved from <http://dx.doi.org.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/10.1061/9780784479889.016>
- Campos, D. F. (1984). *Proceso del ciclo hidrológico*. Potosí: Universidad Autónoma de San Luis de Potosí.
- Catala, F. (1992). *Cálculo de caudales en las redes de saneamiento*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - Cenepred. (2018). *Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres - Sigrid V3, 3.0.0*. Retrieved mayo 4, 2020, from <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa>
- Centro Regional de Planeamiento Estratégico. (2009). *Plan de desarrollo regional concertado de la región La Libertad*. Gobierno Regional La Libertad, Trujillo. Retrieved from https://www.mesadeconcertacion.org.pe/sites/default/files/archivos/2015/documentos/11/13_pdro_la_libertad_2010_2021.pdf
- Chaundhry, M. H. (2008). *Open-channel flow* (Segunda ed.). Columbia: Springer Science & Business Media.
- Chereque Moran, W. (1993). *Mecánica de fluidos 2*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chow, V. T. (1994). *Hidráulica de canales abiertos*. Bogotá: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
- Chow, V. T., Maidment, D., & Mays, L. (2000). *Hidrología aplicada*. Bogotá: Editorial Mc Graw-Hill Interamericana.
- Comisión Nacional del Agua. (2019). *Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento. Drenaje Pluvial Urbano* (Vol. 19). México DF: Biblioteca Digital MAPAS. Retrieved from <http://cmx.org.mx/wp-content/uploads/MAPAS%202015/libros/SGAPDS-1-15-Libro19.pdf>
- Dávila, S. (1994). *Estudio geodinámico de la cuenca del río Moche: Departamento de La Libertad*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - Ingemmet. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12544/272>
- G., K. W. (2015). *Sistema Nacional de Carreteras - SINAC*. Mapa, Ministerio de Transportes y comunicaciones, Dirección de Caminos, Lima.
- Gerencia Regional de Agricultura. (2020). *La Libertad Portal Agrario Regional*. Retrieved mayo 15, 2020, from Estadísticas Agropecuarias. Hidrológica: <http://www.agrolalibertad.gob.pe/?q=node/67>
- Gerencia Regional de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Plan regional de saneamiento*. Gobierno Regional La Libertad, Trujillo. Retrieved from <http://direccionsaneamiento.vivienda.gob.pe/Planes%20Regionales%20de%20Saneamiento/PRS%20LA%20LIBERTAD.pdf>
- Gobierno Regional Cusco. (2017). *Adecuamiento al Cambio Climático "Cosecha de Agua en Microcuencas Lacustres de Pumachapi, Quillayoc, Soclla, Soraccota, Qeñayoc, canta Canta, Casuira, Laranmayu de la Cuenca Alta del Vilcanota"*. Proyecto Especial Regional Instituto de Manejo de Agua y Medio ambiente, Cusco. Retrieved

- from <http://www.ima.org.pe/proyectos/en-ejecucion/114975-COSECHA-DE-AGUA-CUENCA-ALTA-VILCANOTA-II.pdf>
- Ingeservice. Consultoría y ejecución de obras. (2013). *Estudio hidrológico y de drenaje. Estudio de pre inversión a nivel de factibilidad del proyecto: Instalación del servicio de drenaje pluvial en la ciudad de Cayhuayna, distrito de Pillcomarca, Pillcomarca, Hunánuco, Huánuco*. Lima.
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico. (2017). *Sistema de Información Geológico y Catastro Minero (Geocatmin)*. Retrieved mayo 4, 2020, from <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2018). *Sistema de consulta de base de datos*. Retrieved from Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades indígenas: <http://censos2017.inei.gob.pe/redatam/>
- Llaguno, O. J., Rodríguez, J. M., Alcocer, V. H., & Bourguett, V. J. (2016). Modelización del flujo superficial para el trazo de una red de drenaje pluvial en la ciudad de Cancún, Quintana Roo, México. *Acta Universitaria*, 26(NE-3), 98-106. Retrieved from http://www.actauniversitaria.ugto.mx/index.php/acta/article/viewFile/1063/pdf_205
- Medina, L., Luque, G., & Pari, W. (2012). *Riesgo geológico de la región La Libertad*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico - INGEMMET. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12544/290>
- Ministerio de Energía y Minas. (n.d.). Descripción de los componentes físicos y caracterización ambiental de la cuenca. Lima.
- Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Actualización del clasificador de rutas del sistema nacional de carreteras - SINAC. In *Normas Legales*. Lima: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Norma OS.060: Drenaje pluvial urbano. In *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2017). *Propuesta de Norma OS.060: Drenaje pluvial urbano*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Decreto legislativo N° 1356. In *Normas legales*.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Sistema de diagnóstico sobre abastecimiento de agua y saneamiento en el ámbito rural - DATASS*. Retrieved from <https://datass.vivienda.gob.pe/>
- Moglen, G. E., & Ríos, G. E. (2014). Climate Change and Storm Water Infrastructure in the Mid-Atlantic Region: Design Mismatch Coming? *Journal of Hydrologic Engineering*, 19(11). Retrieved from [http://dx.doi.org.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/10.1061/\(ASCE\)HE.1943-5584.0000967](http://dx.doi.org.ezproxybib.pucp.edu.pe:2048/10.1061/(ASCE)HE.1943-5584.0000967)
- Municipalidad Provincial de Otuzco. (2004). *Plan de Desarrollo Concertado del Distrito de Otuzco*. Otuzco. Retrieved from <http://www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/Plan%20de%20Desarrollo%20Concertado%20del%20Distrito%20de%20Otuzco.pdf>
- Municipalidad Provincial de Otuzco. (2019). *Creación Política*. Retrieved mayo 2, 2020, from <https://muniotuzco.gob.pe/la-ciudad/historia/creacion-politica/>
- Municipalidad Provincial de Otuzco. (2019). *Información Demográfica*. Retrieved mayo 2, 2020, from <https://muniotuzco.gob.pe/la-ciudad/informacion-demografica/>
- Orellana, R. E. (2021). *Modelamiento Hidrológico e Hidráulico para el Análisis de Inundaciones en la Ciudad de Piura utilizando HEC-HMS y HEC-RAS*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Pérez, R. P. (2015). *Diseño y construcción de alcantarillados: sanitario, pluvial y drenaje en carreteras*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- PromPerú. (2019). *La Libertad: Guía práctica para el viajero*. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, Comisión de Promoción del Perú para la exportación y el Turismo, Lima. Retrieved from https://issuu.com/visitperu/docs/gu_a_del_viajero_la_libertad__es_
- PromPerú. (2019). *Rutas cortas desde Trujillo: Caminos de altura*. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo, Lima. Retrieved from <https://www.ytuqueplanes.com/rutas/la-libertad/caminos-de-altura-rutas-cortas-desde-trujillo>
- Ríos, F., & Cruz, J. A. (2012). *Diseño de sistemas de drenaje pluvial urbano: Uso del modelo SWMM*. XXII Congreso Nacional de Hidráulica, Acapulco.
- Rocha, A. (2007). *Hidráulica de tuberías y canales*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Rossman, L. A. (2015). *Storm Water Management Model. User's Manual Version 5.1*. Cincinnati, EUA.
- Rossman, L. A. (2016). *Storm Water Management Model - Hydrology*. Cincinnati: US Environmental Protection Agency.
- Rossman, L. A. (2017). *Storm Water Management Model - Hydraulics*. Cincinnati: US Environmental Protection Agency.
- Rossman, L. A., Schade, T., Dickinson, R., Chan, C., & Burgess, E. (2006). *Manual de usuario. SWMM: Modelo de gestión de aguas pluviales*. Cincinnati, EUA.
- Sanz Osorio, J. F. (2016). *Energía hidroeléctrica* (Segunda ed.). Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza. Retrieved from https://books.google.com.pe/books/about/Energ%C3%ADa_hidroel%C3%A9ctrica.html?id=Q5BfDgAAQBAJ&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2017). *PISCO*. Retrieved mayo 15, 2020, from ftp://ftp.senamhi.gob.pe/PISCO_v2.0/PISCO_Pd_v2.0/
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (2020). *Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional*. Retrieved mayo 15, 2020, from <https://www.senamhi.gob.pe/?&p=estaciones>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. (1984). *Mapa climático del Perú*. Retrieved octubre 29, 2017, from <https://senamhi.gob.pe/?&p=mapa-climatico-del-peru>
- Villón Béjar, M. (2012). *HidroEsta 2* (Primera ed.). Lima: Editorial Villón.
- Villón, M. (2005). *Hidrología estadística* (Tercera ed.). Lima: Editorial Villón.
- Villón, M. (2007). *Hidráulica de canales* (Segunda ed.). Lima: Editorial Villón.

ANEXOS



Anexo 1: Registro histórico - Precipitaciones mensuales
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

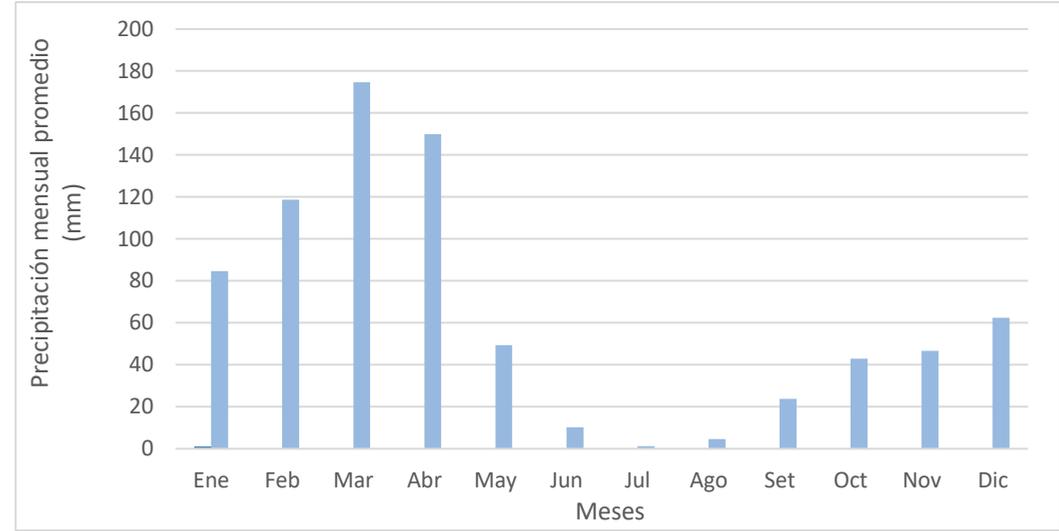
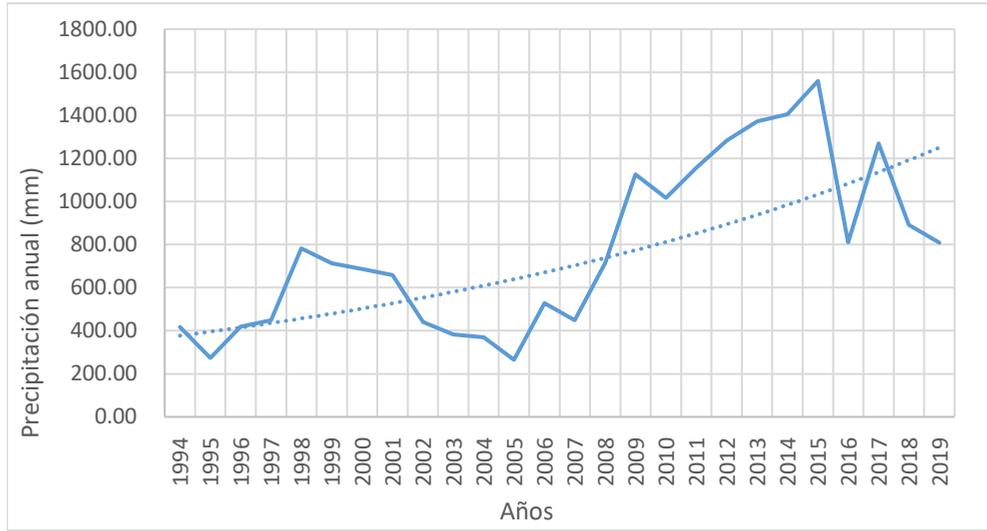
Parámetro: Precipitación total (mm)

Latitud: 07° 54' 10" S
Longitud: 78° 34' 20" W
Altitud: 2 641 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Total
1994	31.30	65.00	98.70	77.30	13.50	66.00	0.00	0.00	13.20	0.00	34.50	17.50	417.00
1995	47.50	32.50	26.90	24.00	21.20	0.00	4.00	1.00	6.50	44.81	26.40	39.60	274.41
1996	43.00	118.62	90.06	85.50	17.04	4.80	0.00	0.00	0.20	48.24	4.50	7.00	418.96
1997	13.50	62.70	30.48	73.60	4.50	5.00	0.00	0.00	19.50	30.00	81.50	128.10	448.88
1998	123.01	149.50	251.00	125.40	18.00	11.00	0.00	16.00	12.00	35.00	14.00	27.00	781.91
1999	62.50	179.50	81.00	142.00	115.00	14.00	8.00	0.00	36.00	35.00	5.50	34.00	712.50
2000	40.00	100.00	143.00	148.00	75.00	9.00	0.00	13.00	43.00	10.00	28.00	77.00	686.00
2001	88.00	70.00	200.00	99.50	21.00	21.00	1.00	0.00	64.00	27.50	37.50	29.00	658.50
2002	18.00	74.00	81.00	70.00	16.00	17.00	0.00	0.00	3.00	54.00	75.00	32.00	440.00
2003	34.00	95.00	61.00	68.00	33.00	17.00	1.00	0.00	6.00	7.00	27.00	34.00	383.00
2004	14.00	93.00	70.00	34.00	18.00	0.00	4.00	0.00	13.00	71.00	17.00	35.00	369.00
2005	39.00	36.00	70.00	66.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	14.00	13.00	26.00	265.00
2006	50.00	78.00	203.00	67.00	2.00	18.00	4.00	0.00	16.00	1.00	53.00	36.00	528.00
2007	71.00	36.00	94.00	119.00	35.00	2.00	1.00	0.00	43.00	0.00	41.00	7.00	449.00
2008	69.00	82.00	204.00	120.00	0.00	0.00	0.00	42.00	4.00	40.00	141.00	13.00	715.00
2009	207.00	180.00	311.00	203.00	1.00	0.00	5.00	2.00	2.00	104.00	70.00	41.00	1126.00
2010	12.00	260.00	12.00	287.00	234.00	0.00	0.00	0.00	86.00	0.00	81.00	44.00	1016.00
2011	72.00	36.00	170.00	642.00	0.00	7.00	0.00	0.00	8.00	30.00	63.00	129.00	1157.00
2012	111.00	221.00	303.00	264.00	45.00	27.00	0.00	0.00	54.00	91.00	107.00	59.00	1282.00
2013	144.00	277.00	444.00	60.00	147.00	0.00	0.00	0.00	0.00	176.00	6.00	117.00	1371.00
2014	72.00	68.00	367.00	405.00	117.00	1.00	0.00	8.00	101.00	61.00	66.00	138.00	1404.00
2015	355.00	272.00	217.00	170.00	46.00	27.00	5.00	0.00	14.00	85.00	121.00	247.00	1559.00
2016	114.00	241.00	256.00	45.00	0.00	2.00	0.00	0.00	14.00	61.00	0.00	77.00	810.00
2017	187.00	98.00	546.00	161.00	28.00	16.00	0.00	39.00	31.00	65.00	56.00	42.00	1269.00
2018	206.00	89.00	104.00	219.00	169.00	3.00	0.00	0.00	3.00	0.00	0.00	98.00	891.00
2019	50.00	180.00	184.00	129.00	81.00	0.00	0.00	0.00	26.00	27.00	44.00	87.00	808.00
2020	13.00	13.00	95.00	144.00	76.00	7.00	1.00						349.00
Prom total	84.70	118.77	174.56	149.94	49.38	10.18	1.26	4.65	23.82	42.98	46.65	62.35	769.25

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD



Anexo 2: Registro histórico - Temperaturas máximas y mínimas mensuales
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Temperatura máxima y mínima (°C)

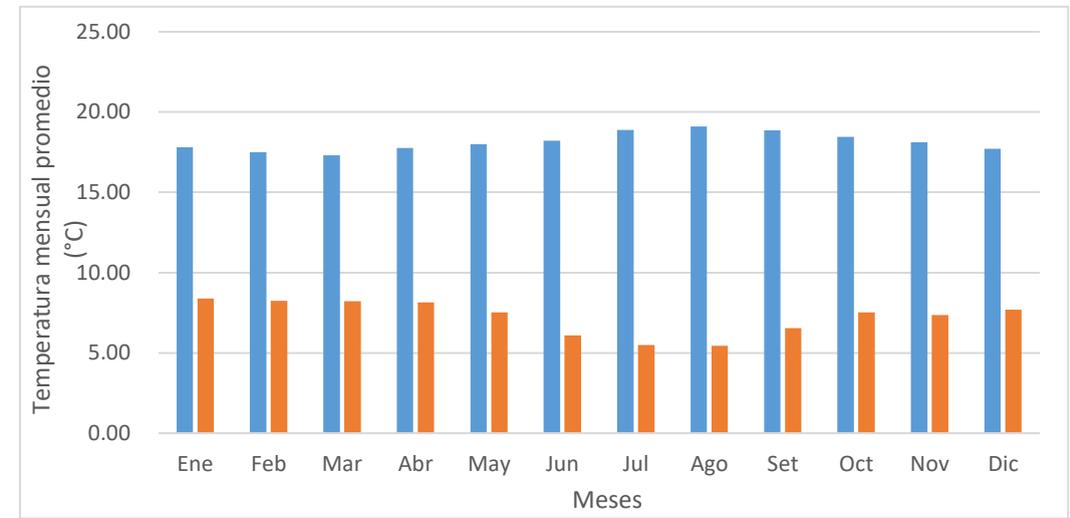
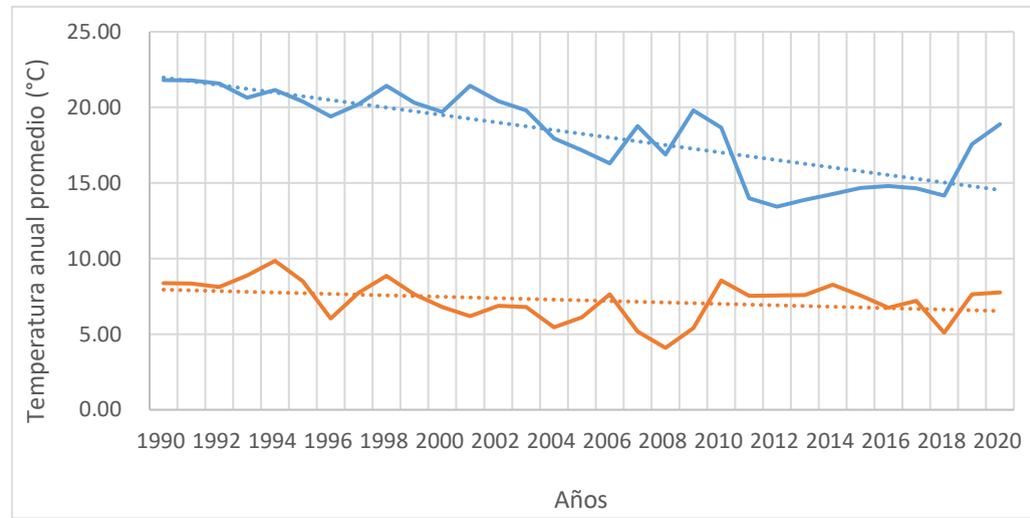
Latitud: 07° 54' 10" S
Longitud: 78° 34' 20" W
Altitud: 2 641 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Temperatura máxima													
1990						22.70	22.00	23.10	22.60	20.50	20.40	21.30	21.80
1991	21.40	21.70	24.40	21.10	21.70	22.20	22.10	22.40	22.10	20.70	20.80	20.70	21.78
1992					21.00	21.70	21.70	22.30	21.00	23.00	21.00	21.00	21.59
1993	20.90	19.40	17.40	19.90	20.50	22.20	21.40	23.00	21.00	21.00	21.00	20.00	20.64
1994	19.90	20.50	19.00	20.30	21.00	21.00	23.30	23.40	23.00	21.00	20.70	20.70	21.15
1995	19.90	19.60	16.35	20.33	21.77	21.50	21.23	22.36	22.43	20.61	19.27	19.32	20.39
1996	18.65	18.52	17.77	19.17	19.81	19.37	20.35	20.32	21.03	18.97	19.27	19.48	19.39
1997	20.52	18.07	19.71	19.03	20.35	20.20	21.42	21.65	20.90	20.87	20.00	19.84	20.21
1998	20.32	21.39	20.80	21.07	21.58	21.90	22.45	22.30	21.93	21.61	20.97	20.84	21.43
1999	19.74	18.21	18.93	19.70	18.97	20.60	22.16	21.35	21.27	21.27	21.60	19.81	20.30
2000	19.97	18.55	18.94	18.34	16.97	17.11	20.87	21.77	20.97	21.97	20.90	19.90	19.69
2001	19.39	20.04	18.90	19.57	21.81	22.40	24.77	23.29	21.23	23.19	20.87	21.52	21.41
2002	21.61	20.86	20.94	22.03	19.39	19.20	20.74	21.74	20.47	20.42	18.53	19.03	20.41
2003	19.57	19.67	17.68	18.13	19.52	18.03	20.03	22.48	21.40	20.19	21.53	19.29	19.79
2004	18.87	14.17	11.42	19.30	19.84	19.33	18.48	20.13	19.60	19.65	20.87	13.68	17.94
2005	19.19	18.36	18.58	17.67	14.13	16.13	17.84	17.32	16.70	17.13	16.33	16.65	17.17
2006	16.68	17.93	17.97	16.60	15.19	16.27	15.58	14.23	15.13	15.87	16.33	17.71	16.29
2007	17.90	16.57	17.81	18.47	19.23	18.03	20.23	20.84	20.73	18.97	18.50	17.74	18.75
2008	17.42	16.38	16.42	15.30	16.16	15.50	15.39	16.13	17.87	18.90	19.30	17.94	16.89
2009	18.84	19.50	20.06	19.50	18.06	17.07	17.39	18.00	23.27	21.94	21.73	22.10	19.79
2010	21.58	23.04	21.58	21.67	22.19	19.57	19.35	16.87	14.77	15.19	14.40	13.61	18.65
2011	13.42	15.29	14.61	13.93	14.55	14.50	14.65	14.19	14.17	13.03	12.83	12.74	13.99
2012	12.87	12.72	13.10	12.67	13.68	13.63	13.74	14.00	14.03	13.52	13.70	13.52	13.43
2013	13.90	13.32	14.00	14.43	13.42	14.13	13.45	14.94	15.07	13.13	13.30	13.48	13.88
2014	13.71	13.89	13.71	13.90	14.29	14.43	15.39	14.97	14.47	14.32	13.97	14.00	14.25
2015	14.42	13.61	13.90	14.13	14.06	15.47	15.90	15.42	15.37	14.81	14.40	14.65	14.68
2016	14.61	14.83	14.61	15.03	15.32	14.66	16.48	14.96	14.26	14.19	14.33	14.22	14.79
2017	13.87	14.82	14.35	15.33	15.39	14.13	15.61	14.61	14.33	14.58	14.33	14.48	14.65
2018	14.32	13.36	14.61	13.40	13.90	13.77	13.58	14.94	14.83	14.42	14.30	14.65	14.17
2019	14.03	14.25	15.94	16.43	17.52	19.10	18.65	19.94	20.00	18.77	18.20	17.84	17.56
2020	18.77	18.62	18.39	18.77	18.97	19.20	19.48						18.89
Prom	17.80	17.49	17.31	17.77	18.01	18.23	18.89	19.10	18.86	18.46	18.12	17.72	18.25

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
Temperatura mínima													
1990						8.63	6.10	6.50	8.60	10.30	10.30	8.20	8.38
1991	9.00	10.30	10.70	9.80	8.80	6.90	5.10	6.00	7.40	9.00	8.40	8.70	8.34
1992					8.60	7.90	5.50	7.30	6.80	9.60	9.00	10.30	8.13
1993	9.70	9.80	10.00	10.80	9.50	6.40	5.80	6.00	9.00	9.60	9.00	11.00	8.88
1994	10.80	9.50	10.50	12.30	15.50	11.00	6.50	6.50	6.80	9.60	9.00	10.20	9.85
1995	10.80	9.13	10.00	12.33	13.33	10.99	8.64	6.46	5.43	4.71	6.10	4.06	8.50
1996	5.39	6.45	6.39	7.27	5.65	4.67	4.81	5.10	6.60	7.42	6.28	6.48	6.04
1997	7.42	9.36	7.65	8.13	7.32	4.67	5.45	6.32	7.30	9.13	9.43	10.71	7.74
1998	11.16	12.50	12.40	11.77	8.61	6.38	5.81	6.77	7.43	9.48	7.40	6.42	8.84
1999	8.39	10.07	8.87	9.30	7.87	6.57	4.45	4.90	7.80	7.43	8.07	7.84	7.63
2000	8.10	7.38	6.97	6.57	7.68	6.43	6.77	6.00	7.13	6.90	3.60	7.94	6.79
2001	8.35	7.57	8.23	6.37	5.94	4.60	5.10	3.58	5.47	6.26	7.20	5.68	6.19
2002	6.00	6.50	6.87	4.47	5.55	6.40	5.65	5.97	7.83	8.32	8.60	10.26	6.87
2003	9.84	8.86	7.45	7.60	7.03	6.07	5.19	4.32	4.87	6.74	6.90	6.65	6.79
2004	5.65	6.45	4.45	6.57	6.03	3.50	3.23	3.48	5.70	7.61	7.57	5.16	5.45
2005	6.29	7.39	7.29	7.43	3.58	3.48	5.39	6.03	6.00	7.26	6.13	7.19	6.12
2006	16.68	7.54	7.58	7.33	5.94	6.87	5.81	5.61	6.73	7.00	6.87	7.74	7.64
2007	7.42	5.82	7.87	6.47	3.77	3.13	3.90	4.23	3.20	5.55	5.73	4.90	5.17
2008	6.10	6.00	6.03	4.23	2.35	1.41	1.67	2.45	4.60	5.35	5.53	3.39	4.09
2009	4.65	5.86	6.06	5.57	3.68	1.23	2.32	2.55	4.20	7.61	10.13	11.00	5.41
2010	10.55	10.93	10.55	10.40	10.90	7.37	6.52	4.65	6.90	7.61	7.60	8.52	8.54
2011	8.77	8.14	7.55	8.80	7.13	6.27	6.81	5.74	6.53	6.61	8.80	9.29	7.54
2012	9.41	8.76	9.74	10.00	8.84	5.70	4.61	5.26	6.67	7.84	7.57	6.42	7.57
2013	7.77	7.25	7.42	7.83	8.65	7.50	8.19	8.03	7.10	7.42	6.73	7.10	7.58
2014	7.48	8.43	10.00	9.27	9.45	7.30	7.23	7.03	8.27	9.23	7.77	7.94	8.28
2015	8.16	7.79	7.45	7.40	7.84	7.37	6.94	8.23	8.50	7.10	6.30	7.65	7.56
2016	8.10	8.69	8.48	7.57	7.06	6.30	5.61	3.90	5.50	6.35	5.73	7.54	6.74
2017	8.16	8.32	8.16	8.70	8.42	6.43	4.87	5.35	6.97	6.61	6.47	7.84	7.19
2018	7.29	6.68	6.19	5.60	5.03	3.83	3.74	3.13	4.03	4.48	4.90	6.35	5.11
2019	7.52	9.04	9.29	7.77	7.58	6.87	6.45	6.29	7.10	7.32	7.97	8.32	7.63
2020	8.00	8.31	8.39	8.40	8.00	6.93	6.35						7.77
Prom	8.38	8.23	8.23	8.14	7.52	6.10	5.50	5.46	6.55	7.52	7.37	7.69	7.24

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD



Anexo 3: Registro histórico - Humedades relativas mensuales
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

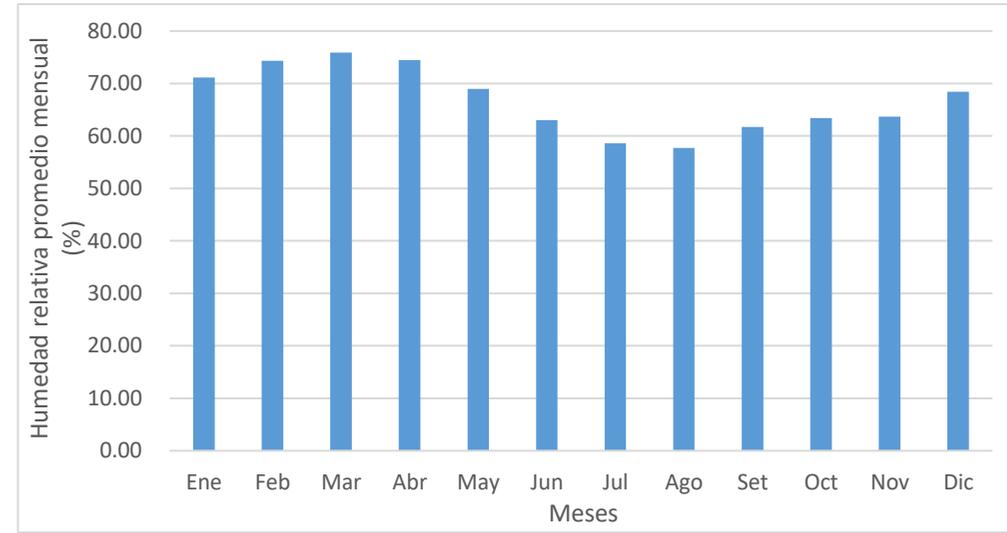
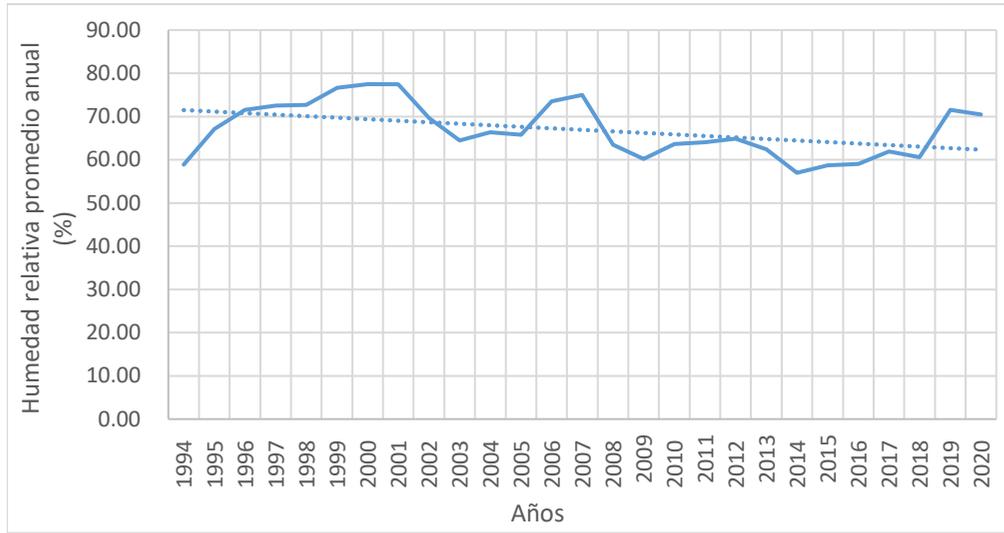
Parámetro: Humedad relativa promedio mensual (%)

Latitud: 07° 54' 10" S
Longitud: 78° 34' 20" W
Altitud: 2 641 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Años	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Prom
1994	72.00	70.00	70.00	65.00	69.00	58.00	43.00	53.00	53.00	42.00	51.00	60.00	58.83
1995	72.00	73.00	60.00	74.00	66.00	62.00	62.00	57.00	61.00	68.00	76.00	74.00	67.08
1996	81.00	85.00	86.00	82.00	69.00	69.00	61.00	61.00	62.00	72.00	63.00	67.00	71.50
1997	73.00	85.00	78.00	83.00	76.00	71.00	66.00	64.00	68.00	64.00	68.00	74.00	72.50
1998	78.23	82.21	83.32	81.10	70.65	73.37	65.87	67.97	66.23	72.10	67.70	63.81	72.71
1999	75.16	81.71	83.19	79.10	84.35	78.87	71.42	66.42	74.03	79.32	68.33	78.16	76.67
2000	75.03	83.45	84.67	86.29	84.67	78.07	78.07	70.87	75.87	70.74	62.00	80.06	77.48
2001	83.13	83.50	85.81	82.80	80.52	76.90	68.94	63.19	77.37	69.87	78.90	78.23	77.43
2002	75.39	78.32	81.65	78.37	66.55	67.83	60.97	57.97	58.83	72.42	71.17	66.03	69.62
2003	66.29	70.18	73.61	70.60	68.84	63.87	60.65	57.39	60.80	58.52	57.60	64.74	64.42
2004	60.68	76.79	77.42	68.33	67.65	60.03	63.52	56.77	62.17	70.58	63.37	68.58	66.32
2005	64.13	74.89	77.52	76.07	64.00	64.47	57.45	56.16	60.00	65.94	60.63	67.87	65.76
2006	76.42	83.21	86.65	80.57	78.84	76.67	57.48	65.68	71.60	63.68	68.17	73.00	73.50
2007	80.52	78.21	84.06	84.13	81.19	71.43	70.42	66.06	65.13	69.77	76.33	72.42	74.97
2008	78.71	75.45	77.65	78.53	60.03	55.17	50.74	58.55	50.70	57.65	64.87	53.26	63.44
2009	62.29	71.00	72.48	72.77	59.35	47.00	44.06	46.97	47.53	61.90	62.03	74.41	60.15
2010	72.68	69.89	72.68	76.53	74.65	55.77	50.65	49.97	71.43	47.81	55.26	66.61	63.66
2011	72.68	73.25	73.74	78.07	57.90	52.20	55.48	49.42	56.03	57.35	67.53	75.10	64.06
2012	76.48	76.42	75.94	76.53	67.19	57.17	52.29	47.03	55.40	59.39	68.50	65.71	64.84
2013	69.74	75.25	75.61	65.77	67.90	47.83	48.74	50.74	56.10	68.10	54.07	69.19	62.42
2014	62.45	59.64	67.18	63.77	61.38	51.54	47.37	50.04	53.96	53.58	55.29	57.41	56.97
2015	62.95	63.74	69.10	64.79	58.99	51.44	48.02	50.25	53.63	59.49	58.00	63.48	58.66
2016	61.39	66.52	69.12	64.86	58.82	55.26	50.95	53.26	57.71	55.08	52.59	62.43	59.00
2017	66.84	64.39	73.20	65.76	64.08	60.26	49.39	58.05	60.47	62.29	56.53	61.47	61.89
2018	65.60	64.18	65.33	68.69	67.58	57.28	55.60	53.48	54.42	53.44	55.84	65.46	60.58
2019	63.77	67.64	73.56	73.22	69.76	71.49	73.85	70.28	71.31	74.52	72.39	76.73	71.54
2020	73.14	74.85	71.52	70.80	68.24	66.62	68.10						70.47
Prom	71.17	74.36	75.89	74.50	69.00	62.98	58.59	57.75	61.72	63.44	63.66	68.43	66.91

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD



Anexo 4: Registro histórico 1994-2007
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' 10" S

Departamento: La Libertad

Longitud: 78° 34' 20" W

Provincia: Otuzco

Altitud: 2 641 m.s.n.m.

Distrito: Otuzco

Año	Ene																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1994	0.44	0.82	0.90	0.35	1.08	0.49	2.72	0.47	0.75	1.18	1.92	0.30	0.49	0.50	1.50	0.76	0.49	0.54	0.47	0.73	0.65	2.91	2.40	0.53	0.27	-	0.71	0.92	1.74	3.15	1.12
1995	3.28	1.19	0.23	0.29	1.55	3.13	1.03	3.72	0.33	0.15	0.06	0.06	0.05	0.14	1.06	1.24	0.78	0.34	0.73	0.55	2.31	2.53	-	3.21	1.86	2.06	3.25	2.90	0.78	5.25	3.44
1996	0.55	2.33	3.68	1.94	1.58	2.40	2.41	2.43	3.49	2.03	4.47	1.67	0.74	0.42	0.33	0.32	-	0.31	0.14	1.16	-	-	0.05	0.38	2.75	2.43	1.47	0.30	0.60	1.30	1.32
1997	0.02	0.06	0.72	0.60	0.22	0.21	0.21	0.36	0.06	5.21	0.44	-	0.27	0.17	0.48	0.26	-	0.78	-	-	-	0.03	-	0.11	0.73	1.25	0.74	0.46	0.07	-	0.04
1998	1.50	0.69	0.11	0.22	6.02	6.37	1.85	2.07	0.60	1.82	3.12	6.26	7.34	7.15	6.20	3.96	5.65	4.27	2.61	2.40	2.99	7.05	2.68	9.89	5.35	4.80	3.51	5.52	6.50	2.93	1.58
1999	4.61	4.32	0.23	1.45	0.04	0.27	-	0.42	0.21	1.89	0.57	0.43	3.48	2.32	5.96	0.17	0.97	1.52	5.74	-	0.95	0.58	0.94	1.25	7.41	2.77	3.86	3.94	3.37	1.77	1.06
2000	1.05	0.04	0.24	2.50	0.22	0.10	0.48	0.16	0.24	1.55	1.03	0.36	0.61	0.48	0.03	0.12	0.12	0.80	1.29	6.28	1.89	0.57	-	0.99	1.13	4.26	3.10	1.90	2.22	1.44	4.80
2001	0.49	1.11	1.07	5.05	2.53	1.36	4.72	5.60	3.08	0.56	1.17	1.34	1.05	3.55	7.83	0.17	4.70	4.18	4.33	3.78	5.05	2.39	3.73	1.45	0.93	0.99	2.19	3.18	6.64	1.89	1.89
2002	0.92	-	0.13	0.06	0.04	0.27	0.13	0.14	-	2.01	0.02	1.82	0.67	0.22	0.29	0.24	0.21	1.11	0.41	1.73	3.03	1.39	-	0.19	0.30	0.89	0.11	0.07	0.33	0.86	0.41
2003	0.61	0.08	0.78	-	0.03	0.07	0.31	0.08	0.22	0.70	0.18	0.37	1.59	0.37	0.56	1.83	0.72	3.41	3.03	1.30	0.26	0.05	0.13	1.51	1.05	1.11	2.72	3.36	1.19	1.69	4.69
2004	0.07	0.16	0.14	0.38	1.52	1.11	1.36	0.81	0.38	0.19	0.14	0.30	-	0.04	0.05	0.03	0.02	0.01	0.03	0.31	0.09	0.05	-	0.01	0.40	1.07	0.78	1.57	1.93	0.95	0.10
2005	0.68	2.36	1.17	2.78	5.58	1.33	7.37	0.78	1.21	2.47	1.59	1.11	1.44	0.79	0.03	0.15	-	0.19	0.08	0.23	0.08	0.04	1.29	1.16	0.99	0.38	0.24	1.57	1.35	0.43	0.13
2006	0.05	0.04	0.09	0.09	1.59	-	1.43	2.16	0.05	0.23	-	-	0.87	5.81	1.06	2.12	4.41	3.58	3.13	0.27	0.13	1.40	1.16	1.94	0.71	0.57	1.08	3.45	3.74	3.92	4.92
2007	0.87	0.61	3.75	2.90	2.42	0.62	1.32	1.43	1.41	3.35	2.70	1.88	1.03	0.64	0.26	0.21	1.33	3.51	3.03	3.29	3.82	8.56	0.53	1.84	2.95	2.12	6.29	1.17	2.39	0.88	3.89

Año	Feb																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29		
1994	0.75	1.93	3.53	4.68	2.30	1.92	0.93	3.84	2.83	1.49	2.67	1.54	1.79	3.06	2.03	2.03	1.43	1.08	0.70	3.73	1.61	4.95	1.97	4.02	4.96	1.55	0.76	0.92			
1995	2.32	1.02	2.68	2.77	1.76	1.76	2.99	1.05	0.16	-	0.33	1.14	1.35	0.33	0.57	1.32	0.52	1.05	2.86	1.21	1.05	1.74	0.19	0.32	0.41	0.21	0.73	0.66			
1996	4.14	10.16	2.26	-	0.57	0.11	0.48	1.69	5.19	8.62	4.78	3.87	5.83	4.01	4.55	6.18	12.64	15.86	10.28	1.19	0.48	0.04	0.80	1.28	1.06	1.75	1.63	4.97	4.20		
1997	0.04	0.10	0.29	0.70	0.88	0.56	2.13	3.85	5.03	2.34	3.65	9.25	2.27	2.80	1.92	5.04	1.84	1.71	1.36	2.20	1.72	3.15	2.29	2.20	2.75	0.79	0.92	0.92			
1998	0.33	0.52	3.82	2.97	7.23	8.77	8.82	5.23	4.84	8.64	3.34	4.36	1.52	5.69	4.54	0.51	2.09	7.16	4.51	8.48	10.16	8.45	5.70	8.46	6.63	5.22	6.18	5.33			
1999	3.97	1.84	0.77	5.22	4.53	2.90	1.68	4.83	4.45	3.63	5.29	2.01	9.69	5.11	19.29	8.64	11.42	11.50	9.38	11.24	11.21	11.15	9.09	7.10	2.07	3.42	2.81	5.26			
2000	4.13	3.69	4.34	1.77	3.30	3.45	1.71	1.89	3.72	1.68	0.19	0.01	0.58	2.17	1.07	2.15	4.07	8.41	2.59	3.68	4.80	3.55	2.69	3.29	10.64	9.91	3.85	4.96	1.71		
2001	4.21	5.99	7.28	3.36	0.78	1.79	1.31	0.45	0.98	0.13	0.10	0.26	2.32	2.94	3.72	3.89	1.86	0.67	0.79	1.75	2.38	0.44	5.78	5.16	5.29	4.23	1.96	0.18			
2002	0.72	2.10	2.57	7.71	11.12	9.24	2.79	0.16	0.03	0.15	0.33	0.59	0.13	4.40	1.08	1.13	1.88	1.60	3.49	3.30	2.54	1.14	3.59	6.93	1.45	0.70	1.60	1.53			
2003	14.15	8.29	1.35	0.18	0.15	0.61	7.16	4.31	9.36	5.39	2.93	5.00	1.66	3.73	0.31	0.63	0.11	0.13	2.00	4.86	4.34	3.31	3.46	0.61	1.63	0.86	3.41	5.07			
2004	0.61	2.02	2.68	3.68	5.18	5.72	5.18	6.66	2.40	2.46	1.32	6.99	4.53	4.19	8.69	5.29	3.39	4.97	0.36	0.40	1.58	1.16	1.05	2.48	4.60	1.08	2.24	2.01	0.08		
2005	-	1.53	2.55	0.08	0.03	0.14	0.85	1.93	0.90	2.95	1.91	3.68	2.31	1.23	1.26	0.86	0.54	0.36	1.08	2.55	3.10	1.08	0.23	0.20	0.02	0.35	3.32	0.96			
2006	4.80	3.77	5.18	10.00	3.82	2.99	3.26	1.84	1.26	8.64	2.90	3.21	-	0.34	0.36	0.02	0.28	1.42	1.21	2.03	1.88	3.02	1.96	1.88	3.88	2.76	2.70	2.59			
2007	0.74	0.11	0.73	1.81	0.70	2.39	1.10	1.16	2.72	1.87	4.56	5.71	3.88	1.67	0.16	1.61	2.31	0.14	0.10	-	-	0.18	0.19	0.45	1.03	0.08	0.11	0.49			

Año	Mar																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1994	1.82	3.00	3.57	4.39	4.67	6.43	1.09	0.98	0.77	0.86	1.99	3.47	3.88	4.92	2.37	2.86	5.71	3.12	2.85	1.33	1.33	1.29	3.85	2.22	1.12	1.85	2.93	6.82	7.25	7.64	2.32
1995	0.15	0.18	0.28	0.06	0.31	0.18	2.19	0.76	0.44	0.66	3.88	1.48	0.85	2.41	1.38	0.37	0.62	1.46	0.99	1.01	1.23	0.46	0.35	1.07	0.55	0.37	-	0.27	0.35	0.64	1.95
1996	7.51	4.93	3.70	2.39	0.86	0.52	1.35	1.58	3.53	3.13	3.52	1.82	3.71	1.18	1.78	8.51	3.74	0.45	0.49	0.58	1.09	1.52	2.93	3.17	3.89	2.13	1.55	3.18	6.88	3.54	4.90
1997	3.80	1.66	0.88	0.38	0.38	0.18	0.21	0.27	0.83	0.45	0.04	0.09	0.27	0.81	5.08	3.76	2.16	0.93	0.38	0.39	2.21	0.19	0.06	0.05	0.04	-	0.35	0.12	1.53	0.43	2.55
1998	8.31	12.97	11.55	6.00	5.32	7.29	10.24	6.59	7.54	10.19	7.80	12.61	7.94	9.25	15.01	11.55	7.09	5.60	9.20	3.02	5.68	12.33	12.88	7.00	3.06	1.85	4.05	10.33	11.59	3.43	3.73
1999	4.47	3.03	4.34	1.80	0.53	1.46	2.89	2.51	0.87	0.98	0.12	2.14	3.57	5.60	6.71	3.55	8.90	3.30	1.50	-	0.74	2.36	2.46	2.90	2.51	1.57	2.13	2.07	4.72	0.91	0.36
2000	0.76	4.91	5.92	3.64	8.31	8.36	12.49	8.03	5.78	4.22	3.28	6.48	5.18	5.19	4.32	9.24	1.68	0.26	0.65	1.31	2.17	0.82	3.37	2.61	8.94	2.46	1.95	1.33	6.09	5.67	7.58
2001	1.75	5.13	10.50	4.74	6.39	7.28	5.81	6.99	7.18	7.59	4.12	1.35	2.06	5.05	8.64	8.28	6.19	7.69	6.78	4.74	7.30	7.84	11.64	9.32	9.37	9.48	6.29	7.91	3.76	6.20	2.63
2002	1.42	2.84	4.35	3.05	3.23	3.83	1.55	3.38	2.76	1.99	2.44	3.73	4.09	2.54	2.36	2.73	2.26	3.33	1.93	3.90	2.84	2.31	1.10	1.98	1.07	0.94	3.21	3.21	2.23	3.77	0.63
2003	3.97	2.81	1.67	3.43	0.43	3.59	0.70	0.96	0.69	1.44	0.56	1.02	2.99	4.59	1.67	0.78	7.86	3.33	0.22	0.09	-	0.23	3.56	2.89	1.63	0.63	0.90	0.76	2.81	2.71	2.08
2004	0.27	0.40	2.22	0.67	5.77	4.22	6.60	3.73	0.90	1.35	0.79	1.38	0.54	1.34	0.88	5.61	0.80	1.14	1.74	2.80	5.91	2.07	1.15	1.19	2.26	2.93	2.96	1.15	5.19	0.30	1.74
2005	1.26	1.60	5.33																												

Año	Abr																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1994	4.32	4.02	3.87	1.79	2.87	5.08	6.66	2.76	1.46	1.93	1.91	2.18	1.01	0.91	1.31	1.41	2.14	1.66	2.65	2.30	2.71	0.84	0.91	0.91	1.14	1.56	2.45	6.89	5.78	1.87
1995	1.29	0.77	0.95	2.79	0.24	0.69	2.28	1.38	1.12	0.69	0.96	4.04	2.64	0.73	0.61	0.64	0.63	0.28	0.05	0.07	0.26	0.62	0.02	-	-	0.02	0.02	-	-	0.21
1996	6.01	7.84	4.14	2.83	-	0.59	4.31	2.98	4.37	5.38	7.23	1.87	2.33	1.50	0.31	0.52	3.25	12.29	2.01	2.42	1.85	1.22	0.89	2.52	0.52	2.05	1.33	0.71	1.78	0.45
1997	0.54	0.31	0.56	0.78	0.14	0.39	1.12	0.68	0.15	0.43	0.18	1.43	2.26	1.40	1.59	3.34	2.40	7.95	5.14	4.41	3.32	10.25	3.56	9.19	3.22	0.24	0.91	2.01	2.55	3.15
1998	2.58	10.63	5.81	6.35	5.14	2.86	3.88	7.15	5.98	3.75	4.02	3.84	5.88	7.85	4.22	0.89	5.64	3.75	3.39	3.16	5.41	1.41	3.24	2.60	2.04	1.78	4.21	2.35	4.51	1.08
1999	2.41	3.38	12.87	6.54	4.48	11.34	3.27	4.90	7.64	3.63	8.02	4.86	8.43	3.95	7.36	12.42	4.04	2.90	1.71	0.55	0.06	0.10	0.34	1.09	8.54	1.93	3.19	4.66	3.47	3.92
2000	5.51	4.56	1.80	10.70	8.70	2.63	1.35	7.14	10.46	1.91	5.81	2.56	5.83	3.68	7.34	7.42	5.48	1.48	6.15	6.98	10.00	3.92	3.42	8.01	2.29	1.37	6.53	2.07	1.70	1.20
2001	7.58	8.14	8.53	4.39	4.00	1.60	11.64	4.00	4.47	2.78	6.03	5.32	6.40	1.13	0.19	0.41	0.21	0.14	2.83	6.37	2.96	3.07	0.92	0.84	1.47	0.42	0.22	0.16	0.15	3.13
2002	2.90	6.35	3.68	0.34	0.91	4.38	9.02	6.88	5.66	3.29	2.46	1.03	0.16	1.32	1.53	0.67	0.66	1.67	5.02	0.74	0.97	1.54	2.08	0.75	0.39	0.41	1.61	3.10	0.39	0.09
2003	0.88	0.29	1.18	2.06	1.74	3.17	3.55	1.42	1.65	2.65	7.15	7.50	3.58	1.16	0.90	1.00	2.49	0.23	1.00	1.99	2.37	5.03	10.31	0.74	0.37	0.97	1.98	0.14	0.09	0.41
2004	3.08	2.29	2.01	2.00	0.05	0.53	0.20	0.46	0.37	3.52	0.70	2.39	3.64	2.89	0.58	1.39	0.25	0.26	0.08	0.37	0.15	0.24	0.58	1.41	1.31	1.49	1.15	0.31	0.15	0.15
2005	3.31	5.44	1.79	1.06	1.85	14.96	3.13	1.04	0.68	2.38	1.84	0.71	1.82	0.52	0.10	0.40	0.26	0.16	1.66	3.71	1.65	2.81	0.93	0.84	0.32	2.63	6.40	1.16	1.25	1.19
2006	4.73	6.31	3.81	5.48	4.45	4.13	6.63	4.37	3.67	1.01	0.90	0.40	0.42	0.38	4.36	1.89	0.94	3.84	1.21	0.16	0.55	0.76	-	1.19	0.33	1.02	2.18	0.80	0.96	0.12
2007	3.81	8.57	5.14	6.03	2.91	2.19	5.33	7.22	15.61	4.67	1.00	7.31	5.39	2.27	0.94	2.33	0.54	1.32	3.53	1.24	0.48	5.29	2.40	1.62	1.94	3.69	4.42	7.36	2.71	1.74

Año	May																															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1994	0.41	0.49	0.46	-	0.35	0.38	0.44	0.67	1.62	0.67	0.91	0.56	0.38	0.39	0.08	0.01	0.04	0.09	0.05	0.09	0.23	0.51	0.53	0.71	-	0.72	0.61	0.74	0.50	0.73	0.13	
1995	0.94	0.36	3.36	1.06	0.11	0.73	0.75	1.88	3.63	1.19	0.74	0.12	0.19	0.27	0.30	0.97	0.89	0.83	1.50	0.54	-	-	-	0.48	0.12	0.17	0.02	0.01	-	0.04	-	
1996	0.47	0.70	0.70	0.22	0.13	0.04	0.28	0.29	1.08	0.41	0.45	1.58	1.21	0.35	0.24	0.28	0.02	2.07	1.10	0.54	-	0.78	0.67	0.88	0.53	0.29	0.58	-	-	0.69	0.46	
1997	0.93	0.18	0.14	0.16	0.04	-	0.01	0.03	0.07	0.14	0.25	0.27	0.13	0.24	0.05	0.17	0.11	0.12	0.01	0.02	-	0.01	0.27	0.23	0.28	0.27	0.13	0.04	-	0.07	0.13	
1998	1.47	1.45	1.26	1.78	0.54	3.13	2.61	0.05	0.01	-	0.27	0.28	0.34	0.10	0.13	0.11	0.02	-	-	0.01	-	0.02	-	-	0.38	0.75	1.29	0.12	0.09	0.62	1.17	
1999	7.27	7.37	9.37	15.94	10.24	17.08	5.52	3.29	2.16	1.72	3.30	0.82	0.15	1.85	4.14	1.06	5.07	1.99	0.18	-	0.09	0.03	0.12	7.11	0.35	0.52	2.39	3.41	0.89	1.43	0.14	
2000	1.12	-	2.28	10.48	3.35	6.50	1.85	1.56	2.14	-	1.07	1.52	6.94	6.93	0.87	0.91	1.78	1.93	0.63	0.98	19.75	0.18	0.03	-	0.01	0.10	0.22	0.07	1.28	0.12	0.40	
2001	0.71	0.24	1.45	0.13	0.34	0.38	0.94	0.70	1.22	1.27	0.59	0.24	1.75	1.06	0.18	0.26	0.25	0.02	0.35	4.65	1.27	0.18	0.18	-	-	-	0.07	0.68	1.62	0.15	0.12	
2002	0.36	0.04	0.10	1.29	0.35	0.14	0.16	0.16	0.05	0.20	0.03	0.16	0.12	0.19	0.19	0.72	0.35	0.19	0.18	0.10	2.39	0.04	3.97	1.23	0.60	-	0.62	0.83	0.11	0.40	0.73	
2003	-	-	1.31	1.49	2.79	5.53	4.75	1.53	0.02	1.72	0.40	1.47	0.29	0.12	0.16	0.13	1.87	0.14	0.27	0.71	0.74	0.11	0.21	0.23	0.65	1.04	1.84	1.30	1.13	0.53	0.52	
2004	1.85	0.35	0.67	0.47	1.11	1.20	0.98	0.29	0.01	-	0.25	0.01	0.08	0.26	0.25	0.30	0.56	0.90	0.93	0.24	0.76	0.31	-	0.52	1.15	1.32	2.63	0.59	-	-	0.01	
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	0.02	0.02	0.02	0.07	0.15	0.03	0.35	0.83	0.02	0.06	0.09	-	0.04	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.03	0.11
2007	0.43	0.17	1.15	0.88	0.98	2.25	4.62	6.60	4.49	-	0.66	0.17	0.02	0.11	0.08	0.52	0.53	2.34	1.50	0.56	0.37	0.05	0.21	0.19	2.42	-	-	-	0.56	0.82	2.32	

Año	Jun																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1994	7.65	4.61	10.77	5.33	1.12	0.02	0.34	2.22	3.44	0.40	0.03	0.08	0.07	0.27	4.95	3.46	0.90	0.06	0.84	0.27	2.02	-	-	0.38	2.72	8.40	3.82	1.41	0.40	0.02	
1995	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1996	-	2.38	0.43	-	0.11	0.02	-	-	-	-	-	-	0.02	0.06	0.04	0.18	-	0.19	0.10	0.03	0.07	0.03	0.25	0.26	-	-	0.17	0.16	0.21	0.09	
1997	0.20	0.07	0.34	0.04	-	0.07	0.05	0.42	0.14	0.07	0.11	-	-	0.04	0.01	0.08	0.50	0.58	1.10	0.03	0.42	0.02	-	-	-	0.26	0.21	0.24	-	-	
1998	3.79	1.36	0.91	0.04	0.01	0.01	0.04	0.60	-	0.32	0.11	0.06	0.18	0.06	0.14	0.02	-	0.05	0.13	0.32	0.73	0.41	0.04	0.41	1.16	0.07	-	-	0.03	-	
1999	0.05	0.10	0.10	1.36	2.30	0.51	-	0.19	-	0.12	0.62	0.65	1.55	-	0.25	0.19	0.31	0.33	0.64	2.44	0.99	0.43	-	0.18	0.10	0.04	0.02	-	0.09	0.44	
2000	0.25	0.43	0.30	0.29	-	0.26	0.80	0.82	0.24	0.07	0.06	0.05	-	0.08	0.34	1.20	1.09	0.04	0.49	0.29	0.96	0.55	0.15	0.14	-	0.03	0.03	-	-	0.04	
2001	0.86	1.39	0.82	1.52	1.27	-	0.70	0.02	2.51	0.66	-	1.66	0.05	0.41	0.41	0.47	0.55	1.67	1.83	1.67	0.57	0.13	0.21	0.14	0.22	0.49	0.57	0.11	-	0.09	
2002	2.67	0.32	2.31	2.22	0.69	-	0.14	0.18	0.88	3.35	0.14	0.35	0.20	0.57	0.95	0.08	-	0.12	0.33	0.55	0.19	0.27	0.01	0.07	-	0.02	-	0.05	0.11	0.23	
2003	1.80	1.07	-	1.66	-	0.23	0.35	0.62	0.09	0.96	0.07	-	-	-	-	0.83	1.04	-	0.51	3.94	1.86	0.10	0.32	0.14	0.11	-	0.13	0.37	0.73	0.07	
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	1.58	-	-	2.36	1.54	0.39	2.83	2.58	1.89	0.49	1.64	-	0.47	0.10	0.06	0.15	0.08	0.02	-	0.05	0.20	0.50	0.69	0.02	-	0.05	0.22	0.02	0.05	0.02	
2007	0.34	0.12	0.02	0.07	-	-	-	0.01	0.06	0.09	0.02	0.21	0.11	0.07	0.06	-	0.04	-	0.06	0.12	0.21	0.10	0.11	-	0.05	-	0.04	0.02	0.03	0.04	

Año	Jul																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	0.03	0.03	0.06	0.03	-	0.01	-	0.03	0.06	-	-	0.04	0.04	-	-	0.17	0.16	0.05	0.11	0.49	0.83	0.41	0.14	0.01	0.02	0.61	0.09	-	0.06	0.13	0.39
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1999	-	0.13	0.71	1.22	0.80	1.09	0.27	0.87	0.88	0.18	0.08	-	-	-	0.01	0.02	0.07	0.02	-	-	-	0.03	-	0.26	0.44	0.56	0.15	0.09	0.02	0.10	-
2000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	0.06	-	0.04	0.11	0.12	0.04	-	0.03	0.03	-	-	0.03	0.03	-	-	0.07	-	0.03	-	-	0.03	0.03	0.15	0.07	0.03	0.10	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	0.04	0.07	-	-	0.19	0.28	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	-	-	-	-	-	-	-	0.03	-	0.03	-	-	-	0.08	0.06	-	-	-	-	0.05
2004	0.07	0.47	0.19	0.09	0.10	0.13	0.08	0.06	-	0.04	0.11	0.12	0.27	0.61	0.39	0.03	0.01	0.07	0.15	0.34	0.05	0.02	0.01	0.14	0.18	0.04	0.02	0.01	0.04	0.12	0.04
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	0.03	0.03	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	-	-	0.01	0.06	0.25	0.68	-	0.11	0.03	0.02	-	0.03	0.02	-	0.06	0.43	0.71	0.05	0.73	0.19	0.19	0.31
2007	-	-	-	-	-	-	-	0.08	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.05	0.07	0.09	0.01	0.01	0.03	0.03	0.09	-	-	0.01	-	0.18	0.19	-	0.01	-	-

Año	Ago																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1995	0.04	0.01	0.02	0.04	0.08	0.09	0.02	-	-	0.01	-	0.01	0.11	0.08	0.07	0.02	0.02	0.05	0.13	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.18
1996	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1997	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1998	0.12	0.02	-	0.01	0.50	0.27	0.90	1.41	1.81	-	1.10	0.16	0.01	0.33	-	-	0.12	-	4.03	0.62	1.07	0.10	-	0.07	0.24	0.42	0.70	0.46	0.06	1.45	0.02
1999	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2000	0.24	0.54	2.23	1.18	0.13	0.03	0.14	1.01	1.59	1.44	0.37	0.38	0.69	0.17	0.15	0.03	0.02	0.12	0.16	0.01	0.06	0.08	0.16	0.06	0.03	0.06	0.04	0.18	1.42	0.28	-
2001	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Año	Sep																														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1994	0.07	0.04	-	0.02	0.05	0.01	0.01	0.06	0.06	0.01	0.01	0.02	0.01	0.25	0.59	1.06	1.01	0.65	0.38	0.73	0.87	0.70	0.68	0.36	0.72	1.83	0.60	0.76	0.61	1.03	
1995	0.02	0.04	0.02	0.02	-	-	-	0.10	0.06	-	0.29	0.45	0.28	1.12	-	0.18	0.06	-	0.03	0.12	0.20	0.23	0.02	-	0.03	0.02	0.13	0.27	0.51	2.30	
1996	-	-	-	-	0.01	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
1997	0.09	0.10	0.01	-	0.18	0.04	-	0.06	-	0.03	0.18	0.36	1.04	0.54	0.21	0.17	0.54	0.06	0.09	0.25	0.13	0.83	0.67	1.61	0.80	3.63	1.63	2.66	1.03	2.56	
1998	-	-	0.14	0.07	0.51	0.06	0.19	0.92	1.14	1.88	2.28	0.02	0.09	-	-	0.08	0.13	0.32	0.75	0.25	0.62	0.53	-	-	-	0.38	1.53	0.02	0.09	-	
1999	0.04	0.08	0.07	0.22	0.28	0.29	0.32	-	0.30	0.53	2.49	2.24	1.22	0.02	0.46	0.40	1.06	0.31	0.60	0.55	3.28	0.56	0.19	0.09	5.95	2.18	3.14	4.57	3.26	1.30	
2000	-	0.05	0.66	0.31	0.39	0.34	0.59	2.50	0.34	1.24	0.46	0.80	-	0.69	2.07	2.75	2.22	0.10	0.43	1.38	0.28	0.55	1.32	9.80	7.12	1.06	1.07	1.67	2.81	-	
2001	1.03	1.30	0.28	2.33	1.29	2.27	0.94	0.43	3.08	3.95	2.77	1.43	2.82	1.40	10.20	3.10	4.48	9.75	0.01	0.02	0.16	0.33	0.97	1.16	1.86	2.43	0.93	-	1.80	1.48	
2002	0.04	0.03	0.05	0.01	-	-	0.01	0.06	0.02	0.06	0.02	0.02	0.03	0.07	0.05	0.10	0.23	0.39	0.12	0.02	0.08	0.02	0.02	0.03	0.16	0.16	0.06	0.02	0.32	0.80	
2003	-	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.04	0.08	0.08	0.71	0.51	0.04	0.01	-	0.01	0.01	0.04	0.18	0.06	0.08	0.11	0.71	0.45	0.44	0.16	0.47	0.20	0.13	0.46	0.98	
2004	0.03	0.04	-	0.01	0.19	0.61	1.01	1.15	2.15	1.21	-	0.07	0.03	0.05	0.34	0.14	0.10	0.18	0.31	0.79	-	0.19	0.02	0.03	0.68	0.65	0.11	0.68	0.61	1.62	
2005	0.03	0.01	0.04	0.01	-	-	0.01	0.01	-	0.01	-	0.01	0.02	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	0.06	0.15	0.37	0.05	0.15	-
2006	0.12	0.50	0.22	0.81	0.20	0.01	0.04	0.48	0.03	0.13	0.41	0.23	0.98	0.45	1.04	0.47	1.93	0.17	0.16	-	1.58	1.36	1.09	1.43	1.10	0.12	0.09	0.26	0.16	0.43	
2007	-	0.02	0.08	2.26	3.94	2.61	0.13	0.10	0.20	0.07	0.61	0.28	0.04	0.41	0.76	-	0.27	0.21	0.99	3.18	11.75	6.43	3.40	1.87	0.13	0.20	2.25	0.31	0.26	0.24	

Año	Oct																																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		
1994	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1995	0.40	0.05	0.05	0.05	0.13	0.51	0.36	0.98	3.94	0.03	1.51	1.42	1.82	0.80	-	1.21	2.21	1.28	1.11	2.04	1.47	0.51	1.96	1.96	1.71	0.04	0.09	0.80	3.42	3.90	9.05		
1996	0.78	1.13	0.73	1.98	1.27	3.68	4.70	2.33	3.74	-	0.25	0.48	0.22	1.52	6.51	0.97	0.49	0.71	1.06	0.56	0.75	2.82	1.20	0.53	0.70	0.47	0.70	2.08	1.62	1.59	2.67		
1997	0.54	0.24	0.31	0.50	0.35	0.04	0.28	0.24	0.61	2.62	0.83	0.26	0.42	0.74	0.22	0.14	1.97	-	2.07	0.41	0.53	1.23	4.15	1.29	1.56	1.54	1.83	0.71	0.94	1.88	1.55		
1998	0.13	-	0.32	0.27	0.03	0.06	0.20	0.30	0.52	0.03	0.07	0.74	0.15	0.32	0.03	0.26	0.46	0.32	5.78	4.32	4.19	0.68	1.33	1.78	3.13	1.46	0.94	2.38	1.24	1.09	2.47		
1999	0.83	0.54	6.77	3.00	5.36	5.61	0.04	0.03	0.36	0.19	0.35	0.14	-	0.03	0.11	0.12	0.36	1.48	-	-	0.03	0.76	0.47	0.83	1.75	1.03	0.17	0.27	0.39	1.25	2.73		
2000	0.07	0.04	0.09	0.23	0.64	1.33	1.10	-	0.40	0.30	0.12	0.09	0.08	0.26	0.65	0.18	0.44	0.11	0.11	0.06	0.13	0.22	0.39	0.80	0.77	0.45	-	0.22	0.48	0.06	0.18		
2001	0.06	0.02	0.07	0.05	0.30	0.14	0.18	1.47	0.19	0.21	0.24	0.21	0.10	0.13	1.37	0.34	0.84	1.47	0.79	0.88	0.38	0.57	0.56	0.10	0.28	0.88	1.15	0.65	1.13	4.76	7.98		
2002	0.32	0.36	0.33	0.28	0.30	0.03	0.24	0.19	0.48	4.25	2.12	1.25	0.25	1.60	0.94	1.02	1.98	4.93	2.45	0.31	0.77	3.59	2.93	2.56	3.32	5.81	3.45	1.67	2.78	2.34	1.15		
2003	0.24	0.17	0.06	0.02	0.05	0.05	0.14	0.20	0.10	0.23	0.80	0.53	0.19	0.04	0.02	0.07	-	-	-	0.07	0.37	0.25	0.07	0.09	0.30	0.16	0.09	0.50	1.29	0.82	0.08		
2004	0.94	1.28	3.42	3.45	0.59	0.43	1.54	0.78	0.26	3.71	1.20	0.29	0.41	1.40	0.05	0.65	2.04	6.41	3.62	3.14	3.82	1.24	10.58	7.39	2.76	4.37	0.28	0.54	1.03	1.82	1.56		
2005	0.35	0.37	0.32	0.43	0.02	0.21	0.36	1.04	1.67	0.87	0.66	0.27	0.24	0.82	0.06	0.08	0.35	0.65	0.34	0.56	1.63	0.42	0.42	0.69	-	0.10	0.10	0.13	0.13	0.19	0.52		
2006	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.03	0.06	0.02	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01	0.13	0.04	0.09	0.06	0.08	0.11	0.04	0.05	0.01	0.01	0.09	
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Año	Nov																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1994	-	0.94	0.83	2.35	1.07	8.48	7.64	1.12	0.99	2.07	0.41	0.05	0.25	1.48	0.29	0.37	0.35	0.17	0.07	0.13	0.55	0.52	1.45	-	0.22	1.01	0.42	0.27	-	1.00
1995	0.84	0.97	0.16	0.40	0.52	0.52	0.74	0.39	0.85	0.47	0.39	1.38	2.32	2.12	2.44	4.31	1.62	1.98	1.23	0.71	0.33	0.11	0.05	0.02	0.02	0.02	0.05	0.29	1.06	0.09
1996	0.43	0.62	0.52	0.34	0.26	0.13	0.07	0.20	0.06	0.03	0.05	0.01	0.02	-	-	0.04	-	-	-	0.15	0.07	-	0.04	0.09	0.45	0.21	0.09	0.10	0.25	0.27
1997	4.95	1.40	2.40	1.20	2.36	4.66	2.48	1.35	1.69	1.79	2.08	1.31	0.20	0.62	0.17	0.39	3.47	0.92	1.84	1.22	1.34	3.32	7.21	4.94	5.92	3.00	3.04	5.38	8.36	2.49
1998	0.75	0.11	0.08	0.30	0.76	0.37	0.35	0.08	1.40	0.40	0.60	0.14	0.86	0.59	2.20	2.17	-	0.71	0.12	0.06	0.40	0.21	1.01	-	0.15	-	0.08	0.06	0.04	-
1999	0.01	0.05	0.04	0.06	0.33	0.01	0.01	0.02	0.06	0.31	0.02	0.01	0.13	0.05	0.12	0.19	0.34	0.58	0.78	0.27	0.03	0.20	0.75	0.14	0.07	0.70	0.03	0.03	0.08	0.08
2000	1.80	0.36	0.14	0.01	0.06	0.04	0.01	-	-	0.02	0.02	-	-	0.07	0.15	0.93	0.46	1.42	0.61	0.44	1.18	1.98	0.08	0.68	0.80	3.90	3.41	1.54	5.08	2.81
2001	1.93	0.25	0.12	0.03	0.15	0.11	0.75	0.25	0.04	0.08	0.08	4.27	3.20	3.89	1.09	-	1.08	1.60	0.96	4.83	2.37	0.86	0.73	2.21	0.82	0.90	2.34	1.87	0.47	0.22
2002	4.40	0.19	0.13	4.86	8.18	5.32	6.27	1.04	0.28	1.17	1.72	3.42	5.46	2.11	0.54	1.80	3.66	4.42	4.61	1.27	3.11	1.57	1.31	0.50	0.05	0.22	0.16	1.32	3.43	2.48
2003	0.08	0.14	1.52	5.00	-	0.91	0.56	0.02	0.19	0.56	0.74	0.30	0.20	0.82	0.62	2.03	0.30	0.08	0.10	0.93	1.78	-	0.21	0.22	0.19	3.22	3.02	2.16	0.42	0.68
2004	0.46	0.64	0.98	1.92	0.48	0.72	2.17	1.33	1.01	0.44	0.48	0.26	0.06	0.15	-	0.02	0.05	0.03	0.54	1.27	0.26	0.06	0.14	0.21	0.92	0.10	0.34	0.40	0.36	1.20
2005	0.63	2.33	0.13	0.01	0.09	1.10	1.08	0.54	1.00	0.21	1.51	0.54	-	0.40	0.11	0.34	0.62	-	0.28	0.83	0.39	0.33	0.15	0.16	0.14	0.03	-	-	0.02	0.03
2006	1.36	0.06	1.21	0.11	0.24	0.25	0.39	0.28	1.43	3.67	4.17	6.27	0.93	0.29	0.33	0.88	0.50	3.57	8.48	1.23	2.43	1.16	1.11	1.79	2.73	1.39	3.96	1.64	0.58	0.56
2007	0.14	0.07	0.46	0.19	1.36	1.98	3.94	2.76	1.78	3.02	2.15	0.42	0.20	0.85	2.22	3.90	0.97	0.19	0.10	0.90	2.98	3.20	1.01	0.69	1.68	0.73	1.52	0.61	0.60	0.38

Año	Dic																															Máximo
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1994	0.81	0.09	0.23	0.69	0.19	0.25	0.09	0.24	0.22	0.20	0.33	0.80	1.41	0.20	0.31	0.36	0.48	1.53	1.29	1.16	1.03	0.75	1.89	0.27	0.52	0.77	0.28	0.22	0.56	0.15	0.18	3.15
1995	0.43	1.92	1.53	0.88	-	0.04	0.01	0.13	0.80	0.08	0.02	0.05	0.01	0.10	0.77	0.35	0.64	0.44	1.25	1.88	3.96	3.32	1.81	2.03	1.65	3.00	2.09	3.48	4.26	2.02	0.65	5.25
1996	0.09	1.26	0.34	0.40	-	0.17	0.23	0.10	0.09	0.08	0.34	0.19	0.27	0.04	0.08	0.09	0.05	0.06	0.10	0.54	0.36	0.08	0.02	0.18	0.54	0.50	0.34	0.14	0.04	0.04	0.24	4.47
1997	3.93	2.28	1.71	6.12	7.00	1.12	0.97	4.71	5.41	4.27	2.34	2.06	4.24	1.82	2.59	10.79	13.94	9.71	5.57	2.32	2.35	0.57	0.24	0.88	4.88	4.71	4.48	1.66	5.28	7.94	2.21	5.21
1998	-	0.01	-	-	0.40	0.35	0.04	0.11	-	0.10	0.03	0.19	0.49	1.73	2.64	1.31	1.27	0.77	0.18	0.05	0.17	0.23	0.26	0.81	0.83	0.17	0.67	1.63	5.28	2.84	4.44	9.89
1999	0.50	0.68	1.16	3.46	0.59	-	-	1.32	4.81	1.04	0.62	0.77	1.68	2.45	0.42	0.11	0.20	0.45	0.75	3.80	3.57	0.53	0.37	0.19	0.15	2.30	0.58	0.16	0.12	0.66	0.56	7.41
2000	2.71	7.27	5.85	2.61	1.82	3.47	5.07	8.20	1.87	4.26	0.33	0.11	1.79	-	0.13	0.45	3.31	2.24	2.43	1.14	0.24	0.79	0.44	0.13	0.21	1.64	2.35	4.72	3.30	6.67	1.45	6.28
2001	0.13	0.29	0.29	0.56	1.12	1.22	2.87	1.62	0.68	0.43	1.50	0.25	0.46	0.32	0.21	0.51	0.26	1.37	0.36	0.08	0.26	0.20	0.52	1.62	1.88	6.13	1.28	0.74	1.59	0.25	-	7.83
2002	0.70	0.18	0.59	0.32	2.39	2.13	0.39	0.17	-	-	0.40	0.10	0.19	0.59	0.48	2.25	0.30	1.17	2.20	1.92	1.24	4.34	0.20	0.12	0.61	0.66	3.25	1.10	0.73	0.43	2.85	3.03
2003	1.44	-	1.21	3.63	0.15	0.31	-	0.19	0.16	0.65	0.54	0.60	1.13	0.67	1.88	0.31	0.50	2.03	0.71	0.48	1.86	0.35	-	1.43	3.30	6.32	3.01	0.58	0.32	0.10	0.13	4.69
2004	2.02	0.05	0.13	0.41	0.80	0.45	-	0.72	2.25	1.55	1.04	1.22	1.84	4.89	4.35	4.78	0.74	0.66	0.09	0.16	1.79	-	0.07	0.10	0.12	0.04	0.29	0.93	1.38	0.44	1.69	1.93
2005	0.07	-	0.23	0.15	0.56	0.03	-	0.03	0.12	0.52	0.48	0.52	1.72	1.14	2.23	0.71	0.60	0.94	-	0.43	0.31	1.24	2.01	1.85	4.06	2.32	3.11	0.35	0.24	-	0.03	7.37
2006	2.11	0.19	0.35	1.11	0.58	1.26	1.94	0.26	0.14	-	0.11	2.20	0.11	0.84	0.18	0.53	0.15	0.20	3.53	2.33	3.11	4.12	1.37	1.89</								

Anexo 5: Registro histórico 2008
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	2.00	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	9.00	3.00	
2	2.00	-	-	8.00	-	-	-	-	-	3.00	3.00	-	
3	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	4.00	9.00	-	
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	-	
5	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	14.00	-	
6	-	-	-	7.00	-	-	-	-	-	-	8.00	-	
7	-	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	
8	4.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	19.00	-	
9	1.00	2.00	-	5.00	-	-	-	-	-	-	9.00	-	
10	-	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-	38.00	-	
11	-	-	1.00	12.00	-	-	-	-	-	-	5.00	-	
12	-	-	3.00	11.00	-	-	-	3.00	-	-	6.00	-	
13	-	-	9.00	8.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	
14	-	5.00	8.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	10.00	
15	11.00	3.00	15.00	-	-	-	-	3.00	-	4.00	-	-	
16	12.00	5.00	3.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	
17	4.00	9.00	6.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	
18	8.00	6.00	2.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	-	
19	4.00	16.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	3.00	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
21	-	-	-	9.00	-	-	-	4.00	3.00	-	-	-	
22	1.00	11.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	3.00	4.00	-	5.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	
24	5.00	-	12.00	-	-	-	-	10.00	-	-	6.00	-	
25	6.00	-	24.00	-	-	-	-	18.00	-	1.00	-	-	
26	3.00	1.00	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	-	9.00	14.00	-	-	-	-	-	4.00	-	-	
28	-	1.00	26.00	10.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	
29	-	-	17.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	
30	-	-	28.00	-	-	-	-	-	-	13.00	-	-	
31	-	-	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Total	69.00	82.00	204.00	120.00	-	-	-	42.00	4.00	40.00	141.00	13.00	715.00
Promedio	2.23	2.83	6.58	4.00	-	-	-	1.35	0.13	1.29	4.70	0.42	1.96
Desv. Est.	3.27	4.57	8.33	4.78	-	-	-	3.69	0.57	2.60	8.09	1.86	4.64
Máximo	12.00	16.00	28.00	14.00	-	-	-	18.00	3.00	13.00	38.00	10.00	38.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 6: Registro histórico 2009
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	10.00	12.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	20.00	2.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
4	-	10.00	20.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00
5	-	-	69.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	10.00	18.00	-	-	-	-	-	-	18.00	-	-	-
7	-	18.00	14.00	10.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-
8	-	13.00	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	8.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	8.00	5.00	1.00	12.00	-	-	4.00	-	-	13.00	-	-	-
11	15.00	2.00	12.00	15.00	-	-	1.00	1.00	2.00	-	-	-	-
12	17.00	10.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	22.00	16.00	24.00	11.00	-	-	-	-	-	-	7.00	-	-
14	38.00	2.00	-	29.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-
15	17.00	-	14.00	24.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	8.00	-	12.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
17	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00	-	8.00	-
18	18.00	-	16.00	-	-	-	-	-	-	9.00	7.00	4.00	-
19	-	6.00	13.00	-	-	-	-	-	-	6.00	-	3.00	-
20	-	-	22.00	-	-	-	-	-	-	7.00	-	-	-
21	-	-	16.00	18.00	-	-	-	-	-	1.00	-	18.00	-
22	-	8.00	25.00	12.00	-	-	-	-	-	7.00	-	3.00	-
23	-	16.00	6.00	6.00	-	-	-	-	-	9.00	24.00	2.00	-
24	-	6.00	4.00	2.00	-	-	-	-	-	10.00	18.00	-	-
25	-	-	2.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	3.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	3.00	9.00	-	-
28	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-
29	9.00		-	-	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-
30	10.00		-	16.00	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-
31	14.00		-		-		-			1.00		-	-
Total	207.00	180.00	311.00	203.00	1.00	-	5.00	2.00	2.00	104.00	70.00	41.00	1,126.00
Promedio	6.68	6.43	10.03	6.77	0.03	-	0.16	0.06	0.07	3.35	2.33	1.32	3.10
Desv. Est.	9.07	6.80	13.91	8.13	0.18	-	0.73	0.25	0.37	4.90	5.66	3.54	6.96
Máximo	38.00	20.00	69.00	29.00	1.00	-	4.00	1.00	2.00	18.00	24.00	18.00	69.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 7: Registro histórico 2010
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	-	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	16.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	14.00	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	48.00	-	25.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	56.00	-	16.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-
7	3.00	42.00	3.00	-	37.00	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	12.00	22.00	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	22.00	-	-
11	-	32.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	1.00	4.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	23.00	-	-
15	-	15.00	-	-	8.00	-	-	-	-	-	16.00	-	-
16	-	8.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	22.00	-	-	-	-	-	20.00	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	4.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-
20	2.00	-	2.00	7.00	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-
21	1.00	-	1.00	10.00	11.00	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	14.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-
23	2.00	-	2.00	11.00	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-
24	3.00	-	3.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	14.00	-	-	-	-	40.00	-	-	6.00	-
26	-	-	-	33.00	27.00	-	-	-	2.00	-	-	8.00	-
27	-	-	-	36.00	21.00	-	-	-	18.00	-	-	10.00	-
28	-	-	-	21.00	-	-	-	-	-	-	-	16.00	-
29	-		-	9.00	-	-	-	-	13.00	-	-	4.00	-
30	-		-	22.00	16.00	-	-	-	13.00	-	-	-	-
31	-		-		7.00		-			-		-	-
Total	12.00	260.00	12.00	287.00	234.00	-	-	-	86.00	-	81.00	44.00	1,016.00
Promedio	0.39	9.29	0.39	9.57	7.55	-	-	-	2.87	-	2.70	1.42	2.85
Desv. Est.	0.88	16.04	0.88	10.06	10.06	-	-	-	8.34	-	7.07	3.69	7.68
Máximo	3.00	56.00	3.00	36.00	37.00	-	-	-	40.00	-	23.00	16.00	56.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 8: Registro histórico 2011
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	-	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	6.00	
2	-	-	-	18.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	
3	-	2.00	-	16.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	
4	-	-	8.00	14.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
5	-	-	14.00	44.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
6	-	-	2.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
7	3.00	12.00	8.00	36.00	-	-	-	-	-	-	5.00	-	
8	-	-	24.00	39.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	
9	-	9.00	-	34.00	-	-	-	-	1.00	24.00	-	-	
10	14.00	-	-	35.00	-	-	-	-	3.00	6.00	-	6.00	
11	-	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	2.00	
12	-	13.00	-	7.00	-	-	-	-	-	-	4.00	3.00	
13	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	
14	-	-	-	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
15	-	-	-	13.00	-	-	-	-	-	-	5.00	-	
16	-	-	-	35.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
17	27.00	-	-	96.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
18	16.00	-	-	62.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
19	4.00	-	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
20	-	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	
21	-	-	2.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	8.00	
22	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	3.00	
23	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	23.00	27.00	
24	-	-	12.00	-	7.00	-	-	-	-	-	1.00	26.00	
25	-	-	32.00	30.00	-	-	-	-	-	-	-	31.00	
26	-	-	19.00	11.00	-	-	-	-	4.00	-	3.00	-	
27	-	-	1.00	64.00	-	-	-	-	-	-	2.00	7.00	
28	-	-	-	14.00	-	-	-	-	-	-	11.00	-	
29	-		-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.00	
30	3.00		21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
31	-		18.00		-		-			-		2.00	
Total	72.00	36.00	170.00	642.00	7.00	-	-	-	8.00	30.00	63.00	129.00	1,157.00
Promedio	2.32	1.29	5.48	21.40	0.23	-	-	-	0.27	0.97	2.10	4.16	3.18
Desv. Est.	5.98	3.61	8.85	22.67	1.26	-	-	-	0.91	4.41	4.63	8.29	9.66
Máximo	27.00	13.00	32.00	96.00	7.00	-	-	-	4.00	24.00	23.00	31.00	96.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 9: Registro histórico 2012
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	2.00	1.00	-	47.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	10.00	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	2.00	3.00	12.00	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	20.00	12.00	40.00	-	-	-	-	-	-	23.00	-	-
6	-	15.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	38.00	-	8.00	-	-	-	-	-	-	24.00	-	-
8	25.00	67.00	-	10.00	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
9	-	12.00	40.00	10.00	-	-	-	-	-	16.00	17.00	-	-
10	-	18.00	23.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	5.00	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00	-	-
14	1.00	-	-	28.00	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-
15	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-
16	28.00	-	25.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-
17	5.00	-	24.00	-	-	-	-	-	-	6.00	-	-	-
18	4.00	-	31.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	21.00	5.00	-	-	-	-	-	6.00	-	-	-
20	-	-	4.00	53.00	-	-	-	-	-	11.00	-	-	-
21	-	-	34.00	-	3.00	-	-	-	4.00	9.00	-	-	-
22	-	18.00	2.00	25.00	9.00	14.00	-	-	16.00	3.00	-	-	-
23	-	-	28.00	15.00	-	-	-	-	30.00	-	-	-	-
24	-	3.00	13.00	-	13.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-
25	-	9.00	-	-	14.00	13.00	-	-	-	15.00	-	-	-
26	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	-	6.00	20.00	-
27	-	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	5.00	-
28	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-
29	3.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	3.00	-
30	1.00		-	-	-	-	-	-	-	7.00	-	-	-
31	20.00		-		-		-			13.00		30.00	-
Total	111.00	221.00	303.00	264.00	45.00	27.00	-	-	54.00	91.00	107.00	59.00	1,282.00
Promedio	3.58	7.62	9.77	8.52	1.45	0.90	-	-	1.80	2.94	3.57	1.90	3.50
Desv. Est.	7.55	14.55	12.55	14.70	3.77	3.43	-	-	6.13	4.93	7.22	6.38	8.74
Máximo	28.00	67.00	40.00	53.00	14.00	14.00	-	-	30.00	16.00	24.00	30.00	67.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 10: Registro histórico 2013
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	8.00	-	38.00	16.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00	
2	3.00	-	16.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	2.00	
3	22.00	-	7.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	15.00	
4	27.00	-	47.00	-	-	-	-	-	-	-	6.00	13.00	
5	16.00	33.00	70.00	-	17.00	-	-	-	-	11.00	-	6.00	
6	-	4.00	33.00	-	22.00	-	-	-	-	17.00	-	6.00	
7	-	11.00	6.00	-	38.00	-	-	-	-	21.00	-	4.00	
8	8.00	-	-	-	23.00	-	-	-	-	-	-	6.00	
9	-	-	28.00	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	
10	-	-	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00	
11	-	-	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	
12	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	
13	-	-	46.00	-	-	-	-	-	-	-	-	6.00	
14	-	-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	4.00	
15	-	-	5.00	28.00	9.00	-	-	-	-	13.00	-	7.00	
16	-	-	27.00	1.00	3.00	-	-	-	-	15.00	-	6.00	
17	-	40.00	53.00	7.00	-	-	-	-	-	45.00	-	9.00	
18	-	32.00	11.00	-	-	-	-	-	-	17.00	-	2.00	
19	-	13.00	3.00	-	-	-	-	-	-	11.00	-	-	
20	-	2.00	1.00	-	35.00	-	-	-	-	9.00	-	-	
21	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00	
22	5.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
23	30.00	28.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
24	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
25	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
26	-	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
27	-	41.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00	
28	-	22.00	-	-	-	-	-	-	-	17.00	-	-	
29	24.00		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
30	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
31	-		-		-		-		-			2.00	
Total	144.00	277.00	444.00	60.00	147.00	-	-	-	-	176.00	6.00	117.00	1,371.00
Promedio	4.65	9.89	14.32	2.00	4.74	-	-	-	-	5.68	0.20	3.77	3.77
Desv. Est.	9.02	13.84	19.20	5.88	10.59	-	-	-	-	10.08	1.10	3.96	9.59
Máximo	30.00	41.00	70.00	28.00	38.00	-	-	-	-	45.00	6.00	15.00	70.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 11: Registro histórico 2014
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	25.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	20.00	22.00	-	-	-	-	-	-	-	9.00
5	22.00	-	3.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	15.00
6	2.00	-	2.00	6.00	1.00	1.00	-	-	-	-	18.00	-	12.00
7	3.00	-	16.00	4.00	10.00	-	-	8.00	-	8.00	-	-	-
8	-	-	6.00	-	45.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-
9	-	-	-	-	13.00	-	-	-	-	32.00	16.00	-	-
10	-	-	-	9.00	-	-	-	-	-	-	24.00	-	1.00
11	-	10.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-
12	11.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-
13	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	9.00	-	-	4.00	-	-	-	-	12.00	-	6.00	-	-
15	6.00	-	7.00	21.00	-	-	-	-	38.00	-	-	-	-
16	-	-	-	120.00	15.00	-	-	-	43.00	-	-	-	-
17	-	-	-	27.00	-	-	-	-	2.00	-	-	-	9.00
18	3.00	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00
19	10.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	5.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	4.00	20.00	-	11.00	-	-	-	-	17.00	-	-	-
22	-	-	46.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	53.00	23.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	4.00	65.00	41.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	29.00	35.00	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	8.00	-	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	4.00	52.00	7.00	-	-	-	-	6.00	-	-	-	-
28	-	-	21.00	34.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-		-	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-	33.00
30	-		-	40.00	-	-	-	-	-	-	-	-	34.00
31	-		-		-		-			-		-	17.00
Total	72.00	68.00	367.00	405.00	117.00	1.00	-	8.00	101.00	61.00	66.00	138.00	1,404.00
Promedio	2.32	2.43	11.84	13.50	3.77	0.03	-	0.26	3.37	1.97	2.20	4.45	3.85
Desv. Est.	4.84	5.90	18.83	23.79	9.46	0.18	-	1.44	10.40	6.50	6.02	9.16	11.22
Máximo	22.00	29.00	65.00	120.00	45.00	1.00	-	8.00	43.00	32.00	24.00	34.00	120.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 12: Registro histórico 2015
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	16.00	13.00	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	51.00	14.00	-	34.00	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00
3	16.00	-	16.00	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	20.00
4	-	-	20.00	-	-	27.00	-	-	-	-	-	-	-
5	-	1.00	-	25.00	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-
6	-	36.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	55.00	-	-	-	-	-	-	-	14.00	-	-	-
8	-	-	-	20.00	-	-	-	-	-	-	5.00	-	-
9	-	-	-	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.00
11	-	-	-	28.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	73.00	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	20.00	9.00	6.00	3.00	-	-	-	-	8.00	-	-	-
14	-	48.00	28.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	10.00	1.00	-	13.00	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	18.00	-	-	-	-	-	7.00	-	-
17	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	9.00	-	36.00	-	10.00	-	-	-	-	-	13.00	15.00	-
19	-	-	21.00	-	-	-	4.00	-	-	-	15.00	-	-
20	22.00	-	13.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-	-
21	5.00	-	11.00	-	-	-	-	-	-	7.00	-	-	-
22	1.00	-	10.00	26.00	-	-	-	-	-	26.00	-	58.00	-
23	34.00	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	17.00	-	-
24	43.00	33.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	15.00	-	-
25	23.00	15.00	4.00	-	-	-	-	-	-	-	7.00	34.00	-
26	-	20.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	28.00	3.00	-	-
28	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	31.00	-
29	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	30.00	-
30	14.00	-	-	-	-	-	-	-	14.00	-	5.00	41.00	-
31	31.00	-	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	355.00	272.00	217.00	170.00	46.00	27.00	5.00	-	14.00	85.00	121.00	247.00	1,559.00
Promedio	11.45	9.71	7.00	5.67	1.48	0.90	0.16	-	0.47	2.74	4.03	7.97	4.30
Desv. Est.	18.21	15.65	9.29	10.50	4.23	4.93	0.73	-	2.56	7.16	5.80	15.15	10.29
Máximo	73.00	55.00	36.00	34.00	18.00	27.00	4.00	-	14.00	28.00	17.00	58.00	73.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 13: Registro histórico 2016
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	-	13.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	26.00	26.00	-	-	-	-	-	-	-	35.00	-	-	-
3	-	76.00	3.00	17.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-
4	-	1.00	69.00	-	-	-	-	-	-	8.00	-	-	-
5	-	-	22.00	-	-	-	-	-	-	2.00	-	7.00	-
6	-	-	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	18.00	-	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8.00	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	14.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11.00	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	16.00	-	-	-	-	-	-	-	16.00	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	42.00	-
20	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-
21	33.00	-	11.00	-	-	-	-	-	13.00	-	-	-	-
22	26.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
23	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	16.00	29.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	31.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	14.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	-	-	42.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	24.00		20.00		-		-			-		-	-
Total	114.00	241.00	256.00	45.00	-	2.00	-	-	14.00	61.00	-	77.00	810.00
Promedio	3.68	8.31	8.26	1.50	-	0.07	-	-	0.47	1.97	-	2.48	2.23
Desv. Est.	9.35	15.85	15.41	4.16	-	0.37	-	-	2.37	6.90	-	7.93	8.09
Máximo	33.00	76.00	69.00	17.00	-	2.00	-	-	13.00	35.00	-	42.00	76.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 14: Registro histórico 2017
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	8.00	11.00	4.00	26.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	3.00	5.00	5.00	32.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	4.00	27.00	-	12.00	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
4	-	6.00	6.00	5.00	2.00	-	-	-	-	3.00	-	-	-
5	-	5.00	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	4.00
6	-	6.00	4.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	23.00
7	-	4.00	41.00	3.00	-	-	-	-	-	15.00	-	-	15.00
8	13.00	-	1.00	-	-	-	-	-	-	34.00	-	-	-
9	-	9.00	32.00	-	3.00	-	-	-	-	6.00	-	-	-
10	-	-	33.00	16.00	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	19.00	5.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	6.00	17.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	4.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	20.00	-	36.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	6.00	3.00	42.00	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	1.00	48.00	-	1.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-
17	-	21.00	57.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	9.00	-	-	-	-
19	-	-	18.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	16.00	-	22.00	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-
22	13.00	-	3.00	3.00	-	6.00	-	20.00	-	-	-	-	-
23	14.00	-	28.00	-	-	2.00	-	8.00	-	-	-	-	-
24	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	7.00	-	-
25	-	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	32.00	-	11.00	-	-	-	-	-	4.00	-	-	-	-
27	2.00	-	21.00	29.00	-	-	-	-	5.00	-	9.00	-	-
28	17.00	-	27.00	-	-	-	-	-	-	-	26.00	-	-
29	-		9.00	-	-	-	-	11.00	6.00	-	6.00	-	-
30	-		28.00	12.00	-	-	-	-	7.00	5.00	8.00	-	-
31	35.00		12.00		-		-					-	-
Total	187.00	98.00	546.00	161.00	28.00	16.00	-	39.00	31.00	65.00	56.00	42.00	1,269.00
Promedio	6.03	3.50	17.61	5.37	0.90	0.53	-	1.26	1.03	2.10	1.87	1.35	3.46
Desv. Est.	9.57	6.60	15.86	9.43	2.07	1.81	-	4.23	2.46	6.62	5.26	4.88	8.41
Máximo	35.00	27.00	57.00	32.00	8.00	8.00	-	20.00	9.00	34.00	26.00	23.00	57.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 15: Registro histórico 2018
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	12.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	6.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	7.00	35.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-
6	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	2.00	6.00	30.00	47.00	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	-	-	25.00	23.00	-	-	-	-	-	-	-	-
10	14.00	-	-	40.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	24.00
11	14.00	-	-	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	9.00
12	28.00	-	-	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-
13	10.00	-	-	-	6.00	-	-	-	-	-	-	-	-
14	9.00	-	8.00	-	14.00	-	-	-	-	-	-	-	-
15	8.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24.00
16	10.00	29.00	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	2.00
17	40.00	27.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12.00
18	47.00	17.00	-	-	22.00	-	-	-	2.00	-	-	-	9.00
19	6.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	-	-	33.00	-	11.00	-	-	-	-	-	-	-	13.00
22	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5.00
23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24	-	-	-	2.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-
25	-	-	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26	-	-	-	6.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-
27	-	4.00	2.00	15.00	-	-	-	-	1.00	-	-	-	-
28	-	1.00	16.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-		-	33.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	-		-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
31	-		-		-		-			-		-	
Total	206.00	89.00	104.00	219.00	169.00	3.00	-	-	3.00	-	-	98.00	891.00
Promedio	6.65	3.18	3.35	7.30	5.45	0.10	-	-	0.10	-	-	3.16	2.44
Desv. Est.	11.93	7.82	6.94	12.49	10.47	0.55	-	-	0.40	-	-	6.70	7.26
Máximo	47.00	29.00	33.00	40.00	47.00	3.00	-	-	2.00	-	-	24.00	47.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 16: Registro histórico 2019
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	2.00	4.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	14.00	15.00	5.00	-	-	-	-	-	11.00	-	-
3	-	-	18.00	18.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	4.00	24.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	7.00	6.00	7.00	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-	-
6	9.00	-	19.00	-	-	-	-	-	-	-	2.00	-	-
7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.00	-	-
8	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	-	1.00	-	6.00	-	-	-	-	-	3.00	-	-	-
10	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	1.00	-	-	-
11	-	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	5.00	-	10.00	-	-	-	-	-	-	4.00	-	-
13	-	4.00	8.00	-	3.00	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	5.00	7.00	-	4.00	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	6.00	2.00	-	7.00	-	-	-	-	-	-	-	-
16	12.00	3.00	7.00	4.00	8.00	-	-	-	-	-	-	22.00	-
17	5.00	4.00	7.00	-	54.00	-	-	-	-	-	-	3.00	-
18	-	5.00	15.00	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-
19	-	8.00	14.00	9.00	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-
20	-	20.00	2.00	38.00	-	-	-	-	-	-	-	15.00	-
21	-	12.00	15.00	9.00	-	-	-	-	6.00	-	-	10.00	-
22	-	8.00	-	10.00	-	-	-	-	5.00	-	-	8.00	-
23	-	36.00	5.00	3.00	-	-	-	-	8.00	5.00	-	-	-
24	7.00	20.00	-	5.00	-	-	-	-	7.00	-	-	-	-
25	8.00	12.00	-	-	-	-	-	-	-	2.00	4.00	-	-
26	-	8.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-
28	2.00	2.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.00	-
29	-		1.00	-	-	-	-	-	-	6.00	6.00	9.00	-
30	-		15.00	-	-	-	-	-	-	5.00	-	8.00	-
31	-		-		-		-			5.00		-	-
Total	50.00	180.00	184.00	129.00	81.00	-	-	-	26.00	27.00	44.00	87.00	808.00
Promedio	1.61	6.43	5.94	4.30	2.61	-	-	-	0.87	0.87	1.47	2.81	2.24
Desv. Est.	3.34	7.83	7.18	8.07	9.78	-	-	-	2.29	1.84	3.39	5.22	5.59
Máximo	12.00	36.00	24.00	38.00	54.00	-	-	-	8.00	6.00	14.00	22.00	54.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 17: Registro histórico 2020
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' S
Longitud: 78° 34' W
Altitud: 2 620 m.s.n.m.

Departamento: La Libertad
Provincia: Otuzco
Distrito: Otuzco

Día	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
1	-	-	-	12.00	-	-	-						
2	-	-	18.00	21.00	20.00	-	-						
3	-	8.00	1.00	-	-	-	-						
4	-	-	-	-	39.00	-	-						
5	-	-	-	-	13.00	-	-						
6	-	-	3.00	25.00	-	-	-						
7	-	-	-	4.00	-	-	-						
8	-	-	-	-	-	-	-						
9	-	-	4.00	12.00	-	-	-						
10	-	-	3.00	-	-	-	1.00						
11	-	-	-	-	-	-	-						
12	-	-	-	-	-	-	-						
13	-	1.00	4.00	-	-	-	-						
14	-	4.00	-	-	-	-	-						
15	-	-	-	-	-	-	-						
16	-	-	-	-	-	1.00	-						
17	-	-	-	-	-	-	-						
18	-	-	-	20.00	-	-	-						
19	-	-	-	11.00	-	-	-						
20	-	-	-	-	-	-	-						
21	-	-	3.00	-	-	-	-						
22	-	-	-	-	-	-	-						
23	-	-	3.00	-	-	-	-						
24	-	-	2.00	3.00	-	-	-						
25	9.00	-	-	-	4.00	-	-						
26	4.00	-	7.00	-	-	-	-						
27	-	-	-	2.00	-	1.00	-						
28	-	-	9.00	14.00	-	-	-						
29	-	-	-	19.00	-	-	-						
30	-		-	1.00	-	5.00	-						
31	-		38.00		-		-						
Total	13.00	13.00	95.00	144.00	76.00	7.00	1.00	-	-	-	-	-	349.00
Promedio	0.42	0.45	3.06	4.80	2.45	0.23	0.03	-	-	-	-	-	0.95
Desv. Est.	1.75	1.64	7.48	7.81	8.00	0.94	0.18	-	-	-	-	-	5.40
Máximo	9.00	8.00	38.00	25.00	39.00	5.00	1.00	-	-	-	-	-	39.00

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD

Anexo 18: Registro histórico - Resumen
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Parámetro: Precipitación máxima en 24 horas

Latitud: 07° 54' 10" S

Departamento: La Libertad

Longitud: 78° 34' 20" W

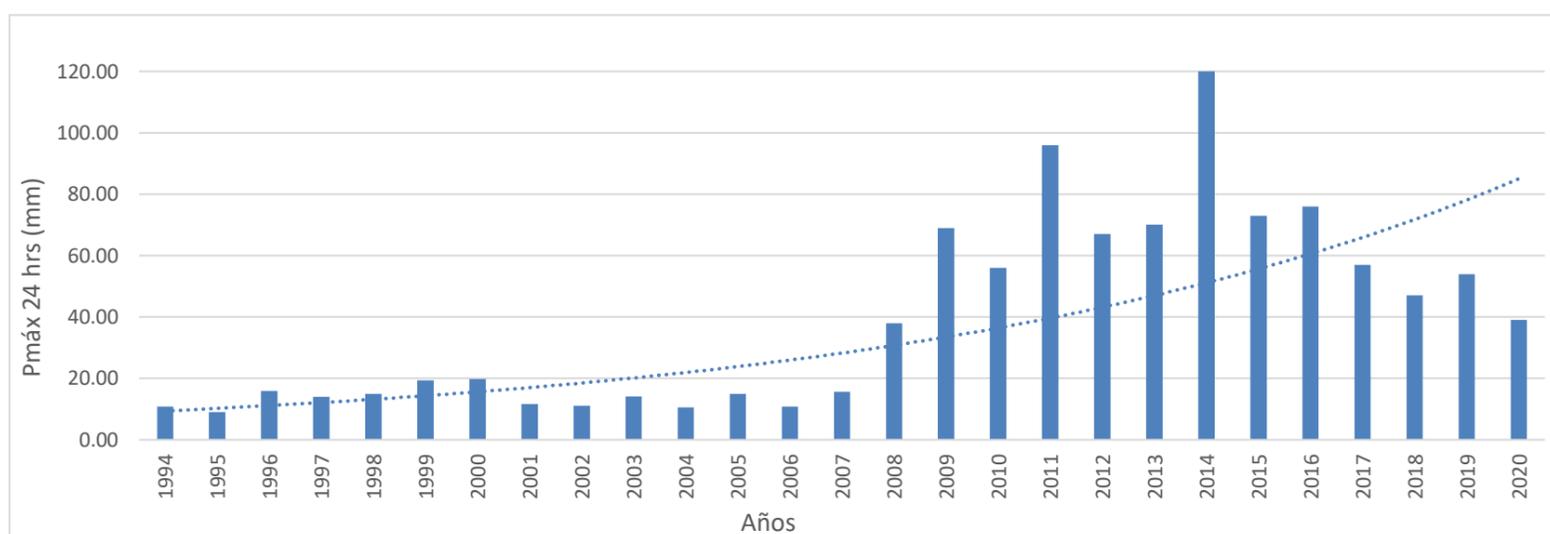
Provincia: Otuzco

Altitud: 2 641 m.s.n.m.

Distrito: Otuzco

	Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Máximo
1	1994	3.15	4.96	7.64	6.89	1.62	10.77	-	-	1.83	-	8.48	1.89	10.77
2	1995	5.25	2.99	3.88	4.04	3.63	-	0.83	0.18	2.30	9.05	4.31	4.26	9.05
3	1996	4.47	15.86	8.51	12.29	2.07	2.38	-	-	0.03	6.51	0.62	1.26	15.86
4	1997	5.21	9.25	5.08	10.25	0.93	1.10	-	-	3.63	4.15	8.36	13.94	13.94
5	1998	9.89	10.16	15.01	10.63	3.13	3.79	-	4.03	2.28	5.78	2.20	5.28	15.01
6	1999	7.41	19.29	8.90	12.87	17.08	2.44	1.22	-	5.95	6.77	0.78	4.81	19.29
7	2000	6.28	10.64	12.49	10.70	19.75	1.20	-	2.23	9.80	1.33	5.08	8.20	19.75
8	2001	7.83	7.28	11.64	11.64	4.65	2.51	0.15	-	10.20	7.98	4.83	6.13	11.64
9	2002	3.03	11.12	4.35	9.02	3.97	3.35	-	-	0.80	5.81	8.18	4.34	11.12
10	2003	4.69	14.15	7.86	10.31	5.53	3.94	0.28	-	0.98	1.29	5.00	6.32	14.15
11	2004	1.93	8.69	6.60	3.64	2.63	-	0.61	-	2.15	10.58	2.17	4.89	10.58
12	2005	7.37	3.68	6.61	14.96	-	-	-	-	0.37	1.67	2.33	4.06	14.96
13	2006	5.81	10.00	10.88	6.63	0.83	2.83	0.73	-	1.93	0.13	8.48	4.12	10.88
14	2007	8.56	5.71	5.93	15.61	6.60	0.34	0.19	-	11.75	-	3.94	1.38	15.61
15	2008	12.00	16.00	28.00	14.00	-	-	-	18.00	3.00	13.00	38.00	10.00	38.00
16	2009	38.00	20.00	69.00	29.00	1.00	-	4.00	1.00	2.00	18.00	24.00	18.00	69.00
17	2010	3.00	56.00	3.00	36.00	37.00	-	-	-	40.00	-	23.00	16.00	56.00
18	2011	27.00	13.00	32.00	96.00	7.00	-	-	-	4.00	24.00	23.00	31.00	96.00
19	2012	28.00	67.00	40.00	53.00	14.00	14.00	-	-	30.00	16.00	24.00	30.00	67.00
20	2013	30.00	41.00	70.00	28.00	38.00	-	-	-	-	45.00	6.00	15.00	70.00
21	2014	22.00	29.00	65.00	120.00	45.00	1.00	-	8.00	43.00	32.00	24.00	34.00	120.00
22	2015	73.00	55.00	36.00	34.00	18.00	27.00	4.00	-	14.00	28.00	17.00	58.00	73.00
23	2016	33.00	76.00	69.00	17.00	-	2.00	-	-	13.00	35.00	-	42.00	76.00
24	2017	35.00	27.00	57.00	32.00	8.00	8.00	-	20.00	9.00	34.00	26.00	23.00	57.00
25	2018	47.00	29.00	33.00	40.00	47.00	3.00	-	-	2.00	-	-	24.00	47.00
26	2019	12.00	36.00	24.00	38.00	54.00	-	-	-	8.00	6.00	14.00	22.00	54.00
27	2020	9.00	8.00	38.00	25.00	39.00	5.00	1.00						39.00
	Promedio	16.66	22.47	25.16	25.98	14.09	3.51	0.48	2.06	8.54	12.00	10.91	15.15	39.1
	Desv. Est.	17.11	20.21	22.97	27.04	17.09	5.82	1.07	5.29	11.67	13.06	10.46	14.37	31.0
	Máximo	73.00	76.00	70.00	120.00	54.00	27.00	4.00	20.00	43.00	45.00	38.00	58.00	120.0
	Mínimo	1.93	2.99	3.00	3.64	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26	9.1
	N° Datos	27	27	27	27	27	27	27	26	26	26	26	26	27

Datos: Obtenidos de la GRLL-GRA-DIA-LALIBERTAD y Senamhi



Anexo 19: Prueba de datos dudosos
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

	Año			Orden	P24	Log(P24)	
1	1994	25	1	25	10.77	1.0322	
2	1995	27	1	27	9.05	0.9566	Mínimo valor
3	1996	16	1	16	15.86	1.2003	
4	1997	21	1	21	13.94	1.1443	
5	1998	18	1	18	15.01	1.1764	
6	1999	15	1	15	19.29	1.2853	
7	2000	14	1	14	19.75	1.2956	
8	2001	22	1	22	11.64	1.0660	
9	2002	23	1	23	11.12	1.0461	
10	2003	20	1	20	14.15	1.1508	
11	2004	26	1	26	10.58	1.0245	
12	2005	19	1	19	14.96	1.1749	
13	2006	24	1	24	10.88	1.0366	
14	2007	17	1	17	15.61	1.1934	
15	2008	13	1	13	38.00	1.5798	
16	2009	6	1	6	69.00	1.8388	
17	2010	9	1	9	56.00	1.7482	
18	2011	2	1	2	96.00	1.9823	
19	2012	7	1	7	67.00	1.8261	
20	2013	5	1	5	70.00	1.8451	
21	2014	1	1	1	120.00	2.0792	Máximo valor
22	2015	4	1	4	73.00	1.8633	
23	2016	3	1	3	76.00	1.8808	
24	2017	8	1	8	57.00	1.7559	
25	2018	11	1	11	47.00	1.6721	
26	2019	10	1	10	54.00	1.7324	
27	2020	12	1	12	39.00	1.5911	

	P24	Log(P24)
Numero de datos n	27	27
Suma Σ	1054.6	39.1780
Máximo	120.0	2.0792
Mínimo	9.1	0.9566
Promedio \bar{x}	39.1	1.4510
Desviación estándar s	30.9725	0.3630
Coficiente asimetría Cs	0.9228	0.1794
Cs/6 k	0.1538	0.0299

Prueba de datos dudosos (Método Water Resources Council)

Número de datos n	27
Significancia	10%
Kn	2.519 (Tabla 4, pag.15)

Umbral de datos dudosos (unidades logarítmicas)	
Alto (xH)	2.3654
Bajo (xL)	0.5367

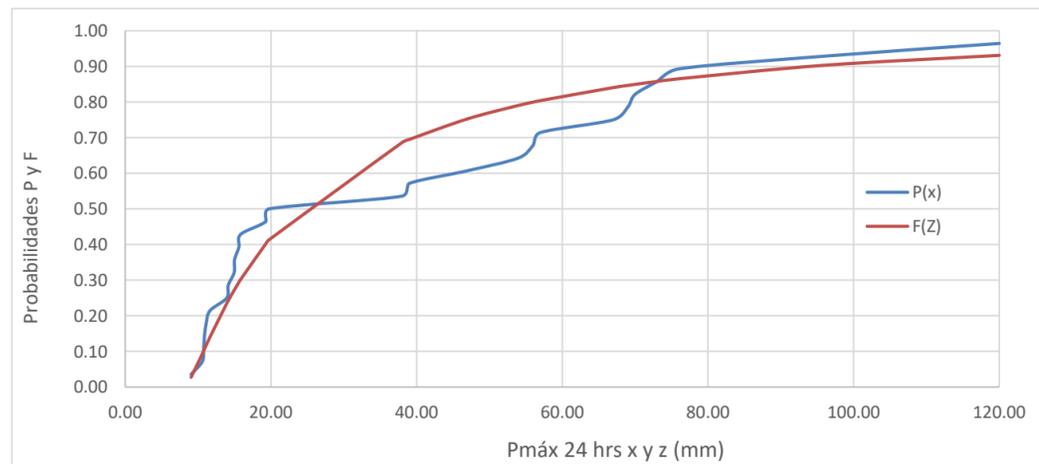
Precipitaciones aceptadas (mm)	
Máxima	232.0
Mínima	3.4

Anexo 20: Prueba de bondad de ajuste Kolmogorov - Smirnov
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

P24		log(P24)		Normal			Log Normal 2p			Log Normal 3p			Gamma 2p		Gamma 3p		Log Pearson III		Gumbel		Log Gumbel		
m	x	y=log(x)	P(x)	Z	F(Z)	P(x) - F(Z)	Z	F(Z)	P(x) - F(Z)	y=log(x-x0)	Z	F(Z)	P(x) - F(Z)	G(y)	P(x) - G(y)	G(y)	P(x) - G(y)	G(y)	P(x) - G(y)	G(y)	P(x) - G(y)	G(y)	P(x) - G(y)
1	120.00	2.08	0.96	2.6133	0.9955	0.0312	1.7305	0.9582	0.0061	2.0501	1.4822	0.9309	0.0334	0.9785	0.0142	0.9829	0.0186	0.9533	0.0110	0.9805	0.0162	0.9408	0.0235
2	96.00	1.98	0.93	1.8384	0.9670	0.0384	1.4635	0.9283	0.0002	1.9456	1.2993	0.9031	0.0255	0.9465	0.0179	0.9483	0.0197	0.9241	0.0045	0.9483	0.0197	0.9177	0.0109
3	76.00	1.88	0.89	1.1927	0.8835	0.0094	1.1840	0.8818	0.0111	1.8340	1.1038	0.8652	0.0277	0.8882	0.0047	0.8797	0.0132	0.8798	0.0131	0.8855	0.0074	0.8843	0.0086
4	73.00	1.86	0.86	1.0958	0.8634	0.0063	1.1358	0.8720	0.0148	1.8144	1.0696	0.8576	0.0005	0.8754	0.0183	0.8645	0.0074	0.8706	0.0135	0.8714	0.0142	0.8774	0.0202
5	70.00	1.85	0.82	0.9990	0.8411	0.0197	1.0856	0.8612	0.0397	1.7940	1.0338	0.8494	0.0280	0.8613	0.0399	0.8476	0.0262	0.8604	0.0390	0.8556	0.0342	0.8698	0.0483
6	69.00	1.84	0.79	0.9667	0.8331	0.0474	1.0684	0.8573	0.0716	1.7870	1.0215	0.8465	0.0608	0.8562	0.0705	0.8416	0.0559	0.8567	0.0710	0.8500	0.0643	0.8671	0.0814
7	67.00	1.83	0.75	0.9021	0.8165	0.0665	1.0332	0.8492	0.0992	1.7725	0.9962	0.8404	0.0904	0.8456	0.0956	0.8291	0.0791	0.8491	0.0991	0.8382	0.0882	0.8614	0.1114
8	57.00	1.76	0.71	0.5792	0.7188	0.0045	0.8398	0.7995	0.0852	1.6922	0.8556	0.8039	0.0896	0.7809	0.0666	0.7536	0.0393	0.8021	0.0878	0.7656	0.0513	0.8259	0.1117
9	56.00	1.75	0.68	0.5469	0.7078	0.0292	0.8186	0.7935	0.1149	1.6833	0.8400	0.7995	0.1210	0.7733	0.0947	0.7448	0.0662	0.7965	0.1179	0.7570	0.0784	0.8216	0.1430
10	54.00	1.73	0.64	0.4824	0.6852	0.0424	0.7751	0.7809	0.1380	1.6649	0.8078	0.7904	0.1475	0.7572	0.1143	0.7266	0.0837	0.7845	0.1416	0.7390	0.0962	0.8124	0.1695
11	47.00	1.67	0.61	0.2564	0.6012	0.0060	0.6090	0.7287	0.1216	1.5936	0.6829	0.7527	0.1455	0.6927	0.0856	0.6554	0.0483	0.7350	0.1279	0.6676	0.0604	0.7733	0.1661
12	39.00	1.59	0.57	-0.0019	0.4992	0.0722	0.3858	0.6502	0.0787	1.4946	0.5095	0.6948	0.1234	0.6014	0.0300	0.5606	0.0108	0.6595	0.0881	0.5696	0.0018	0.7101	0.1387
13	38.00	1.58	0.54	-0.0342	0.4864	0.0494	0.3547	0.6386	0.1029	1.4804	0.4847	0.6861	0.1504	0.5886	0.0529	0.5479	0.0122	0.6483	0.1126	0.5562	0.0205	0.7003	0.1646
14	19.75	1.30	0.50	-0.6234	0.2665	0.2335	-0.4283	0.3342	0.1658	1.0784	-0.2192	0.4133	0.0867	0.2994	0.2006	0.2955	0.2045	0.3431	0.1569	0.2868	0.2132	0.3781	0.1219
15	19.29	1.29	0.46	-0.6383	0.2616	0.2026	-0.4565	0.3240	0.1403	1.0614	-0.2490	0.4017	0.0626	0.2910	0.1733	0.2891	0.1752	0.3326	0.1317	0.2800	0.1843	0.3648	0.0995
16	15.86	1.20	0.43	-0.7490	0.2269	0.2017	-0.6907	0.2449	0.1837	0.9079	-0.5178	0.3023	0.1263	0.2277	0.2009	0.2422	0.1864	0.2497	0.1789	0.2305	0.1980	0.2562	0.1723
17	15.61	1.19	0.39	-0.7571	0.2245	0.1684	-0.7098	0.2389	0.1539	0.8942	-0.5417	0.2940	0.0988	0.2231	0.1698	0.2389	0.1540	0.2434	0.1495	0.2270	0.1658	0.2478	0.1451
18	15.01	1.18	0.36	-0.7765	0.2187	0.1384	-0.7566	0.2246	0.1325	0.8596	-0.6022	0.2735	0.0836	0.2120	0.1451	0.2309	0.1262	0.2283	0.1288	0.2187	0.1384	0.2272	0.1299
19	14.96	1.17	0.32	-0.7781	0.2183	0.1032	-0.7606	0.2234	0.0980	0.8566	-0.6075	0.2718	0.0497	0.2111	0.1103	0.2303	0.0911	0.2271	0.0943	0.2180	0.1034	0.2255	0.0959
20	14.15	1.15	0.29	-0.8042	0.2106	0.0751	-0.8272	0.2041	0.0817	0.8047	-0.6984	0.2425	0.0433	0.1961	0.0896	0.2197	0.0660	0.2065	0.0792	0.2070	0.0787	0.1975	0.0882
21	13.94	1.14	0.25	-0.8110	0.2087	0.0413	-0.8451	0.1990	0.0510	0.7902	-0.7239	0.2346	0.0154	0.1922	0.0578	0.2169	0.0331	0.2012	0.0488	0.2042	0.0458	0.1902	0.0598
22	11.64	1.07	0.21	-0.8853	0.1880	0.0263	-1.0609	0.1444	0.0699	0.5875	-1.0787	0.1404	0.0739	0.1503	0.0640	0.1878	0.0265	0.1431	0.0712	0.1742	0.0401	0.1120	0.1022
23	11.12	1.05	0.18	-0.9021	0.1835	0.0049	-1.1155	0.1323	0.0463	0.5249	-1.1884	0.1173	0.0612	0.1410	0.0376	0.1814	0.0028	0.1303	0.0483	0.1677	0.0109	0.0956	0.0830
24	10.88	1.04	0.14	-0.9098	0.1815	0.0386	-1.1416	0.1268	0.0161	0.4926	-1.2450	0.1066	0.0363	0.1368	0.0061	0.1785	0.0356	0.1245	0.0184	0.1647	0.0219	0.0882	0.0546
25	10.77	1.03	0.11	-0.9134	0.1805	0.0734	-1.1538	0.1243	0.0171	0.4769	-1.2724	0.1016	0.0055	0.1348	0.0277	0.1771	0.0700	0.1218	0.0147	0.1634	0.0562	0.0849	0.0222
26	10.58	1.02	0.07	-0.9195	0.1789	0.1075	-1.1751	0.1200	0.0485	0.4485	-1.3222	0.0931	0.0216	0.1315	0.0601	0.1748	0.1034	0.1172	0.0458	0.1611	0.0896	0.0793	0.0079
27	9.05	0.96	0.04	-0.9689	0.1663	0.1306	-1.3620	0.0866	0.0509	0.1067	-1.9206	0.0274	0.0083	0.1050	0.0693	0.1568	0.1211	0.0820	0.0463	0.1429	0.1072	0.0399	0.0042

X:	39.06	Y:	1.45	x0:	7.77	gamma:	1.69	x0:	-28.07	x0:	-5.98	μ:	25.12	μ:	2.97
S _x :	30.97	S _y :	0.36	μ _y :	1.20	beta:	23.10	gamma:	4.70	gamma:	124.30	alfa:	24.15	alfa:	0.65
				S _y :	0.57	beta:	14.29	beta:	0.08						

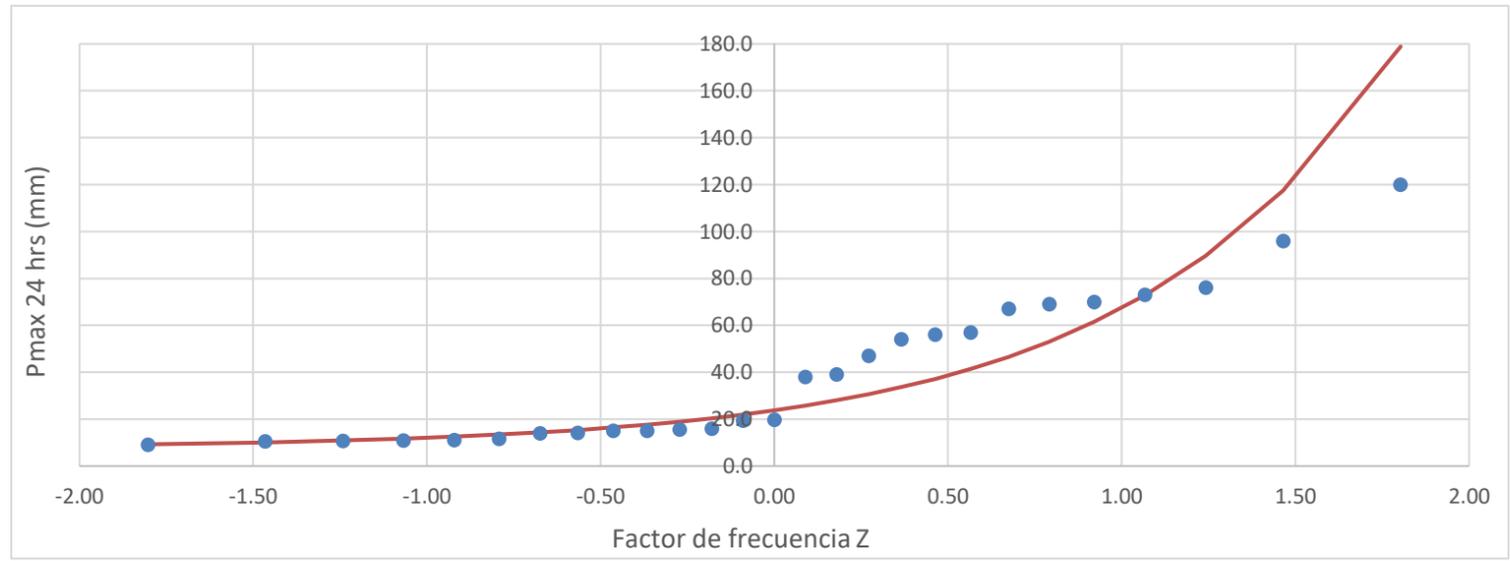
n:	27	D _{máx} :	0.2335		0.1837		0.1504		0.2009		0.2045		0.1789		0.2132		0.1723
a:	0.05	D _{crítico} > D _{máx} :	Si se ajusta		Si se ajusta												
D _{crítico} :	0.2552	Mejor Ajuste:	8		4		1		5		6		3		7		2



Anexo 21: Análisis de frecuencia
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

X:	39.06	Y:	1.45	x0:	7.77
S _x :	30.97	S _y :	0.36	μ _y :	1.20
k:	0.15	k:	0.03	SY:	0.57

m	T	P(X>x _T)	Valor observado	Normal		Log Normal 2p		Log Normal 3p		Gamma 3p		Log Pearson III		Gumbel		Log Gumbel	
				Z	Precipit.	Z	Precipit.	Z	Precipit.	Z	Precipit.	Z	Precipit.	Z	Precipit.	Z	Precipit.
1	28.00	3.57%	120.0	1.8027	94.9	1.8027	127.5	1.8027	178.8	2.1025	104.2	1.8685	134.7	2.1339	105.2	2.1339	168.1
2	14.00	7.14%	96.0	1.4652	84.4	1.4652	96.1	1.4652	117.5	1.5938	88.4	1.4978	98.8	1.5789	88.0	1.5789	105.7
3	9.33	10.71%	76.0	1.2419	77.5	1.2419	79.8	1.2419	89.6	1.2804	78.7	1.2564	80.7	1.2477	77.7	1.2477	80.2
4	7.00	14.29%	73.0	1.0676	72.1	1.0676	69.0	1.0676	72.8	1.0483	71.5	1.0702	69.1	1.0079	70.3	1.0079	65.6
5	5.60	17.86%	70.0	0.9208	67.6	0.9208	61.0	0.9208	61.4	0.8611	65.7	0.9149	60.7	0.8178	64.4	0.8178	56.0
6	4.67	21.43%	69.0	0.7916	63.6	0.7916	54.8	0.7916	53.0	0.7025	60.8	0.7792	54.2	0.6589	59.5	0.6589	49.0
7	4.00	25.00%	67.0	0.6745	60.0	0.6745	49.6	0.6745	46.6	0.5636	56.5	0.6571	48.9	0.5214	55.2	0.5214	43.7
8	3.50	28.57%	57.0	0.5659	56.6	0.5659	45.3	0.5659	41.4	0.4389	52.7	0.5447	44.5	0.3992	51.4	0.3992	39.4
9	3.11	32.14%	56.0	0.4637	53.4	0.4637	41.6	0.4637	37.2	0.3250	49.1	0.4395	40.8	0.2886	48.0	0.2886	36.0
10	2.80	35.71%	54.0	0.3661	50.4	0.3661	38.4	0.3661	33.6	0.2194	45.9	0.3396	37.5	0.1868	44.8	0.1868	33.0
11	2.55	39.29%	47.0	0.2719	47.5	0.2719	35.5	0.2719	30.6	0.1203	42.8	0.2437	34.6	0.0920	41.9	0.0920	30.5
12	2.33	42.86%	39.0	0.1800	44.6	0.1800	32.8	0.1800	28.0	0.0264	39.9	0.1508	32.0	0.0026	39.1	0.0026	28.3
13	2.15	46.43%	38.0	0.0896	41.8	0.0896	30.4	0.0896	25.8	-0.0635	37.1	0.0599	29.7	-0.0825	36.5	-0.0825	26.4
14	2.00	50.00%	19.8	0.0000	39.1	0.0000	28.3	0.0000	23.8	-0.1501	34.4	-0.0299	27.6	-0.1643	34.0	-0.1643	24.6
15	1.87	53.57%	19.3	-0.0896	36.3	-0.0896	26.2	-0.0896	22.0	-0.2344	31.8	-0.1191	25.6	-0.2435	31.5	-0.2435	23.0
16	1.75	57.14%	15.9	-0.1800	33.5	-0.1800	24.3	-0.1800	20.4	-0.3169	29.2	-0.2086	23.7	-0.3208	29.1	-0.3208	21.6
17	1.65	60.71%	15.6	-0.2719	30.6	-0.2719	22.5	-0.2719	18.9	-0.3984	26.7	-0.2991	22.0	-0.3971	26.8	-0.3971	20.3
18	1.56	64.29%	15.0	-0.3661	27.7	-0.3661	20.8	-0.3661	17.6	-0.4794	24.2	-0.3913	20.4	-0.4728	24.4	-0.4728	19.0
19	1.47	67.86%	15.0	-0.4637	24.7	-0.4637	19.2	-0.4637	16.5	-0.5607	21.7	-0.4864	18.8	-0.5488	22.1	-0.5488	17.9
20	1.40	71.43%	14.2	-0.5659	21.5	-0.5659	17.6	-0.5659	15.4	-0.6430	19.1	-0.5853	17.3	-0.6257	19.7	-0.6257	16.7
21	1.33	75.00%	13.9	-0.6745	18.2	-0.6745	16.1	-0.6745	14.4	-0.7272	16.5	-0.6897	15.9	-0.7047	17.2	-0.7047	15.7
22	1.27	78.57%	11.6	-0.7916	14.5	-0.7916	14.6	-0.7916	13.4	-0.8146	13.8	-0.8015	14.5	-0.7869	14.7	-0.7869	14.6
23	1.22	82.14%	11.1	-0.9208	10.5	-0.9208	13.1	-0.9208	12.5	-0.9067	11.0	-0.9240	13.1	-0.8741	12.0	-0.8741	13.6
24	1.17	85.71%	10.9	-1.0676	6.0	-1.0676	11.6	-1.0676	11.7	-1.0063	7.9	-1.0619	11.6	-0.9691	9.0	-0.9691	12.6
25	1.12	89.29%	10.8	-1.2419	0.6	-1.2419	10.0	-1.2419	10.9	-1.1175	4.4	-1.2240	10.2	-1.0766	5.7	-1.0766	11.5
26	1.08	92.86%	10.6	-1.4652	0.0	-1.4652	8.3	-1.4652	10.1	-1.2493	0.4	-1.4293	8.6	-1.2067	1.7	-1.2067	10.3
27	1.04	96.43%	9.1	-1.8027	0.0	-1.8027	6.3	-1.8027	9.3	-1.4268	0.0	-1.7341	6.6	-1.3885	0.0	-1.3885	8.9

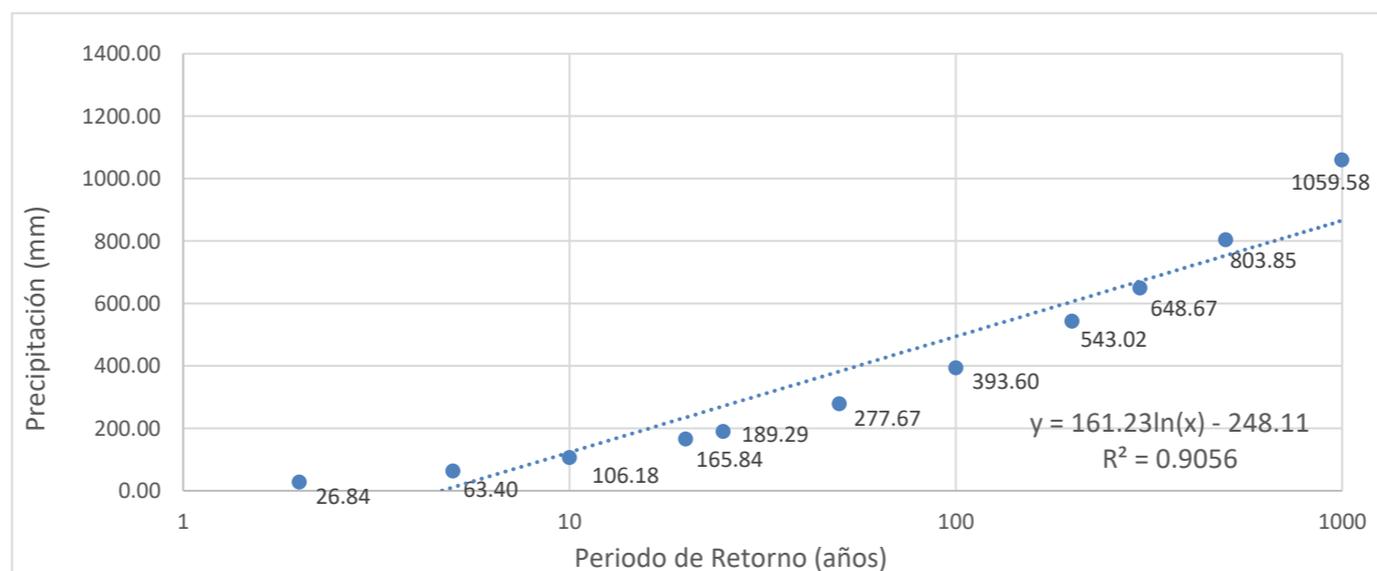


Anexo 22: Precipitaciones máximas anuales en 24 horas
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

X:	39.06	Y:	1.45	x0:	7.77
S _X :	30.97	S _Y :	0.36	μ _Y :	1.20
k:	0.15	k:	0.03	S _Y :	0.57

Corrección por intervalo fijo de observación 1.13 (valor determinado por L.L. Weiss)

T (años)	P(X≤x _T)	Normal		Log Normal 2p		Log Normal 3p		Gamma 3p		Log Pearson III		Gumbel		Log Gumbel		P _{máx} (mm)	P _{máx} corregida (mm)
		K _T	x _T	K _T	10 ^{x_T}	K _T	10 ^{x_T}	K _T	x _T	K _T	10 ^{x_T}	K _T	x _T	K _T	10 ^{x_T}		
2	0.500	0.0000	39.1	0.0000	28.3	0.0000	23.8	-0.1501	34.4	-0.0299	27.6	-0.1643	34.0	-0.1643	24.6	23.8	26.84
5	0.800	0.8416	65.1	0.8416	57.1	0.8416	56.1	0.7632	62.7	0.8316	56.6	0.7195	61.3	0.7195	51.5	56.1	63.40
10	0.900	1.2816	78.8	1.2816	82.5	1.2816	94.0	1.3347	80.4	1.2991	83.7	1.3046	79.5	1.3046	84.1	94.0	106.18
20	0.950	1.6449	90.0	1.6449	111.7	1.6449	146.8	1.8592	96.6	1.6942	116.4	1.8658	96.8	1.8658	134.4	146.8	165.84
25	0.960	1.7507	93.3	1.7507	122.0	1.7507	167.5	2.0212	101.7	1.8108	128.3	2.0438	102.4	2.0438	155.9	167.5	189.29
50	0.980	2.0537	102.7	2.0537	157.2	2.0537	245.7	2.5093	116.8	2.1488	170.2	2.5923	119.3	2.5923	246.6	245.7	277.67
100	0.990	2.3263	111.1	2.3263	197.5	2.3263	348.3	2.9794	131.3	2.4577	220.4	3.1367	136.2	3.1367	388.7	348.3	393.60
200	0.995	2.5758	118.8	2.5758	243.2	2.5758	480.6	3.4363	145.5	2.7446	280.1	3.6791	153.0	3.6791	611.7	480.6	543.02
300	0.997	2.7131	123.1	2.7131	272.8	2.7131	574.0	3.6988	153.6	2.9042	320.1	3.9959	162.8	3.9959	797.1	574.0	648.67
500	0.998	2.8782	128.2	2.8782	313.2	2.8782	711.4	4.0253	163.7	3.0977	376.2	4.3947	175.2	4.3947	1112.4	711.4	803.85
1000	0.999	3.0902	134.8	3.0902	373.9	3.0902	937.7	4.4622	177.3	3.3489	464.1	4.9355	191.9	4.9355	1748.2	937.7	1059.58



Anexo 23: Precipitación de diseño para duraciones menores a 24 horas
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Dick y Peschke (mm)										
Duración		Periodo de retorno (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10	7.75	18.30	30.65	47.87	54.64	80.16	113.62	156.76	232.05
0.33	20	9.21	21.76	36.45	56.93	64.98	95.32	135.12	186.42	275.96
0.50	30	10.20	24.09	40.34	63.00	71.91	105.49	149.54	206.30	305.40
0.67	40	10.96	25.88	43.35	67.70	77.28	113.36	160.69	221.69	328.17
0.83	50	11.59	27.37	45.84	71.59	81.71	119.86	169.91	234.41	347.00
1.00	60	12.13	28.64	47.97	74.92	85.52	125.45	177.83	245.34	363.18
1.17	70	12.60	29.77	49.86	77.87	88.88	130.38	184.82	254.98	377.45
1.33	80	13.03	30.78	51.55	80.51	91.90	134.81	191.09	263.63	390.26
1.50	90	13.42	31.70	53.09	82.92	94.64	138.84	196.80	271.51	401.92
1.67	100	13.78	32.54	54.51	85.13	97.17	142.54	202.05	278.76	412.65
1.83	110	14.11	33.33	55.82	87.18	99.51	145.98	206.93	285.48	422.60
2.00	120	14.42	34.06	57.05	89.10	101.70	149.19	211.48	291.76	431.90
3.00	180	15.96	37.70	63.14	98.61	112.55	165.10	234.04	322.88	477.97
4.00	240	17.15	40.51	67.85	105.96	120.94	177.42	251.49	346.96	513.61
5.00	300	18.13	42.83	71.74	112.04	127.88	187.59	265.92	366.87	543.08
6.00	360	18.98	44.83	75.08	117.26	133.85	196.34	278.32	383.98	568.41
7.00	420	19.72	46.59	78.03	121.87	139.11	204.06	289.25	399.06	590.74
8.00	480	20.39	48.17	80.68	126.01	143.83	210.98	299.07	412.61	610.79
9.00	540	21.00	49.61	83.09	129.77	148.13	217.29	308.01	424.94	629.04
10.00	600	21.56	50.94	85.31	133.24	152.08	223.09	316.23	436.28	645.83
11.00	660	22.08	52.16	87.37	136.45	155.75	228.47	323.86	446.80	661.41
12.00	720	22.57	53.31	89.29	139.45	159.17	233.49	330.98	456.63	675.95
24.00	1440	26.84	63.40	106.18	165.84	189.29	277.67	393.60	543.02	803.85

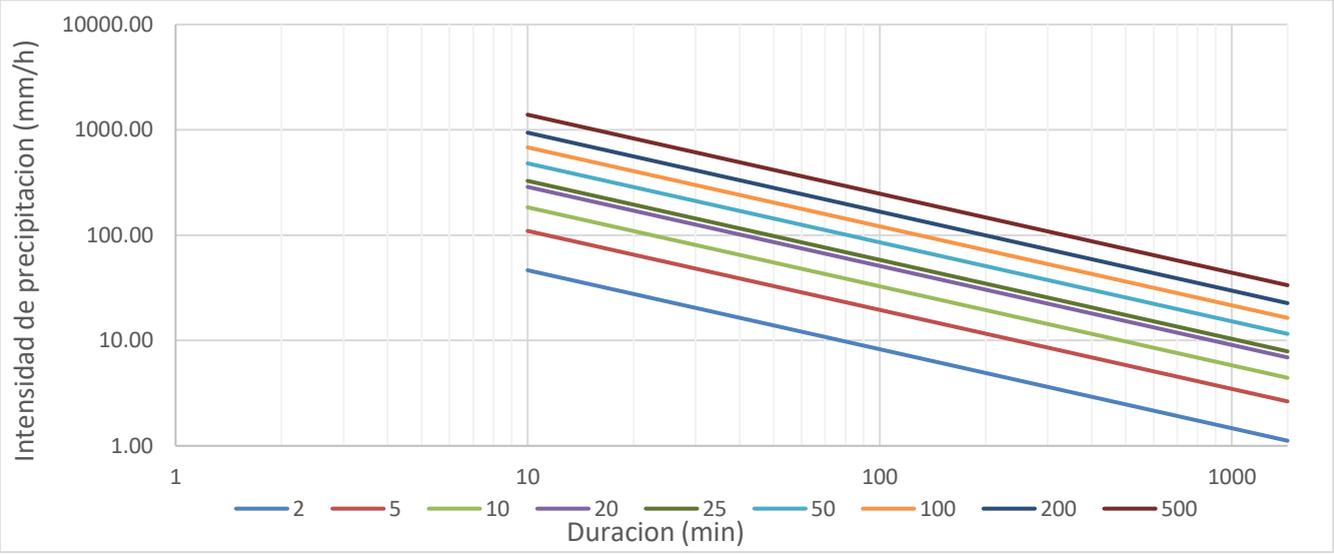
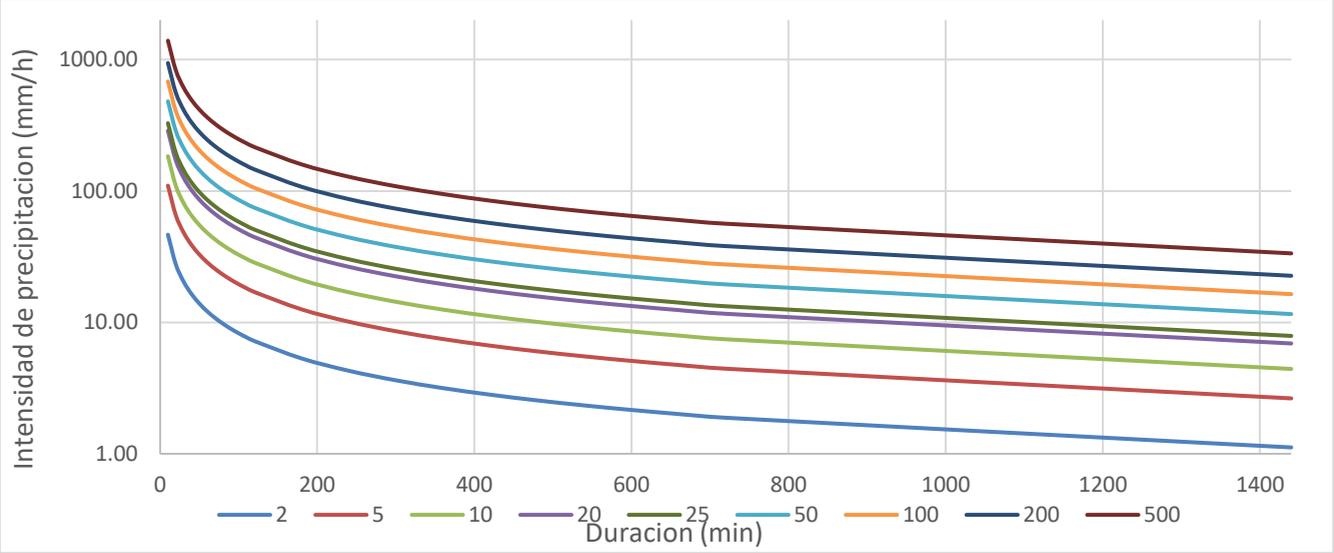
Anexo 24: Intensidades de diseño para duraciones menores a 24 horas
Estación meteorológica Virgen de la Puerta

Dick y Peschke (mm/h)										
Duración		Periodo de retorno (años)								
Hr	min	2	5	10	20	25	50	100	200	500
0.17	10	46.49	109.81	183.91	287.24	327.86	480.94	681.74	940.55	1392.30
0.33	20	27.64	65.29	109.36	170.79	194.94	285.97	405.36	559.25	827.87
0.50	30	20.39	48.17	80.68	126.01	143.83	210.98	299.07	412.61	610.79
0.67	40	16.44	38.82	65.02	101.55	115.91	170.04	241.03	332.53	492.25
0.83	50	13.90	32.84	55.00	85.90	98.05	143.83	203.89	281.29	416.40
1.00	60	12.13	28.64	47.97	74.92	85.52	125.45	177.83	245.34	363.18
1.17	70	10.80	25.52	42.74	66.74	76.18	111.76	158.41	218.55	323.53
1.33	80	9.77	23.08	38.66	60.38	68.92	101.11	143.32	197.73	292.70
1.50	90	8.95	21.13	35.39	55.28	63.10	92.56	131.20	181.01	267.95
1.67	100	8.27	19.53	32.71	51.08	58.30	85.52	121.23	167.26	247.59
1.83	110	7.70	18.18	30.45	47.55	54.28	79.62	112.87	155.72	230.51
2.00	120	7.21	17.03	28.53	44.55	50.85	74.59	105.74	145.88	215.95
3.00	180	5.32	12.57	21.05	32.87	37.52	55.03	78.01	107.63	159.32
4.00	240	4.29	10.13	16.96	26.49	30.24	44.35	62.87	86.74	128.40
5.00	300	3.63	8.57	14.35	22.41	25.58	37.52	53.18	73.37	108.62
6.00	360	3.16	7.47	12.51	19.54	22.31	32.72	46.39	64.00	94.73
7.00	420	2.82	6.66	11.15	17.41	19.87	29.15	41.32	57.01	84.39
8.00	480	2.55	6.02	10.09	15.75	17.98	26.37	37.38	51.58	76.35
9.00	540	2.33	5.51	9.23	14.42	16.46	24.14	34.22	47.22	69.89
10.00	600	2.16	5.09	8.53	13.32	15.21	22.31	31.62	43.63	64.58
11.00	660	2.01	4.74	7.94	12.40	14.16	20.77	29.44	40.62	60.13
12.00	720	1.88	4.44	7.44	11.62	13.26	19.46	27.58	38.05	56.33
24.00	1440	1.12	2.64	4.42	6.91	7.89	11.57	16.40	22.63	33.49

Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)

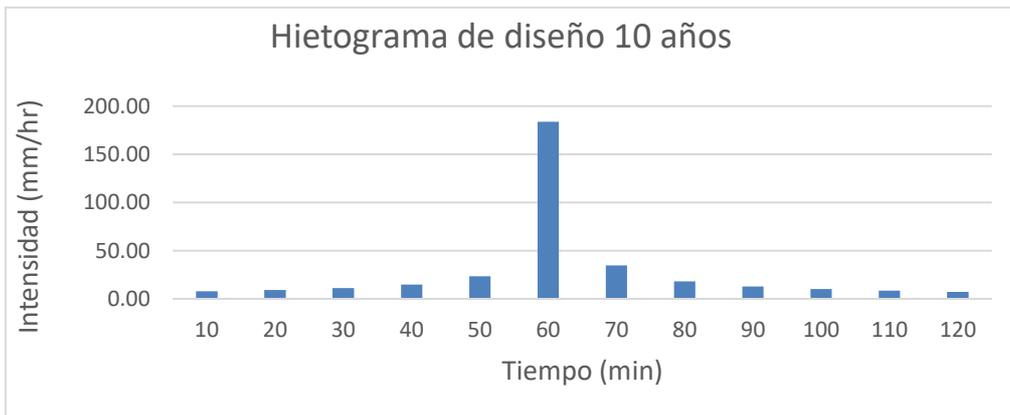
$$I = \frac{10^{2.366} T^{0.599}}{t^{0.75}}$$

I: Intensidad máxima (mm/h)
 T: Período de retorno (años)
 t: Duración de la precipitación (min)



Anexo 25: Hietograma de diseño
 Estación meteorológica Virgen de la Puerta
 Método del Bloque Alterno

Periodo de retorno 10 años					
Tiempo (min)	I (mm/hr)	P (mm)	Diferencia P (mm)	Diferencia I (mm/hr)	Alternado
10	183.91	30.65	30.65	183.91	7.89
20	109.36	36.45	5.80	34.80	9.24
30	80.68	40.34	3.89	23.33	11.31
40	65.02	43.35	3.01	18.05	14.92
50	55.00	45.84	2.49	14.92	23.33
60	47.97	47.97	2.14	12.83	183.91
70	42.74	49.86	1.88	11.31	34.80
80	38.66	51.55	1.69	10.16	18.05
90	35.39	53.09	1.54	9.24	12.83
100	32.71	54.51	1.42	8.50	10.16
110	30.45	55.82	1.31	7.89	8.50
120	28.53	57.05	1.23	7.37	7.37



Anexo 26: Parámetros fisiográficos

Cuencas	Área (Ha)	Perímetro (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Pendiente (%)	C	I (mm/hr)	Q racional (lps)
A2	10.94	1,248.27	703.66	155.50	2,861.00	2,710.50	21.39	0.42	28.53	362.03
A3	4.86	1,020.14	342.66	141.86	2,811.50	2,701.00	32.25	0.42	28.53	161.38
A4	4.07	970.31	347.14	117.28	2,808.50	2,695.00	32.70	0.43	28.53	138.58
A7	12.01	1,589.60	597.36	201.13	2,958.50	2,696.00	43.94	0.43	28.53	407.27
A8	17.15	1,954.69	729.59	235.00	2,975.00	2,693.00	38.65	0.42	28.53	566.26
M1	2.29	941.86	366.24	62.48	2,702.50	2,664.50	10.38	0.76	28.53	138.40
M2	0.83	604.33	228.05	36.46	2,664.50	2,644.00	8.99	0.76	28.53	50.29
M3	2.51	871.24	595.35	42.09	2,708.50	2,662.00	7.81	0.76	28.53	151.55
M4	0.71	427.40	137.95	51.45	2,670.00	2,642.00	20.30	0.76	28.53	42.92
M5	2.25	697.51	373.81	60.24	2,748.50	2,696.50	13.91	0.76	28.53	136.19
M6	1.41	670.82	254.92	55.18	2,711.00	2,669.00	16.48	0.76	28.53	85.08
M7	3.48	1,014.58	509.73	68.30	2,726.00	2,670.50	10.89	0.76	28.53	210.56
M8	2.28	838.78	390.37	58.52	2,709.00	2,659.00	12.81	0.76	28.53	138.17
M9	3.24	924.34	293.37	110.55	2,681.50	2,645.50	12.27	0.76	28.53	196.16
M12	1.28	628.23	198.26	64.76	2,652.00	2,643.00	4.54	0.76	28.53	77.66
M13	1.98	732.02	254.64	77.58	2,646.00	2,632.00	5.50	0.76	28.53	119.48
M15	1.58	688.07	253.35	62.33	2,646.50	2,632.00	5.72	0.76	28.53	95.50
M16	1.25	570.33	193.48	64.63	2,633.00	2,625.00	4.13	0.76	28.53	75.64
M17	0.94	536.22	133.14	70.78	2,636.50	2,624.00	9.39	0.76	28.53	57.00
M22	1.57	598.37	268.54	58.34	2,710.00	2,677.00	12.29	0.76	28.53	94.75
M23	0.55	383.45	157.01	35.00	2,689.00	2,670.00	12.10	0.76	28.53	33.24
M24	2.03	815.51	256.55	79.29	2,682.00	2,652.00	11.69	0.76	28.53	123.03
M25	1.46	572.10	208.86	69.87	2,658.00	2,646.50	5.51	0.76	28.53	88.27
M26	2.26	1,096.43	385.12	58.71	2,647.00	2,621.00	6.75	0.76	28.53	136.75
M28	1.38	741.18	269.06	51.43	2,666.00	2,620.00	17.10	0.76	28.53	83.70
M29	2.25	677.00	320.99	69.98	2,642.00	2,621.50	6.39	0.76	28.53	135.86
M35	1.69	541.51	279.75	60.34	2,696.00	2,663.00	11.80	0.76	28.53	102.09
M36	3.20	811.89	362.38	88.36	2,700.50	2,652.50	13.25	0.76	28.53	193.66
M37	2.87	702.19	353.19	81.34	2,702.00	2,644.00	16.42	0.76	28.53	173.75
M38	2.53	869.32	439.99	57.50	2,703.00	2,638.00	14.77	0.76	28.53	153.03
M40	1.28	687.65	307.83	41.63	2,693.50	2,647.50	14.94	0.76	28.53	77.51
M41	1.47	602.58	244.94	59.83	2,663.00	2,636.00	11.02	0.76	28.53	88.63
M42	1.12	462.38	226.29	49.47	2,652.00	2,629.00	10.16	0.76	28.53	67.70
M43	0.71	648.36	254.21	27.78	2,648.00	2,629.00	7.47	0.76	28.53	42.71
M44	0.70	449.97	147.56	47.62	2,634.50	2,619.00	10.50	0.76	28.53	42.50

Cuencas	Área (Ha)	Perímetro (m)	Longitud (m)	Ancho (m)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Pendiente (%)	C	I (mm/hr)	Q racional (lps)
M45	2.84	860.84	372.71	76.20	2,640.00	2,627.00	3.49	0.76	28.53	171.77
M46	1.20	646.38	211.59	56.66	2,628.00	2,616.50	5.44	0.76	28.53	72.51
M47	0.93	429.61	190.66	48.81	2,634.00	2,621.50	6.56	0.76	28.53	56.29
M48	0.84	523.69	223.21	37.85	2,634.00	2,623.50	4.70	0.76	28.53	51.10
M49	0.38	264.64	113.94	33.67	2,624.50	2,621.50	2.63	0.76	28.53	23.21
M52	2.58	803.06	398.57	64.69	2,649.00	2,618.00	7.78	0.76	28.53	155.95
Total	110.91									

Cuencas	Almacenamiento en depresión imperm (mm)	Almacenamiento en depresión perm (mm)	% Imperm no presenta almacenamiento en depresión	n imp	n perm	Cof. de escorrentía	Cof. de retardo	CN (número de curva)	% Impermeabilidad
A2	1.25	5	100%	0.016	0.16	0.42	0.05	87	0%
A3	1.25	5	100%	0.016	0.17	0.42	0.05	86	1%
A4	1.25	5	100%	0.016	0.15	0.43	0.05	88	3%
A7	1.25	5	100%	0.016	0.16	0.43	0.05	87	3%
A8	1.25	5	100%	0.016	0.16	0.42	0.05	87	0%
Menores	2.5	10	0%	0.016	0.15	0.76	0.02	95	84%

Anexo 27: Tiempo de concentración

Cuencas	Longitud (m)	Pendiente (m/m)	Dif. cotas (m)	Intensidad (mm/hr)	Cof. de retardo	Cof. de escorrentía	Manning	CN
A2	703.66	0.21	150.5	28.53	0.053	0.42	0.16	87
A3	342.66	0.32	110.5	28.53	0.053	0.42	0.17	86
A4	347.14	0.33	113.5	28.53	0.052	0.43	0.14	88
A7	597.36	0.44	262.5	28.53	0.052	0.43	0.16	87
A8	729.59	0.39	282.0	28.53	0.053	0.42	0.16	87
M1	366.24	0.10	38.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M2	228.05	0.09	20.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M3	595.35	0.08	46.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M4	137.95	0.20	28.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M5	373.81	0.14	52.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M6	254.92	0.16	42.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M7	509.73	0.11	55.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M8	390.37	0.13	50.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M9	293.37	0.12	36.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M12	198.26	0.05	9.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M13	254.64	0.05	14.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M15	253.35	0.06	14.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M16	193.48	0.04	8.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M17	133.14	0.09	12.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M22	268.54	0.12	33.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M23	157.01	0.12	19.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M24	256.55	0.12	30.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M25	208.86	0.06	11.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M26	385.12	0.07	26.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M28	269.06	0.17	46.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M29	320.99	0.06	20.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M35	279.75	0.12	33.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M36	362.38	0.13	48.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M37	353.19	0.16	58.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M38	439.99	0.15	65.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M40	307.83	0.15	46.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M41	244.94	0.11	27.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M42	226.29	0.10	23.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M43	254.21	0.07	19.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M44	147.56	0.11	15.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M45	372.71	0.03	13.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M46	211.59	0.05	11.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M47	190.66	0.07	12.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M48	223.21	0.05	10.5	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M49	113.94	0.03	3.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95
M52	398.57	0.08	31.0	28.53	0.020	0.76	0.038	95

Cuencas	Kirpich	CCP	Izzard	FAA	OC	SCS	Promedio
A2	5.49	5.50	No aplica	No aplica	No aplica	6.41	5.80
A3	2.69	2.70	No aplica	No aplica	No aplica	3.02	2.81
A4	2.71	2.71	No aplica	No aplica	No aplica	2.83	2.75
A7	3.67	3.67	No aplica	No aplica	No aplica	3.90	3.75
A8	4.50	4.50	No aplica	No aplica	No aplica	4.90	4.63
M1	4.39	4.40	No aplica	9.64	No aplica	6.25	6.17
M2	3.22	3.23	No aplica	No aplica	No aplica	4.60	3.68
M3	7.12	7.13	No aplica	13.51	No aplica	10.63	9.60
M4	1.60	1.60	No aplica	No aplica	No aplica	2.05	1.75
M5	3.98	3.99	No aplica	8.83	No aplica	5.49	5.57
M6	2.78	2.78	No aplica	No aplica	No aplica	3.71	3.09
M7	5.56	5.56	No aplica	11.19	No aplica	7.95	7.57
M8	4.25	4.26	No aplica	9.28	No aplica	5.92	5.93
M9	3.47	3.47	No aplica	No aplica	No aplica	4.82	3.92
M12	3.76	3.77	No aplica	No aplica	No aplica	5.79	4.44
M13	4.24	4.24	No aplica	9.93	No aplica	6.42	6.21
M15	4.15	4.16	No aplica	9.77	No aplica	6.27	6.09
M16	3.83	3.83	No aplica	No aplica	No aplica	5.95	4.54
M17	2.09	2.10	No aplica	No aplica	No aplica	2.93	2.37

Cuencas	Kirpich	CCP	Izzard	FAA	OC	SCS	Promedio
M22	3.24	3.24	No aplica	No aplica	No aplica	4.48	3.65
M23	2.15	2.16	No aplica	No aplica	No aplica	2.94	2.42
M24	3.19	3.19	No aplica	No aplica	No aplica	4.43	3.60
M25	3.63	3.64	No aplica	No aplica	No aplica	5.48	4.25
M26	5.38	5.39	No aplica	11.41	No aplica	8.07	7.56
M28	2.86	2.86	No aplica	No aplica	No aplica	3.81	3.17
M29	4.78	4.79	No aplica	10.61	No aplica	7.17	6.84
M35	3.39	3.40	No aplica	No aplica	No aplica	4.73	3.84
M36	3.96	3.97	No aplica	8.84	No aplica	5.49	5.56
M37	3.58	3.58	No aplica	No aplica	No aplica	4.83	4.00
M38	4.41	4.42	No aplica	9.39	No aplica	6.07	6.07
M40	3.34	3.34	No aplica	No aplica	No aplica	4.54	3.74
M41	3.15	3.15	No aplica	No aplica	No aplica	4.40	3.56
M42	3.05	3.06	No aplica	No aplica	No aplica	4.30	3.47
M43	3.76	3.76	No aplica	No aplica	No aplica	5.50	4.34
M44	2.17	2.17	No aplica	No aplica	No aplica	3.00	2.45
M45	6.77	6.78	No aplica	13.98	No aplica	10.94	9.62
M46	3.69	3.69	No aplica	No aplica	No aplica	5.57	4.32
M47	3.17	3.17	No aplica	No aplica	No aplica	4.67	3.67
M48	4.06	4.07	No aplica	9.79	No aplica	6.25	6.04
M49	3.03	3.03	No aplica	No aplica	No aplica	4.88	3.65
M52	5.23	5.24	No aplica	11.07	No aplica	7.73	7.32

Anexo 28: Caudales por colector

Colector	Sección transversal	Área de escurrimiento	Caudal de diseño racional (lps)	Caudal acumulado racional (lps)	Caudal de diseño modelo (lps)	Caudal acumulado modelo (lps)
1	Rectangular	A3	161.38	161.38	288.98	288.98
		A4	138.58	299.96	261.09	550.07
2	Circular	M1	138.40	138.40	180.29	180.29
		M2	50.29	188.69	62.66	242.95
3	Circular	M3	151.55	151.55	197.44	197.44
		M4	42.92	194.48	55.93	253.37
4	Natural (trapezoidal)	A2	362.03	362.03	540.26	540.26
		M5	136.19	498.22	177.16	717.42
		M6	85.08	583.30	111.04	828.46
		M7	210.56	793.86	273.91	1,102.37
		M8	138.17	932.03	179.51	1,281.88
5	Circular	M9	196.16	1,128.19	255.13	1,537.01
		M12	77.66	77.66	100.79	100.79
6	Circular	M13	119.48	197.14	155.89	256.68
		M15	95.50	95.50	124.40	124.40
7	Circular	M16	75.64	171.14	98.42	222.82
		M17	57.00	228.14	71.04	293.86
8	Circular	M22	94.75	94.75	123.63	123.63
		M23	33.24	127.99	43.32	166.95
9	Circular	M24	123.03	123.03	159.86	159.86
		M25	88.27	211.30	114.96	274.82
10	Rectangular	M26	136.75	348.05	170.03	444.85
		M28	83.70	83.70	104.23	104.23
11	Rectangular	M29	135.86	219.56	169.48	273.71
		A7	407.27	407.27	702.49	702.49
12	Circular	A8	566.26	973.53	922.60	1,625.09
		M35	102.09	102.09	133.08	133.08
		M36	193.66	295.75	251.96	385.04
		M37	173.75	469.50	225.99	611.03
13	Circular	M38	153.03	622.52	199.19	810.22
		M40	77.51	77.51	100.80	100.80
		M41	88.63	166.14	115.81	216.61
		M42	67.70	233.84	88.20	304.81
14	Circular	M43	42.71	276.56	55.91	360.72
		M44	42.50	319.06	52.90	413.62
15	Circular	M45	171.77	171.77	223.44	223.44
		M46	72.51	244.28	90.55	313.99
16	Circular	M47	56.29	56.29	73.24	73.24
		M48	51.10	107.39	63.35	136.59
16	Circular	M49	23.21	130.59	29.93	166.52
		M52	155.95	155.95	203.09	203.09

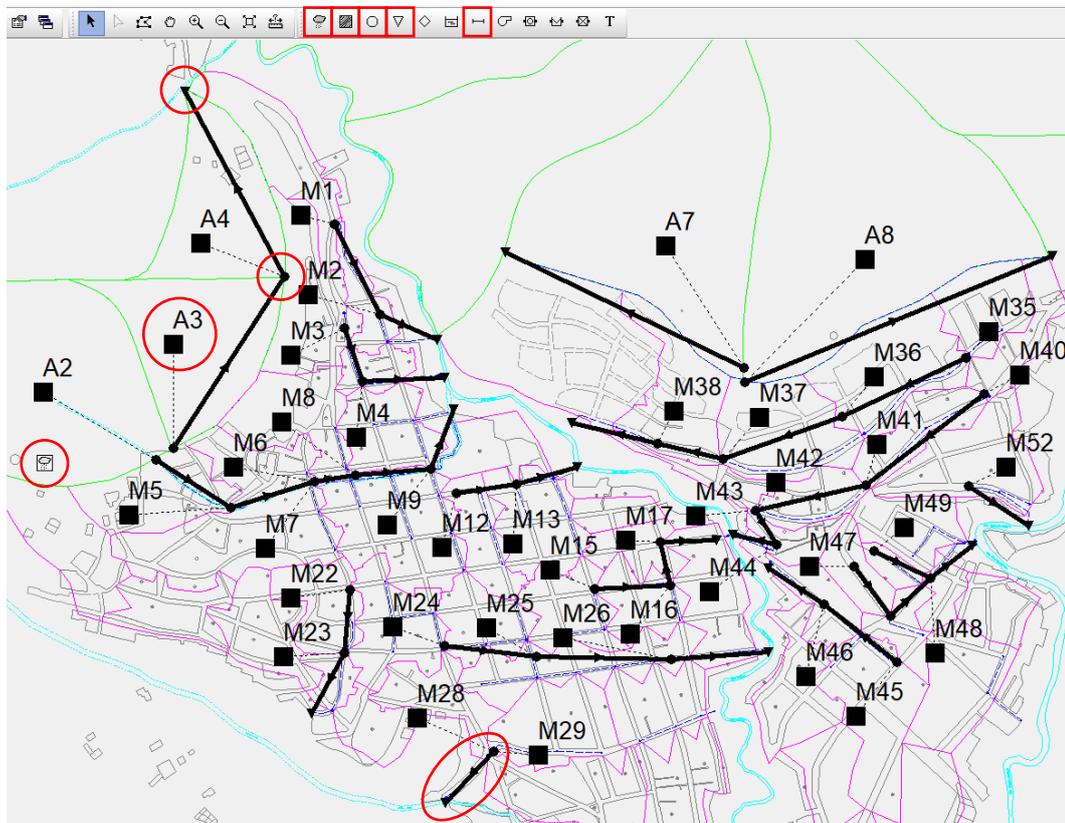
Anexo 29: Tramos de colectores

Colectores	Tramos	Longitud (m)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Pendiente (%)	Caudal racional (lps)	Diámetro (mm)	Velocidad máxima (m/s)	Caudal diseño (lps)	Tipo de tubería	Tiempo en la cuenca	Tiempo en el colector	Tiempo de escurritía (min)
1	1	345.22	2710.05	2700.55	2.8%	161.38	450	2.41	290.69	Concreto 210 kg/cm2	2.81	2.39	7.61
	2	364.67	2700.55	2694.55	1.6%	299.96	450	2.51	549.38	Concreto 210 kg/cm2		2.42	
2	3	217.96	2663	2643.55	8.9%	138.40	450	4.61	181.74	Hdpe	6.17	0.79	7.23
	4	74.79	2643	2637.4	7.5%	188.69	450	4.61	243.17	Hdpe		0.27	
3	5	181.26	2661.5	2641.55	11.0%	151.55	450	5.04	198.28	Hdpe	9.60	0.60	10.40
	6	62.31	2641	2635.4	9.0%	194.48	450	4.98	253.46	Hdpe		0.21	
4	7	146.39	2710.5	2695.5	10.2%	362.03	1000	1.05	538.65	Natural	5.80	2.32	13.35
	8	135.57	2695.5	2669.5	19.2%	498.22	1000	1.41	709.12	Natural		1.60	
	9	64.31	2669.5	2658.5	17.1%	793.86	1000	1.6	1089.45	Natural		0.67	
	10	126.52	2658.5	2644.5	11.1%	932.03	1000	1.48	1268.54	Natural		1.42	
5	11	120.58	2644.5	2637	6.2%	1128.19	1000	1.31	1515.91	Natural		1.53	
	12	116.73	2641.5	2631.05	9.0%	77.66	450	3.88	101.34	Hdpe	6.21	0.50	6.46
13	39.80	2631.05	2630.4	1.6%	197.14	450	2.66	257.00	Hdpe	0.25			
6	14	123.77	2630.55	2624.05	5.3%	95.50	450	3.41	125.19	Hdpe	6.09	0.60	7.52
	15	61.39	2624.05	2623.05	1.6%	171.14	450	2.58	223.19	Hdpe		0.40	
	16	105.79	2622.5	2617.4	4.8%	228.14	450	4.15	294.29	Hdpe		0.42	
7	17	101.18	2677	2669.05	7.9%	94.75	450	3.92	124.30	Hdpe	3.65	0.43	4.22
	18	32.81	2668.5	2666.4	6.4%	127.99	450	3.92	167.03	Hdpe		0.14	
8	19	134.11	2651.05	2644.55	4.8%	123.03	450	3.57	161.12	Hdpe	7.56	0.63	8.17
	20	301.25	2644	2621.05	7.6%	211.30	450	4.95	277.03	Hdpe		1.01	
	21	127.38	2620.5	2617.4	2.4%	348.05	450	3.51	445.60	Hdpe		0.60	
9	22	93.98	2620.05	2617.9	2.3%	219.56	450	3.11	275.35	Hdpe	6.84	0.50	7.34
10	23	440.02	2701.55	2695.55	1.4%	407.27	450	2.56	707.56	Concreto 210 kg/cm2	3.75	2.86	6.61
11	24	537.69	2700.55	2692.55	1.5%	973.53	450	2.83	921.04	Concreto 210 kg/cm2	4.63	3.17	7.80
12	25	214.01	2662.55	2653.55	4.2%	102.09	450	3.28	134.90	Hdpe	3.84	1.09	7.03
	26	242.09	2653	2645.05	3.3%	295.75	450	3.92	387.98	Hdpe		1.03	
	27	101.38	2644.5	2641	3.5%	469.50	500	4.34	611.74	Hdpe		0.39	
	28	150.05	2640.87	2638.22	1.8%	622.52	630	3.65	812.00	Hdpe		0.69	
13	29	243.24	2649.05	2635.55	5.6%	77.51	450	3.36	102.34	Hdpe	3.74	1.21	6.67
	30	201.82	2635	2626.55	4.2%	166.14	450	3.83	220.20	Hdpe		0.88	
	31	84.88	2626	2618.55	8.8%	276.56	450	5.44	360.95	Hdpe		0.26	
	32	59.46	2618.37	2618.17	0.3%	319.06	630	1.68	414.42	Hdpe		0.59	

Colectores	Tramos	Longitud (m)	Cota mayor (msnm)	Cota menor (msnm)	Pendiente (%)	Caudal racional (lps)	Diámetro (mm)	Velocidad máxima (m/s)	Caudal diseño (lps)	Tipo de tubería	Tiempo en la cuenca	Tiempo en el colector	Tiempo de escorrentía (min)
14	33	184.42	2626	2615.55	5.7%	171.77	450	4.12	224.69	Hdpe	9.62	0.75	10.41
	34	8.71	2615.55	2615.4	1.7%	244.28	450	2.82	313.97	Hdpe		0.05	
15	35	79.87	2621.4	2621.25	0.2%	56.29	450	0.92	74.75	Hdpe	3.67	1.45	6.46
	36	72.00	2621.25	2620.65	0.8%	56.29	450	1.52	74.57	Hdpe		0.79	
	37	57.54	2620.9	2620.65	0.4%	23.21	450	0.95	30.33	Hdpe		1.01	
	38	114.90	2620.65	2615.4	4.6%	130.59	450	3.48	166.86	Hdpe		0.55	
16	39	128.67	2618.22	2618.07	0.1%	155.95	630	0.98	207.78	Hdpe	7.32	2.19	9.51
													13.35

n de Manning	Hdpe	0.012
	Concreto	0.015
	Natural	0.75

- Dibujar todos los elementos del sistema: el pluviógrafo, las subcuencas, los nudos, los aforos y los conductos.



- Ingresar los parámetros a cada elemento.

Rain Gage LLUVIA10AÑOS

Property	Value
Name	LLUVIA10AÑOS
X-Coordinate	990.440
Y-Coordinate	3245.560
Description	
Tag	
Rain Format	INTENSITY
Time Interval	2:00
Snow Catch Factor	1.0
Data Source	TIMESERIES
TIME SERIES:	
- Series Name	10AÑOS
DATA FILE:	
- File Name	
- Station ID	
- Rain Units	MM

Subcatchment A2

Property	Value
Name	A2
X-Coordinate	983.600
Y-Coordinate	3495.424
Description	
Tag	
Rain Gage	LLUVIA10AÑOS
Outlet	N7
Area	10.94
Width	155.5
% Slope	21.39
% Imperv	0
N-Imperv	0.016
N-Perv	0.16
Dstore-Imperv	1.25
Dstore-Perv	5
%Zero-Imperv	100
Subarea Routing	OUTLET
Percent Routed	100
Infiltration Data	CURVE_NUMBER
Groundwater	NO
Snow Pack	
LID Controls	0
Land Uses	
Initial Buildup	NONE
Curb Length	0
N-Perv Pattern	
Dstore Pattern	
Infil. Pattern	

Junction N1

Property	Value
Name	N1
X-Coordinate	1431.224
Y-Coordinate	3300.624
Description	
Tag	
Inflows	NO
Treatment	NO
Invert EL	2710.05
Max. Depth	0
Initial Depth	0
Surcharge Depth	0
Ponded Area	0

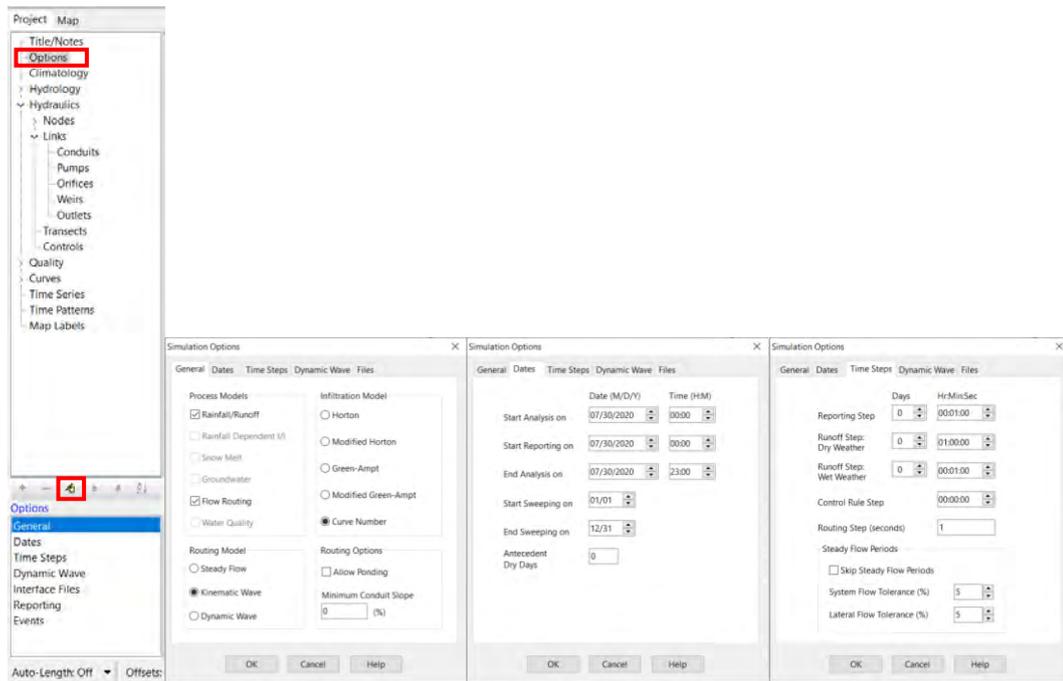
Outfall D1

Property	Value
Name	D1
X-Coordinate	1472.671
Y-Coordinate	4544.025
Description	
Tag	
Inflows	NO
Treatment	NO
Invert EL	2694.55
Tide Gate	NO
Route To	FREE
Type	FREE
Fixed Outfall	
- Fixed Stage	0
Tidal Outfall	
- Curve Name	*
Time Series Outfall	
- Series Name	*

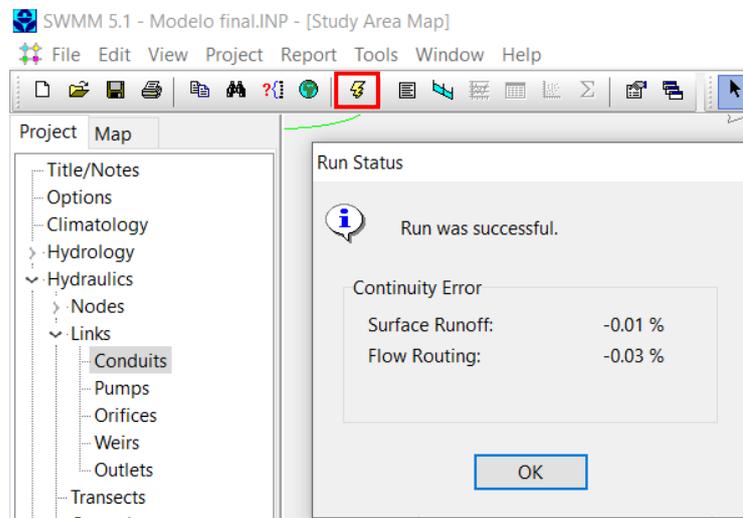
Conduit L1

Property	Value
Name	L1
Inlet Node	N1
Outlet Node	N2
Description	
Tag	
Shape	RECT_OPEN
Max. Depth	0.45
Length	345.22
Roughness	0.015
Inlet Offset	*
Outlet Offset	*
Initial Flow	0
Maximum Flow	0
Entry Loss Coeff.	0
Exit Loss Coeff.	0
Avg. Loss Coeff.	0
Seepage Loss Rate	0
Flap Gate	NO
Culvert Code	

6. Configurar la simulación para un modelo de onda cinemática e infiltración por método del Número de Curva.



7. Simular. El error de continuidad tiene que ser $\pm 10\%$.



- Observar todos los resultados del reporte de la simulación y de las tablas de resultados. Dependiendo de estos, volver a iterar hasta obtener valores que cumplan con el diseño requerido.

The image shows two windows from the EPA Storm Water Management Model (SWMM) 5.1 software. The top window is the 'Status Report' window, which displays simulation parameters and counts. The bottom window is the 'Summary Results' window, which displays a table of runoff data for various subcatchments.

Status Report

```

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.014)
-----
Sistema de drenaje pluvial urbano - Ciudad de Ocuzeo

*****
Element Count
*****
Number of rain gages ..... 1
Number of subcatchments ... 41
Number of nodes ..... 55
Number of links ..... 39
Number of pollutants ..... 0
Number of land uses ..... 0

*****
Raingage Summary
*****
Name           Data Source      Data      Recording
                Type              Type      Interval
-----
LUVIA10AÑOS    10AÑOS           INTENSITY 120 min.

*****
Subcatchment Summary
*****
Name           Area   Width  %Imperv  %slope Rain Gage  Outlet
-----

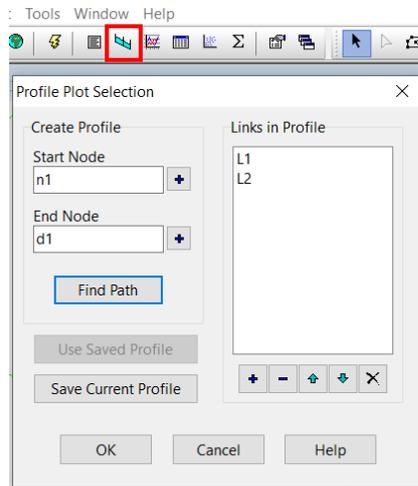
```

Summary Results

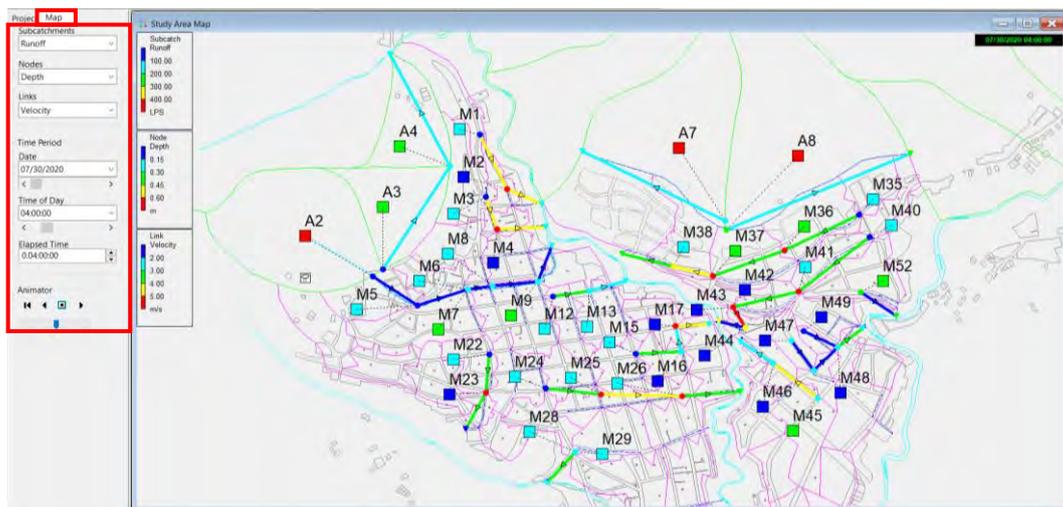
Topic: Subcatchment Runoff

	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Imperv Runoff mm	Perv Runoff mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10 ⁶ ltr	Peak Runoff LPS	Runoff Coeff	
A2	0.00	0.00	35.68	0.00	20.14	20.14	2.20	540.26	0.353	
A3	57.06	0.00	0.00	33.26	0.57	22.01	22.59	1.10	288.98	0.396
A4	57.06	0.00	0.00	29.44	1.71	24.71	26.42	1.08	261.09	0.463
A7	57.06	0.00	0.00	32.32	1.71	21.81	23.52	2.82	702.49	0.412
A8	57.06	0.00	0.00	34.54	0.00	21.30	21.30	3.65	922.60	0.373
M1	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.58	51.41	1.18	180.29	0.901
M2	57.06	0.00	0.00	6.61	45.84	2.34	48.17	0.40	62.66	0.844
M3	57.06	0.00	0.00	2.14	45.82	5.48	51.30	1.29	197.44	0.899
M4	57.06	0.00	0.00	2.14	45.84	5.70	51.54	0.37	55.93	0.903
M5	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.60	51.43	1.16	177.16	0.901
M6	57.06	0.00	0.00	2.14	45.84	5.64	51.48	0.73	111.04	0.902
M7	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.53	51.36	1.79	273.91	0.900
M8	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.58	51.42	1.17	179.51	0.901
M9	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.62	51.45	1.67	255.13	0.902
M12	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.60	51.44	0.66	100.79	0.901
M13	57.06	0.00	0.00	2.14	45.83	5.58	51.42	1.02	155.89	0.901

9. Obtener los perfiles de los colectores de la simulación del sistema de drenaje.



10. Visualizar de manera interactiva la evolución a través del tiempo de las características más importantes del sistema de drenaje.



Anexo 31: Informe de estado SWMM
 EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.012)

 Sistema de drenaje pluvial urbano - Ciudad de Otuzco

Element Count

Number of rain gages 1
 Number of subcatchments ... 41
 Number of nodes 55
 Number of links 39
 Number of pollutants 0
 Number of land uses 0

Raingage Summary

Name	Data Source	Data Type	Recording Interval
LLUVIA10AÑOS	10AÑOS	INTENSITY	120 min.

Subcatchment Summary

Name	Area	Width	%Imperv	%Slope	Rain Gage	Outlet
A2	10.94	155.50	0.00	21.3900	LLUVIA10AÑOS	N7
A3	4.86	141.86	1.00	32.2500	LLUVIA10AÑOS	N1
A4	4.07	117.28	3.00	32.7000	LLUVIA10AÑOS	N2

A7	12.01	201.13	3.00	43.9400	LLUVIA10AÑOS	N23
A8	17.15	235.00	0.00	38.6500	LLUVIA10AÑOS	N24
M1	2.29	62.48	84.00	10.3800	LLUVIA10AÑOS	N3
M2	0.83	36.46	84.00	8.9900	LLUVIA10AÑOS	N4
M3	2.51	42.09	84.00	7.8100	LLUVIA10AÑOS	N5
M4	0.71	51.45	84.00	20.3000	LLUVIA10AÑOS	N6
M5	2.25	60.24	84.00	13.9100	LLUVIA10AÑOS	N8
M6	1.41	55.18	84.00	16.4800	LLUVIA10AÑOS	N9
M7	3.48	68.30	84.00	10.8900	LLUVIA10AÑOS	N9
M8	2.28	58.52	84.00	12.8100	LLUVIA10AÑOS	N10
M9	3.24	110.55	84.00	12.2700	LLUVIA10AÑOS	N11
M12	1.28	64.76	84.00	4.5400	LLUVIA10AÑOS	N12
M13	1.98	77.58	84.00	5.5000	LLUVIA10AÑOS	N13
M15	1.58	62.33	84.00	5.7200	LLUVIA10AÑOS	N14
M16	1.25	64.63	84.00	4.1300	LLUVIA10AÑOS	N15
M17	0.94	70.78	84.00	9.3900	LLUVIA10AÑOS	N16
M22	1.57	58.34	84.00	12.2900	LLUVIA10AÑOS	N17
M23	0.55	35.00	84.00	12.1000	LLUVIA10AÑOS	N18
M24	2.03	79.29	84.00	11.6900	LLUVIA10AÑOS	N19
M25	1.46	69.87	84.00	5.5100	LLUVIA10AÑOS	N20
M26	2.26	58.71	84.00	6.7500	LLUVIA10AÑOS	N21
M28	1.38	51.43	84.00	17.1000	LLUVIA10AÑOS	N22
M29	2.25	69.98	84.00	6.3900	LLUVIA10AÑOS	N22
M35	1.69	60.34	84.00	11.8000	LLUVIA10AÑOS	N25
M36	3.20	88.36	84.00	13.2500	LLUVIA10AÑOS	N26
M37	2.87	81.34	84.00	16.4200	LLUVIA10AÑOS	N27
M38	2.53	57.50	84.00	14.7700	LLUVIA10AÑOS	N28
M40	1.28	41.63	84.00	14.9400	LLUVIA10AÑOS	N29
M41	1.47	59.83	84.00	1102.0000	LLUVIA10AÑOS	N30
M42	1.12	49.47	84.00	10.1600	LLUVIA10AÑOS	N31
M43	0.71	27.78	84.00	7.4700	LLUVIA10AÑOS	N31
M44	0.70	47.62	84.00	10.5000	LLUVIA10AÑOS	N32
M45	2.84	76.20	84.00	3.4900	LLUVIA10AÑOS	N33
M46	1.20	56.66	84.00	5.4400	LLUVIA10AÑOS	N34
M47	0.93	48.81	84.00	6.5600	LLUVIA10AÑOS	N35

M48	0.84	37.85	84.00	4.7000	LLUVIA10AÑOS	N38
M49	0.38	33.67	84.00	2.6300	LLUVIA10AÑOS	N37
M52	2.58	64.69	84.00	7.7800	LLUVIA10AÑOS	N39

Node Summary

Name	Type	Invert Elev.	Max. Depth	Ponded Area	External Inflow
N1	JUNCTION	2710.05	0.45	0.0	
N2	JUNCTION	2700.55	0.45	0.0	
N3	JUNCTION	2663.00	2.00	0.0	
N4	JUNCTION	2643.00	2.00	0.0	
N5	JUNCTION	2661.50	2.00	0.0	
N6	JUNCTION	2641.00	2.00	0.0	
N7	JUNCTION	2710.50	1.00	0.0	
N8	JUNCTION	2695.50	1.00	0.0	
N9	JUNCTION	2669.50	1.00	0.0	
N10	JUNCTION	2658.50	1.00	0.0	
N11	JUNCTION	2644.50	1.00	0.0	
N12	JUNCTION	2641.50	2.00	0.0	
N13	JUNCTION	2631.05	1.45	0.0	
N14	JUNCTION	2630.55	1.45	0.0	
N15	JUNCTION	2624.05	1.45	0.0	
N16	JUNCTION	2622.50	2.00	0.0	
N17	JUNCTION	2677.00	2.00	0.0	
N18	JUNCTION	2668.50	2.00	0.0	
N19	JUNCTION	2651.05	1.45	0.0	
N20	JUNCTION	2644.00	2.00	0.0	
N21	JUNCTION	2620.50	2.00	0.0	
N22	JUNCTION	2620.05	1.45	0.0	
N23	JUNCTION	2701.55	0.45	0.0	
N24	JUNCTION	2700.55	0.45	0.0	

N25	JUNCTION	2662.55	1.45	0.0
N26	JUNCTION	2653.00	2.00	0.0
N27	JUNCTION	2644.50	2.00	0.0
N28	JUNCTION	2640.87	1.63	0.0
N29	JUNCTION	2649.05	1.45	0.0
N30	JUNCTION	2635.00	2.00	0.0
N31	JUNCTION	2626.00	2.00	0.0
N32	JUNCTION	2618.37	1.63	0.0
N33	JUNCTION	2626.00	2.00	0.0
N34	JUNCTION	2615.55	1.45	0.0
N35	JUNCTION	2621.40	0.60	0.0
N36	JUNCTION	2621.25	5.25	0.0
N37	JUNCTION	2620.90	0.60	0.0
N38	JUNCTION	2620.65	3.35	0.0
N39	JUNCTION	2618.22	0.78	0.0
D1	OUTFALL	2694.55	0.45	0.0
D2	OUTFALL	2637.40	0.45	0.0
D3	OUTFALL	2635.40	0.45	0.0
D4	OUTFALL	2637.00	1.00	0.0
D5	OUTFALL	2630.40	0.45	0.0
D6	OUTFALL	2617.40	0.45	0.0
D7	OUTFALL	2666.40	0.45	0.0
D8	OUTFALL	2617.40	0.45	0.0
D9	OUTFALL	2617.90	0.45	0.0
D10	OUTFALL	2695.55	0.45	0.0
D11	OUTFALL	2692.55	0.45	0.0
D12	OUTFALL	2638.22	0.63	0.0
D13	OUTFALL	2618.17	0.63	0.0
D14	OUTFALL	2615.40	0.45	0.0
D15	OUTFALL	2615.40	0.45	0.0
D16	OUTFALL	2618.07	0.63	0.0

Link Summary

Name	From Node	To Node	Type	Length	%Slope	Roughness
L1	N1	N2	CONDUIT	345.2	2.7529	0.0150
L2	N2	D1	CONDUIT	364.7	1.6455	0.0150
L3	N3	N4	CONDUIT	218.0	8.9594	0.0120
L4	N4	D2	CONDUIT	74.8	7.5087	0.0120
L5	N5	N6	CONDUIT	181.3	11.0736	0.0120
L6	N6	D3	CONDUIT	62.3	9.0238	0.0120
L7	N7	N8	CONDUIT	146.4	10.3008	0.0750
L8	N8	N9	CONDUIT	135.6	19.5410	0.0750
L9	N9	N10	CONDUIT	64.3	17.3605	0.0750
L10	N10	N11	CONDUIT	126.5	11.1338	0.0750
L11	N11	D4	CONDUIT	120.6	6.2320	0.0750
L12	N12	N13	CONDUIT	116.7	8.9884	0.0120
L13	N13	D5	CONDUIT	39.8	1.6334	0.0120
L14	N14	N15	CONDUIT	123.8	5.2589	0.0120
L15	N15	N16	CONDUIT	61.4	1.6291	0.0120
L16	N16	D6	CONDUIT	105.8	4.8265	0.0120
L17	N17	N18	CONDUIT	101.2	7.8817	0.0120
L18	N18	D7	CONDUIT	32.8	6.4136	0.0120
L19	N19	N20	CONDUIT	134.1	4.8525	0.0120
L20	N20	N21	CONDUIT	301.3	7.6405	0.0120
L21	N21	D8	CONDUIT	127.4	2.4344	0.0120
L22	N22	D9	CONDUIT	94.0	2.2883	0.0120
L23	N23	D10	CONDUIT	440.0	1.3637	0.0150
L24	N24	D11	CONDUIT	537.7	1.4880	0.0150
L25	N25	N26	CONDUIT	214.0	4.2091	0.0120
L26	N26	N27	CONDUIT	242.1	3.2857	0.0120
L27	N27	N28	CONDUIT	101.4	3.4544	0.0120
L28	N28	D12	CONDUIT	150.1	1.7664	0.0120
L29	N29	N30	CONDUIT	243.2	5.5586	0.0120
L30	N30	N31	CONDUIT	201.8	4.1906	0.0120
L31	N31	N32	CONDUIT	84.9	8.8111	0.0120
L32	N32	D13	CONDUIT	59.5	0.3364	0.0120

L33	N33	N34	CONDUIT	184.4	5.6755	0.0120
L34	N34	D14	CONDUIT	8.7	1.7224	0.0120
L35	N35	N36	CONDUIT	79.9	0.1878	0.0120
L36	N36	N38	CONDUIT	72.0	0.8334	0.0120
L37	N37	N38	CONDUIT	57.5	0.4345	0.0120
L38	N38	D15	CONDUIT	114.9	4.5740	0.0120
L39	N39	D16	CONDUIT	128.7	0.1166	0.0120

Cross Section Summary

Conduit	Shape	Full Depth	Full Area	Hyd. Rad.	Max. Width	No. of Barrels	Full Flow
L1	RECT_OPEN	0.45	0.45	0.24	1.00	1	1905.53
L2	RECT_OPEN	0.45	0.45	0.24	1.00	1	1473.25
L3	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	924.56
L4	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	846.40
L5	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	1027.87
L6	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	927.88
L7	TRAPEZOIDAL	1.00	5.00	0.73	6.00	1	17383.49
L8	TRAPEZOIDAL	1.00	5.00	0.73	6.00	1	23942.79
L9	TRAPEZOIDAL	1.00	5.00	0.73	6.00	1	22567.43
L10	TRAPEZOIDAL	1.00	5.00	0.73	6.00	1	18072.70
L11	TRAPEZOIDAL	1.00	5.00	0.73	6.00	1	13521.19
L12	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	926.05
L13	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	394.77
L14	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	708.34
L15	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	394.25
L16	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	678.59
L17	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	867.17
L18	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	782.25
L19	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	680.42
L20	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	853.80

L21	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	481.94
L22	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	467.25
L23	RECT_OPEN	0.45	0.45	0.24	1.00	1	1341.16
L24	RECT_OPEN	0.45	0.45	0.24	1.00	1	1400.95
L25	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	633.71
L26	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	559.90
L27	CIRCULAR	0.50	0.20	0.12	0.50	1	760.33
L28	CIRCULAR	0.63	0.31	0.16	0.63	1	1006.95
L29	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	728.25
L30	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	632.31
L31	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	916.87
L32	CIRCULAR	0.63	0.31	0.16	0.63	1	439.41
L33	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	735.86
L34	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	405.38
L35	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	133.86
L36	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	281.98
L37	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	203.60
L38	CIRCULAR	0.45	0.16	0.11	0.45	1	660.60
L39	CIRCULAR	0.63	0.31	0.16	0.63	1	258.69

NOTE: The summary statistics displayed in this report are
based on results found at every computational time step,
not just on results from each reporting time step.

Analysis Options

Flow Units LPS

Process Models:

Rainfall/Runoff YES

RDII NO

Snowmelt NO
 Groundwater NO
 Flow Routing YES
 Ponding Allowed NO
 Water Quality NO
 Infiltration Method CURVE_NUMBER
 Flow Routing Method KINWAVE
 Starting Date 07/30/2020 00:00:00
 Ending Date 07/30/2020 23:00:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:01:00
 Wet Time Step 00:01:00
 Dry Time Step 01:00:00
 Routing Time Step 1.00 sec

 Control Actions Taken

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	6.328	57.060
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	1.832	16.515
Surface Runoff	4.233	38.165
Final Storage	0.264	2.385
Continuity Error (%)	-0.009	

*****	Volume	Volume
Flow Routing Continuity	hectare-m	10^6 ltr
*****	-----	-----

Dry Weather Inflow	0.000	0.000
Wet Weather Inflow	4.233	42.326
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	4.234	42.337
Flooding Loss	0.000	0.000
Evaporation Loss	0.000	0.000
Exfiltration Loss	0.000	0.000
Initial Stored Volume	0.000	0.000
Final Stored Volume	0.000	0.000
Continuity Error (%)	-0.027	

Highest Flow Instability Indexes

All links are stable.

Routing Time Step Summary

Minimum Time Step	:	1.00 sec
Average Time Step	:	1.00 sec
Maximum Time Step	:	1.00 sec
Percent in Steady State	:	0.00
Average Iterations per Step	:	1.00
Percent Not Converging	:	0.00

Subcatchment Runoff Summary

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff 10 ⁶ ltr	Peak Runoff LPS	Runoff Coeff
A2	57.06	0.00	0.00	35.68	20.14	2.20	540.26	0.353
A3	57.06	0.00	0.00	33.26	22.59	1.10	288.98	0.396
A4	57.06	0.00	0.00	29.44	26.42	1.08	261.09	0.463
A7	57.06	0.00	0.00	32.32	23.52	2.82	702.49	0.412
A8	57.06	0.00	0.00	34.54	21.30	3.65	922.60	0.373
M1	57.06	0.00	0.00	2.14	51.41	1.18	180.29	0.901
M2	57.06	0.00	0.00	6.61	48.17	0.40	62.66	0.844
M3	57.06	0.00	0.00	2.14	51.30	1.29	197.44	0.899
M4	57.06	0.00	0.00	2.14	51.54	0.37	55.93	0.903
M5	57.06	0.00	0.00	2.14	51.43	1.16	177.16	0.901
M6	57.06	0.00	0.00	2.14	51.48	0.73	111.04	0.902
M7	57.06	0.00	0.00	2.14	51.36	1.79	273.91	0.900
M8	57.06	0.00	0.00	2.14	51.42	1.17	179.51	0.901
M9	57.06	0.00	0.00	2.14	51.45	1.67	255.13	0.902
M12	57.06	0.00	0.00	2.14	51.44	0.66	100.79	0.901
M13	57.06	0.00	0.00	2.14	51.42	1.02	155.89	0.901
M15	57.06	0.00	0.00	2.14	51.42	0.81	124.40	0.901
M16	57.06	0.00	0.00	2.14	51.43	0.64	98.42	0.901
M17	57.06	0.00	0.00	6.48	48.29	0.45	71.04	0.846
M22	57.06	0.00	0.00	2.14	51.46	0.81	123.63	0.902
M23	57.06	0.00	0.00	2.14	51.51	0.28	43.32	0.903
M24	57.06	0.00	0.00	2.14	51.46	1.04	159.86	0.902
M25	57.06	0.00	0.00	2.14	51.44	0.75	114.96	0.902
M26	57.06	0.00	0.00	6.78	47.98	1.08	170.03	0.841
M28	57.06	0.00	0.00	6.57	48.21	0.67	104.23	0.845
M29	57.06	0.00	0.00	6.74	48.03	1.08	169.48	0.842
M35	57.06	0.00	0.00	2.14	51.45	0.87	133.08	0.902
M36	57.06	0.00	0.00	2.14	51.43	1.65	251.96	0.901
M37	57.06	0.00	0.00	2.14	51.45	1.48	225.99	0.902
M38	57.06	0.00	0.00	2.14	51.41	1.30	199.19	0.901

M40	57.06	0.00	0.00	2.14	51.46	0.66	100.80	0.902
M41	57.06	0.00	0.00	2.14	51.62	0.76	115.81	0.905
M42	57.06	0.00	0.00	2.14	51.47	0.58	88.20	0.902
M43	57.06	0.00	0.00	2.14	51.44	0.37	55.91	0.901
M44	57.06	0.00	0.00	6.50	48.28	0.34	52.90	0.846
M45	57.06	0.00	0.00	2.14	51.31	1.46	223.44	0.899
M46	57.06	0.00	0.00	6.65	48.13	0.58	90.55	0.843
M47	57.06	0.00	0.00	2.14	51.46	0.48	73.24	0.902
M48	57.06	0.00	0.00	6.67	48.10	0.40	63.35	0.843
M49	57.06	0.00	0.00	2.14	51.47	0.20	29.93	0.902
M52	57.06	0.00	0.00	2.14	51.38	1.33	203.09	0.900

Node Depth Summary

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min	Reported Max Depth Meters
N1	JUNCTION	0.01	0.12	2710.17	0 04:00	0.12
N2	JUNCTION	0.01	0.22	2700.77	0 04:00	0.22
N3	JUNCTION	0.01	0.13	2663.13	0 04:00	0.13
N4	JUNCTION	0.56	0.69	2643.69	0 04:00	0.68
N5	JUNCTION	0.02	0.13	2661.63	0 04:00	0.13
N6	JUNCTION	0.57	0.68	2641.68	0 04:00	0.68
N7	JUNCTION	0.01	0.13	2710.63	0 04:00	0.13
N8	JUNCTION	0.01	0.13	2695.63	0 04:00	0.13
N9	JUNCTION	0.01	0.16	2669.66	0 04:00	0.16
N10	JUNCTION	0.02	0.21	2658.71	0 04:00	0.21
N11	JUNCTION	0.02	0.27	2644.77	0 04:00	0.27
N12	JUNCTION	0.01	0.10	2641.60	0 04:00	0.10
N13	JUNCTION	0.03	0.26	2631.31	0 04:00	0.26

N14	JUNCTION	0.01	0.13	2630.68	0	04:00	0.13
N15	JUNCTION	0.02	0.24	2624.29	0	04:00	0.24
N16	JUNCTION	0.57	0.79	2623.29	0	04:00	0.79
N17	JUNCTION	0.01	0.11	2677.11	0	04:00	0.11
N18	JUNCTION	0.56	0.67	2669.17	0	04:00	0.66
N19	JUNCTION	0.01	0.15	2651.20	0	04:00	0.15
N20	JUNCTION	0.56	0.70	2644.70	0	04:00	0.70
N21	JUNCTION	0.57	0.73	2621.23	0	04:00	0.73
N22	JUNCTION	0.02	0.25	2620.30	0	04:00	0.25
N23	JUNCTION	0.02	0.28	2701.83	0	04:00	0.28
N24	JUNCTION	0.02	0.33	2700.88	0	04:00	0.33
N25	JUNCTION	0.01	0.14	2662.69	0	04:00	0.14
N26	JUNCTION	0.56	0.69	2653.69	0	04:00	0.69
N27	JUNCTION	0.58	0.83	2645.33	0	04:00	0.82
N28	JUNCTION	0.16	0.47	2641.34	0	04:00	0.47
N29	JUNCTION	0.01	0.11	2649.16	0	04:00	0.11
N30	JUNCTION	0.56	0.66	2635.66	0	04:00	0.66
N31	JUNCTION	0.57	0.73	2626.73	0	04:00	0.73
N32	JUNCTION	0.21	0.49	2618.86	0	04:00	0.49
N33	JUNCTION	0.02	0.17	2626.17	0	04:00	0.17
N34	JUNCTION	0.03	0.30	2615.85	0	04:00	0.30
N35	JUNCTION	0.02	0.24	2621.64	0	04:00	0.24
N36	JUNCTION	0.02	0.24	2621.49	0	04:00	0.24
N37	JUNCTION	0.01	0.12	2621.02	0	04:00	0.12
N38	JUNCTION	0.02	0.16	2620.81	0	04:00	0.16
N39	JUNCTION	0.04	0.42	2618.64	0	04:00	0.42
D1	OUTFALL	0.01	0.22	2694.77	0	04:00	0.22
D2	OUTFALL	0.02	0.17	2637.57	0	04:00	0.17
D3	OUTFALL	0.02	0.16	2635.56	0	04:00	0.16
D4	OUTFALL	0.03	0.27	2637.27	0	04:00	0.27
D5	OUTFALL	0.03	0.26	2630.66	0	04:00	0.26
D6	OUTFALL	0.02	0.21	2617.61	0	04:00	0.21
D7	OUTFALL	0.01	0.14	2666.54	0	04:00	0.14
D8	OUTFALL	0.03	0.34	2617.74	0	04:00	0.34
D9	OUTFALL	0.02	0.25	2618.15	0	04:00	0.25

D10	OUTFALL	0.02	0.28	2695.83	0	04:00	0.28
D11	OUTFALL	0.02	0.33	2692.88	0	04:00	0.33
D12	OUTFALL	0.04	0.43	2638.65	0	04:00	0.43
D13	OUTFALL	0.05	0.49	2618.66	0	04:00	0.49
D14	OUTFALL	0.03	0.30	2615.70	0	04:00	0.30
D15	OUTFALL	0.02	0.15	2615.55	0	04:00	0.15
D16	OUTFALL	0.04	0.43	2618.50	0	04:00	0.42

Node Inflow Summary

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Lateral Inflow Volume 10^6 ltr	Total Inflow Volume 10^6 ltr	Flow Balance Error Percent
N1	JUNCTION	288.98	288.98	0 04:00	1.1	1.1	0.000
N2	JUNCTION	261.09	547.67	0 04:00	1.08	2.17	0.000
N3	JUNCTION	180.29	180.29	0 04:00	1.18	1.18	0.000
N4	JUNCTION	62.66	243.09	0 04:00	0.4	1.58	0.000
N5	JUNCTION	197.44	197.44	0 04:00	1.29	1.29	0.000
N6	JUNCTION	55.93	253.36	0 04:00	0.366	1.65	0.000
N7	JUNCTION	540.26	540.26	0 04:00	2.2	2.2	0.000
N8	JUNCTION	177.16	709.58	0 04:00	1.16	3.36	0.000
N9	JUNCTION	384.95	1089.04	0 04:00	2.51	5.88	0.000
N10	JUNCTION	179.51	1266.36	0 04:00	1.17	7.05	-0.000
N11	JUNCTION	255.13	1516.13	0 04:00	1.67	8.72	0.000
N12	JUNCTION	100.79	100.79	0 04:00	0.658	0.658	0.000
N13	JUNCTION	155.89	256.68	0 04:00	1.02	1.68	0.000
N14	JUNCTION	124.40	124.40	0 04:00	0.812	0.812	0.000
N15	JUNCTION	98.42	222.82	0 04:00	0.643	1.46	0.000
N16	JUNCTION	71.04	293.86	0 04:00	0.454	1.91	0.000

N17	JUNCTION	123.63	123.63	0	04:00	0.808	0.808	0.000
N18	JUNCTION	43.32	167.00	0	04:00	0.283	1.09	0.000
N19	JUNCTION	159.86	159.86	0	04:00	1.04	1.04	0.000
N20	JUNCTION	114.96	274.82	0	04:00	0.751	1.8	0.000
N21	JUNCTION	170.03	444.83	0	04:00	1.08	2.88	-0.000
N22	JUNCTION	273.71	273.71	0	04:00	1.75	1.75	0.000
N23	JUNCTION	702.49	702.49	0	04:00	2.82	2.82	0.000
N24	JUNCTION	922.60	922.60	0	04:00	3.65	3.65	0.000
N25	JUNCTION	133.08	133.08	0	04:00	0.87	0.87	0.000
N26	JUNCTION	251.96	385.03	0	04:00	1.65	2.52	0.000
N27	JUNCTION	225.99	610.99	0	04:00	1.48	3.99	0.000
N28	JUNCTION	199.19	810.16	0	04:00	1.3	5.29	0.000
N29	JUNCTION	100.80	100.80	0	04:00	0.659	0.659	0.000
N30	JUNCTION	115.81	216.60	0	04:00	0.759	1.42	0.000
N31	JUNCTION	144.11	360.80	0	04:00	0.942	2.36	0.000
N32	JUNCTION	52.90	413.59	0	04:00	0.338	2.7	0.000
N33	JUNCTION	223.44	223.44	0	04:00	1.46	1.46	0.000
N34	JUNCTION	90.55	313.97	0	04:00	0.578	2.03	0.000
N35	JUNCTION	73.24	73.24	0	04:00	0.479	0.479	0.000
N36	JUNCTION	0.00	74.75	0	04:00	0	0.478	0.000
N37	JUNCTION	29.93	29.93	0	04:00	0.196	0.196	0.000
N38	JUNCTION	63.35	166.50	0	04:00	0.404	1.08	0.000
N39	JUNCTION	203.09	203.09	0	04:00	1.33	1.33	0.000
D1	OUTFALL	0.00	549.38	0	04:00	0	2.18	0.000
D2	OUTFALL	0.00	243.17	0	04:00	0	1.58	0.000
D3	OUTFALL	0.00	253.46	0	04:00	0	1.65	0.000
D4	OUTFALL	0.00	1515.91	0	04:00	0	8.72	0.000
D5	OUTFALL	0.00	257.00	0	04:00	0	1.68	0.000
D6	OUTFALL	0.00	294.29	0	04:00	0	1.91	0.000
D7	OUTFALL	0.00	167.03	0	04:00	0	1.09	0.000
D8	OUTFALL	0.00	445.60	0	04:00	0	2.88	0.000
D9	OUTFALL	0.00	275.35	0	04:00	0	1.75	0.000
D10	OUTFALL	0.00	707.56	0	04:00	0	2.83	0.000
D11	OUTFALL	0.00	921.04	0	04:00	0	3.66	0.000
D12	OUTFALL	0.00	812.00	0	04:00	0	5.29	0.000

D13	OUTFALL	0.00	414.42	0	04:00	0	2.7	0.000
D14	OUTFALL	0.00	313.97	0	04:00	0	2.03	0.000
D15	OUTFALL	0.00	166.86	0	04:00	0	1.08	0.000
D16	OUTFALL	0.00	207.78	0	04:00	0	1.33	0.000

Node Flooding Summary

No nodes were flooded.

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow Freq Pcnt	Avg Flow LPS	Max Flow LPS	Total Volume 10^6 ltr
D1	23.92	109.84	549.38	2.176
D2	42.07	45.27	243.17	1.577
D3	55.66	35.87	253.46	1.654
D4	66.68	157.96	1515.91	8.722
D5	41.97	48.23	257.00	1.676
D6	41.56	55.48	294.29	1.909
D7	30.69	42.93	167.03	1.091
D8	53.12	65.44	445.60	2.879
D9	44.12	47.78	275.35	1.746
D10	23.27	146.81	707.56	2.829
D11	23.13	190.90	921.04	3.656
D12	61.56	103.72	812.00	5.288
D13	39.08	83.27	414.42	2.695

D14	58.30	42.15	313.97	2.035
D15	34.43	37.81	166.86	1.078
D16	46.70	34.29	207.78	1.326

System	42.89	1247.76	7515.86	42.337

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum Flow LPS	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum Veloc m/sec	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth

L1	CONDUIT	290.69	0 04:00	2.41	0.15	0.27
L2	CONDUIT	549.38	0 04:00	2.51	0.37	0.49
L3	CONDUIT	181.74	0 04:00	4.61	0.20	0.30
L4	CONDUIT	243.17	0 04:00	4.61	0.29	0.37
L5	CONDUIT	198.28	0 04:00	5.04	0.19	0.30
L6	CONDUIT	253.46	0 04:00	4.98	0.27	0.36
L7	CONDUIT	538.65	0 04:00	1.05	0.03	0.13
L8	CONDUIT	709.12	0 04:00	1.41	0.03	0.12
L9	CONDUIT	1089.45	0 04:00	1.60	0.05	0.16
L10	CONDUIT	1268.54	0 04:00	1.48	0.07	0.21
L11	CONDUIT	1515.91	0 04:00	1.31	0.11	0.27
L12	CONDUIT	101.34	0 04:00	3.88	0.11	0.22
L13	CONDUIT	257.00	0 04:00	2.66	0.65	0.59
L14	CONDUIT	125.19	0 04:00	3.41	0.18	0.28
L15	CONDUIT	223.19	0 04:00	2.58	0.57	0.54
L16	CONDUIT	294.29	0 04:00	4.15	0.43	0.46
L17	CONDUIT	124.30	0 04:00	3.92	0.14	0.26
L18	CONDUIT	167.03	0 04:00	3.92	0.21	0.31
L19	CONDUIT	161.12	0 04:00	3.57	0.24	0.33

L20	CONDUIT	277.03	0	04:00	4.95	0.32	0.39
L21	CONDUIT	445.60	0	04:00	3.51	0.92	0.76
L22	CONDUIT	275.35	0	04:00	3.11	0.59	0.55
L23	CONDUIT	707.56	0	04:00	2.56	0.53	0.62
L24	CONDUIT	921.04	0	04:00	2.83	0.66	0.73
L25	CONDUIT	134.90	0	04:00	3.28	0.21	0.31
L26	CONDUIT	387.98	0	04:00	3.92	0.69	0.61
L27	CONDUIT	611.74	0	04:00	4.34	0.80	0.68
L28	CONDUIT	812.00	0	04:00	3.65	0.81	0.68
L29	CONDUIT	102.34	0	04:00	3.36	0.14	0.25
L30	CONDUIT	220.20	0	04:00	3.83	0.35	0.40
L31	CONDUIT	360.95	0	04:00	5.44	0.39	0.44
L32	CONDUIT	414.42	0	04:00	1.68	0.94	0.77
L33	CONDUIT	224.69	0	04:00	4.12	0.31	0.38
L34	CONDUIT	313.97	0	04:00	2.82	0.77	0.66
L35	CONDUIT	74.75	0	04:00	0.92	0.56	0.53
L36	CONDUIT	74.57	0	04:00	1.52	0.26	0.35
L37	CONDUIT	30.33	0	04:00	0.95	0.15	0.26
L38	CONDUIT	166.86	0	04:00	3.48	0.25	0.34
L39	CONDUIT	207.78	0	04:00	0.98	0.80	0.67

 Conduit Surcharge Summary

No conduits were surcharged.

Analysis begun on: Fri Oct 09 17:48:49 2020
 Analysis ended on: Fri Oct 09 17:48:58 2020
 Total elapsed time: 00:00:09

Anexo 32: Gráficos de perfiles longitudinales

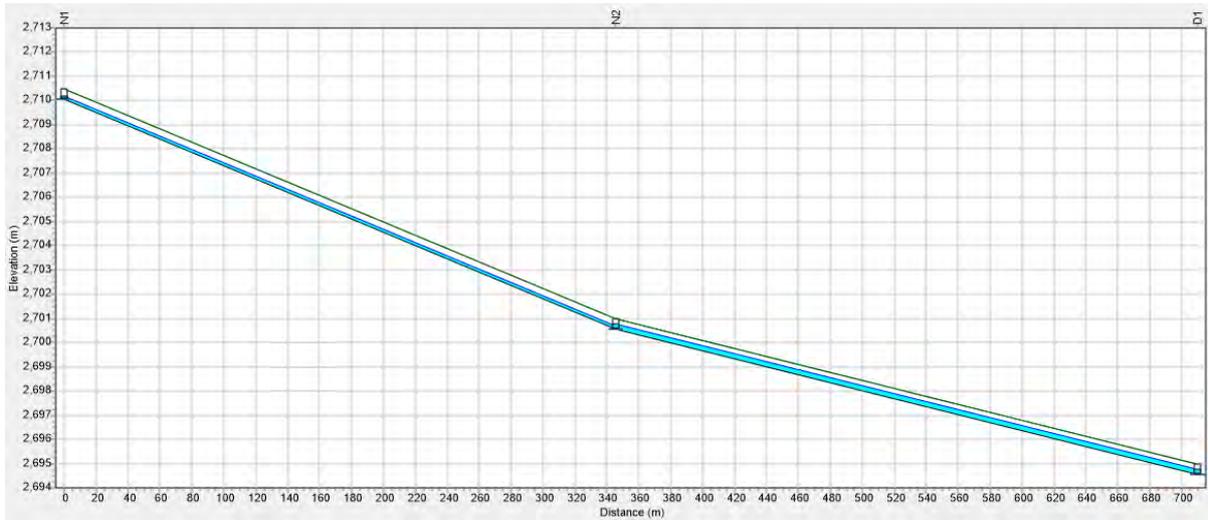


Ilustración 1. Colector 1 - canal abierto

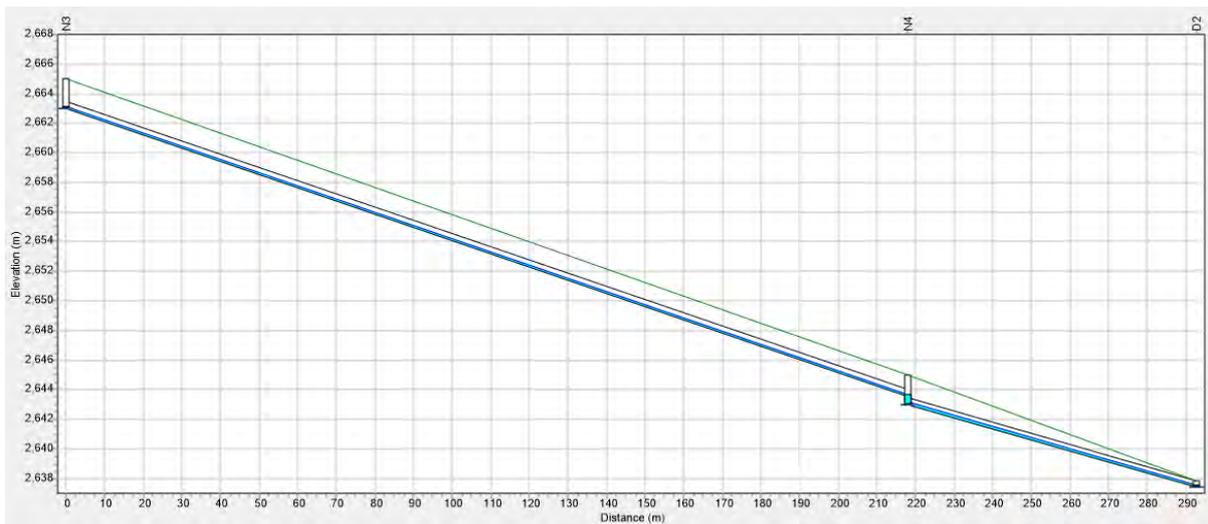


Ilustración 2. Colector 2

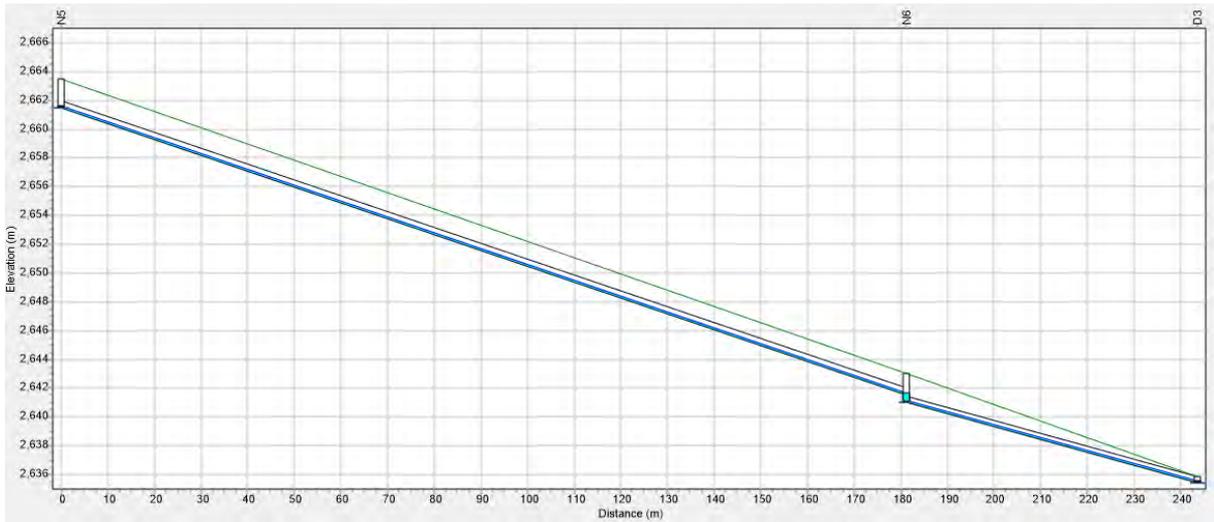


Ilustración 3. Colector 3

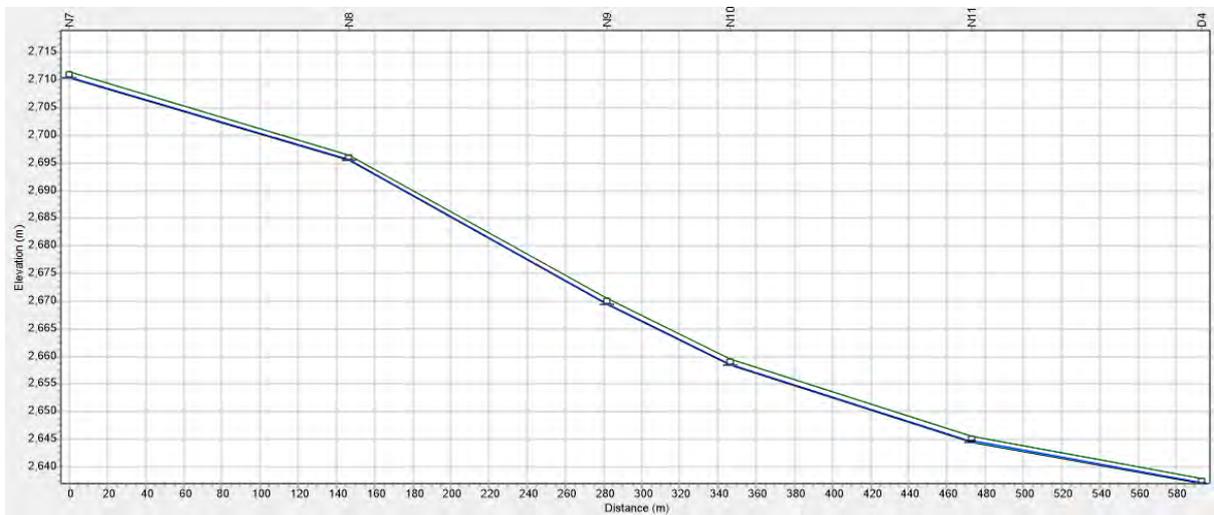


Ilustración 4. Colector 4 - quebrada

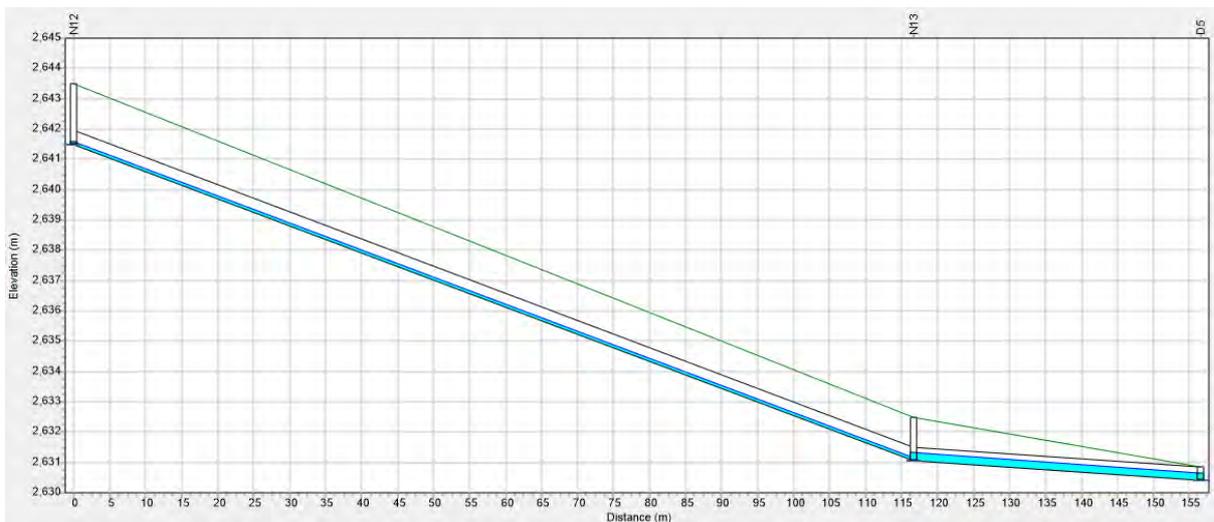


Ilustración 5. Colector 5

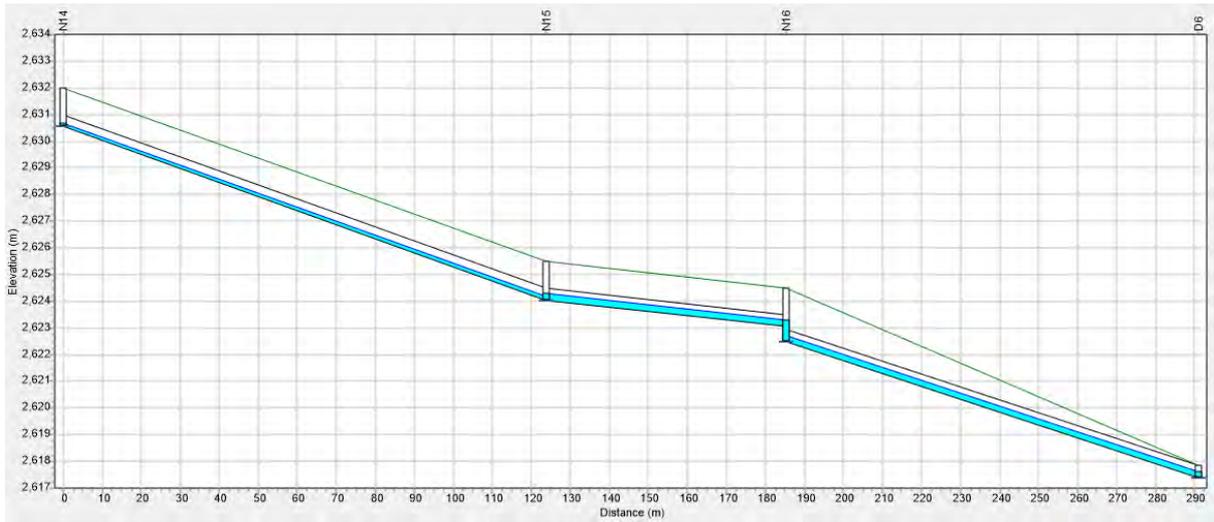


Ilustración 6. Colector 6

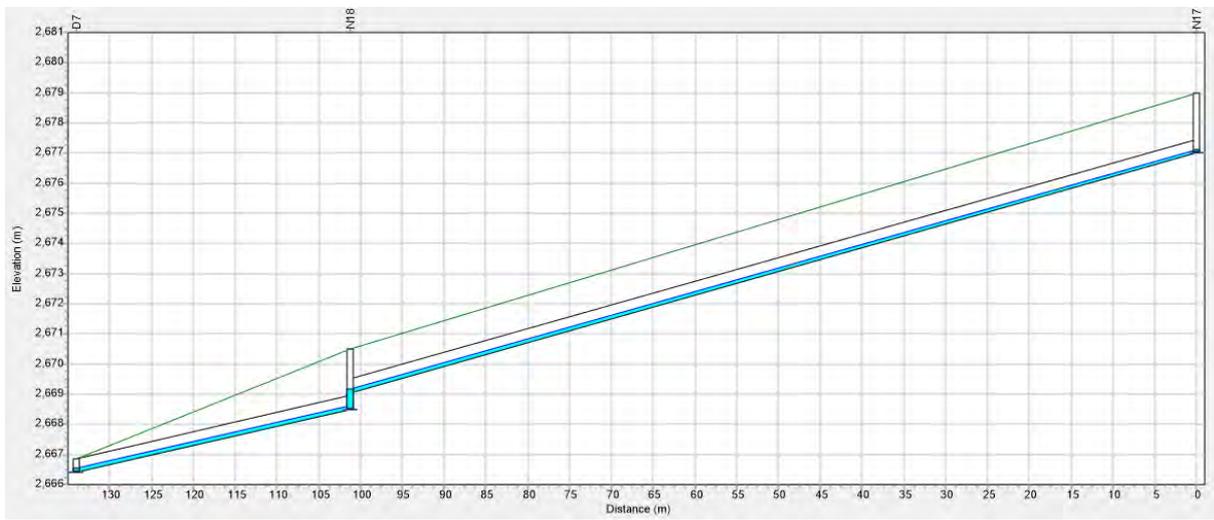


Ilustración 7. Colector 7

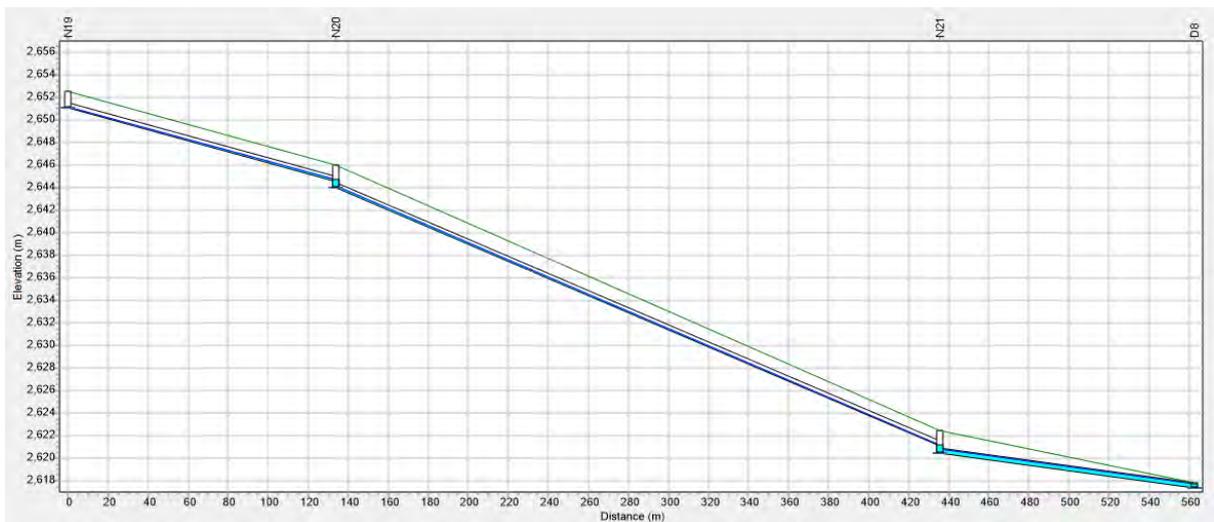


Ilustración 8. Colector 8

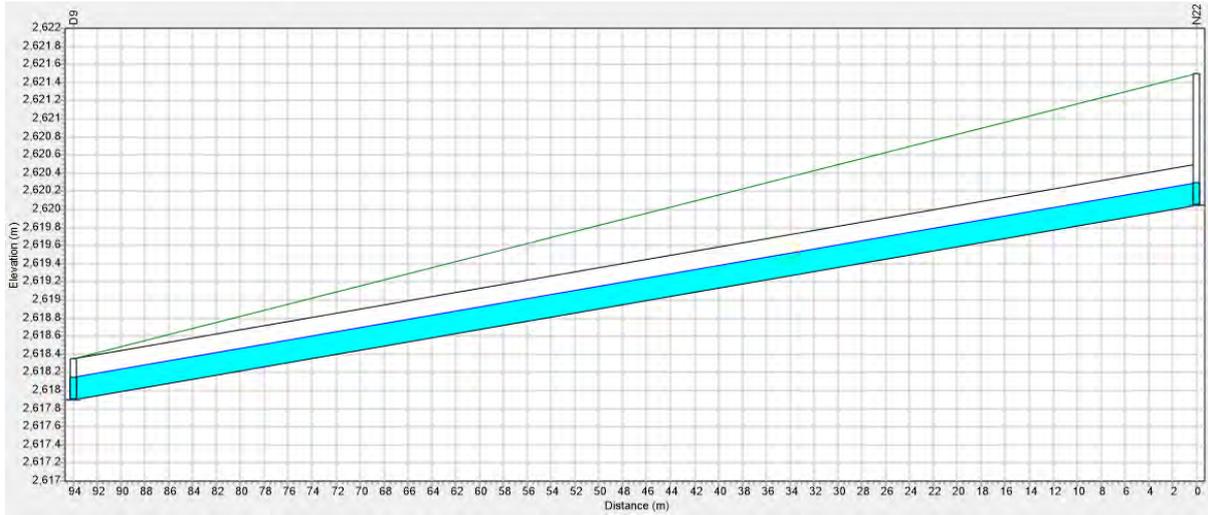


Ilustración 9. Colector 9

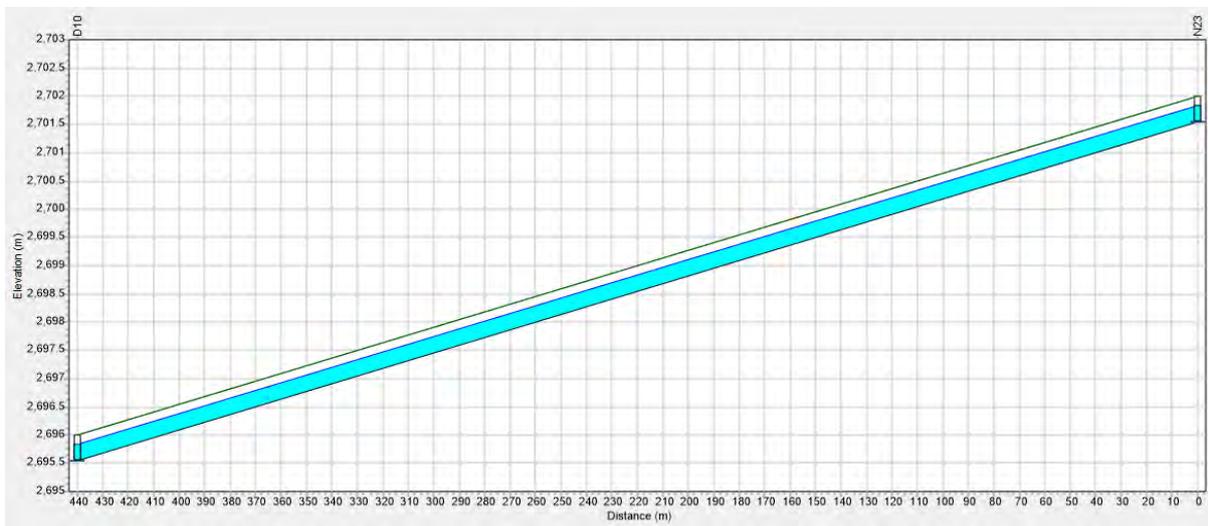


Ilustración 10. Colector 10 - canal abierto

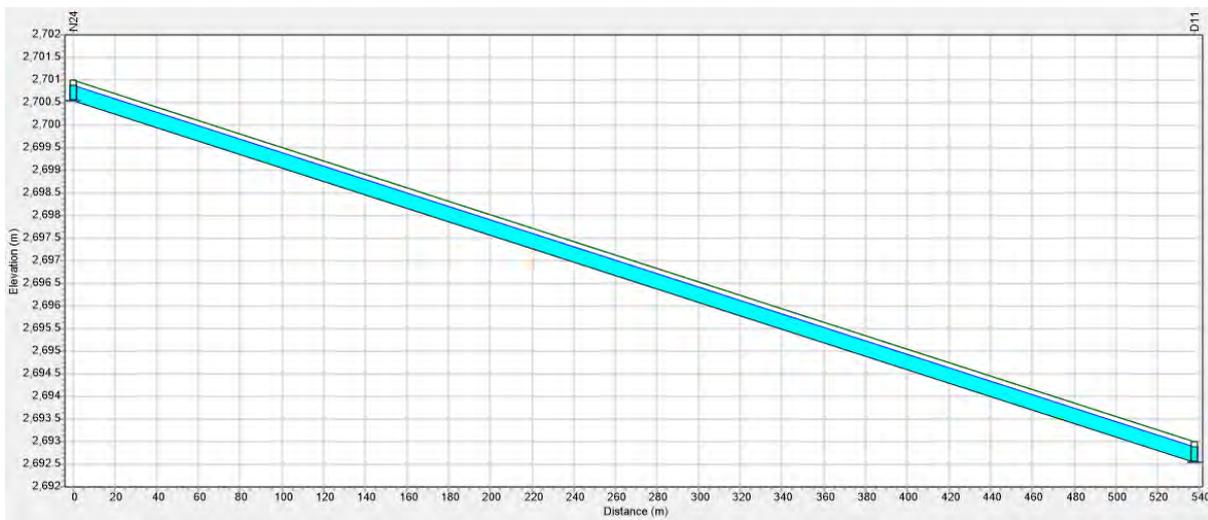


Ilustración 11. Colector 11 - canal abierto

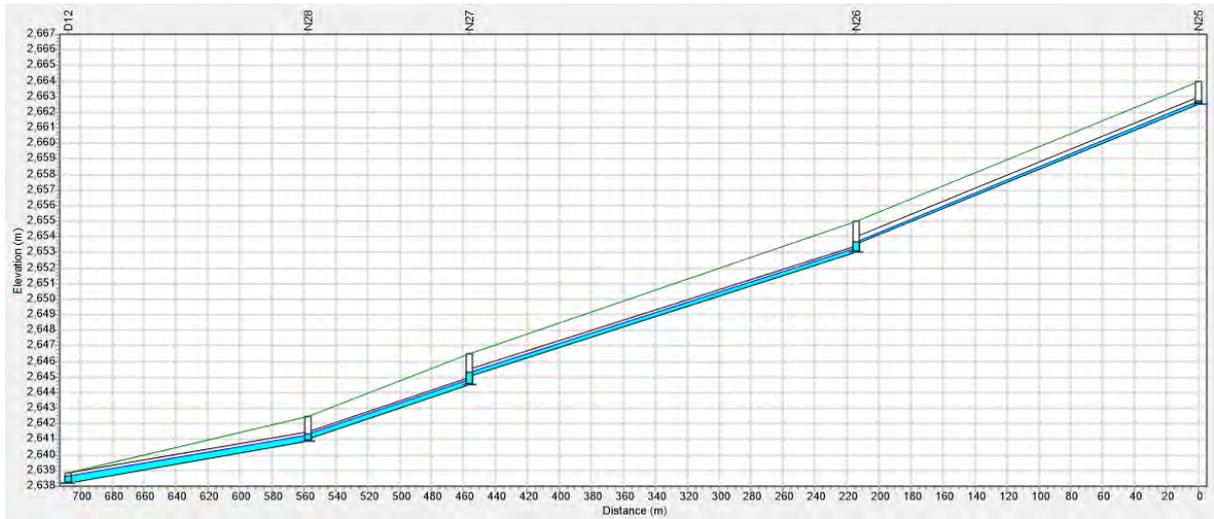


Ilustración 12. Colector 12

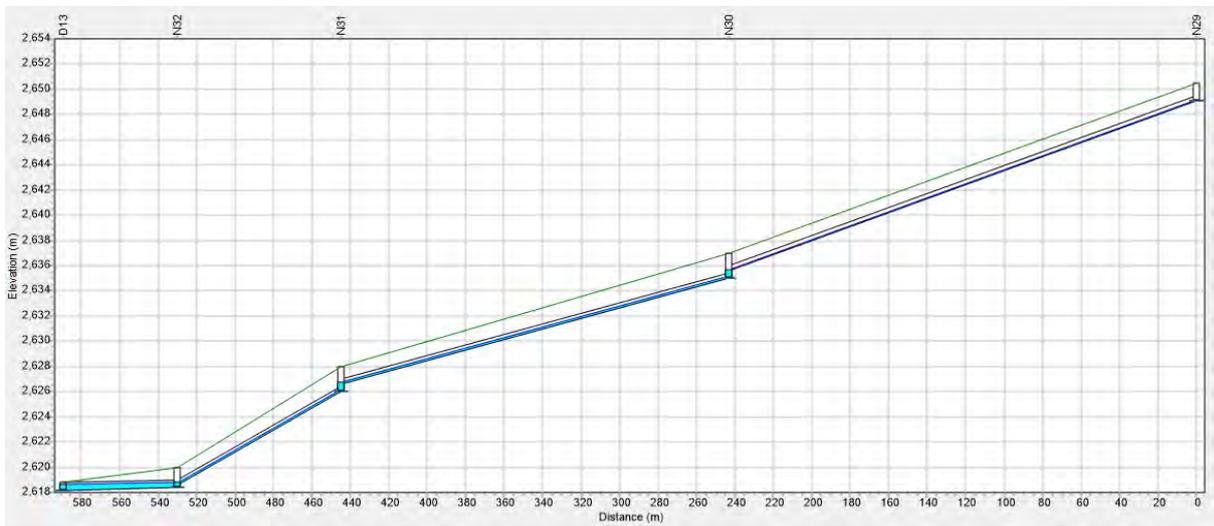


Ilustración 13. Colector 13

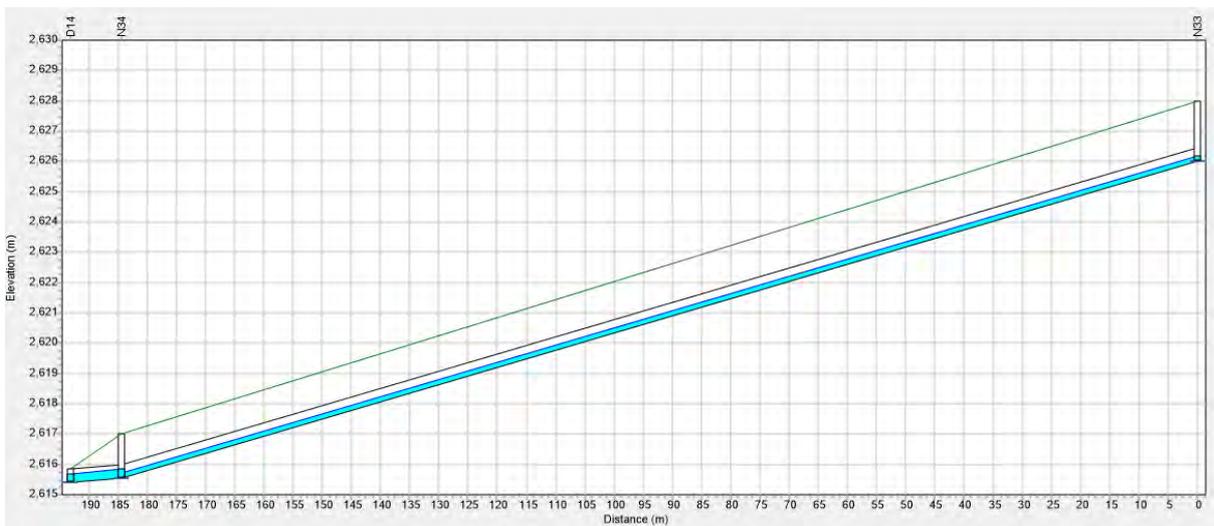


Ilustración 14. Colector 14

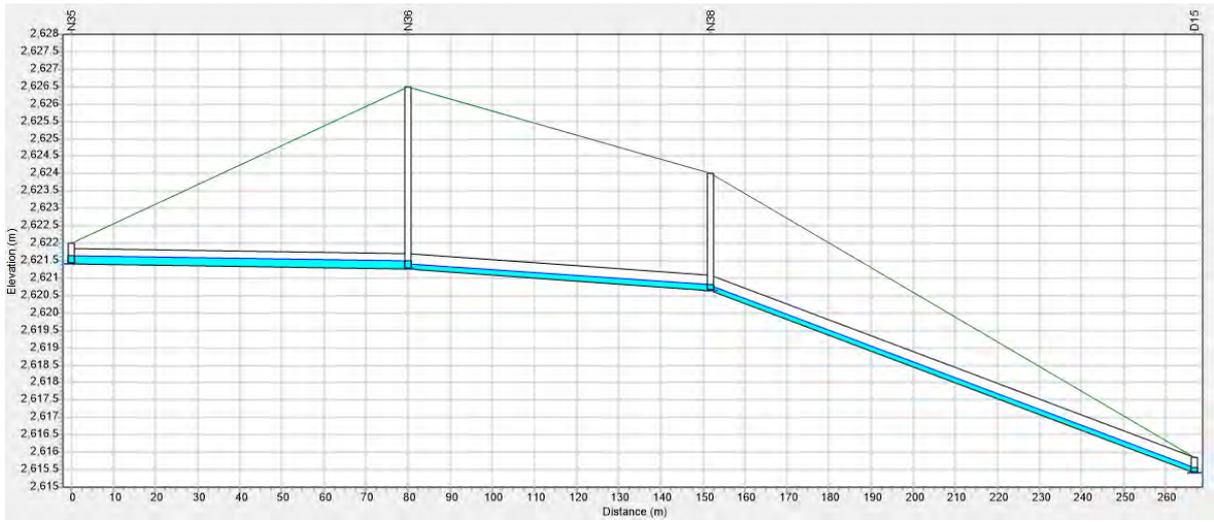


Ilustración 15. Colector 15

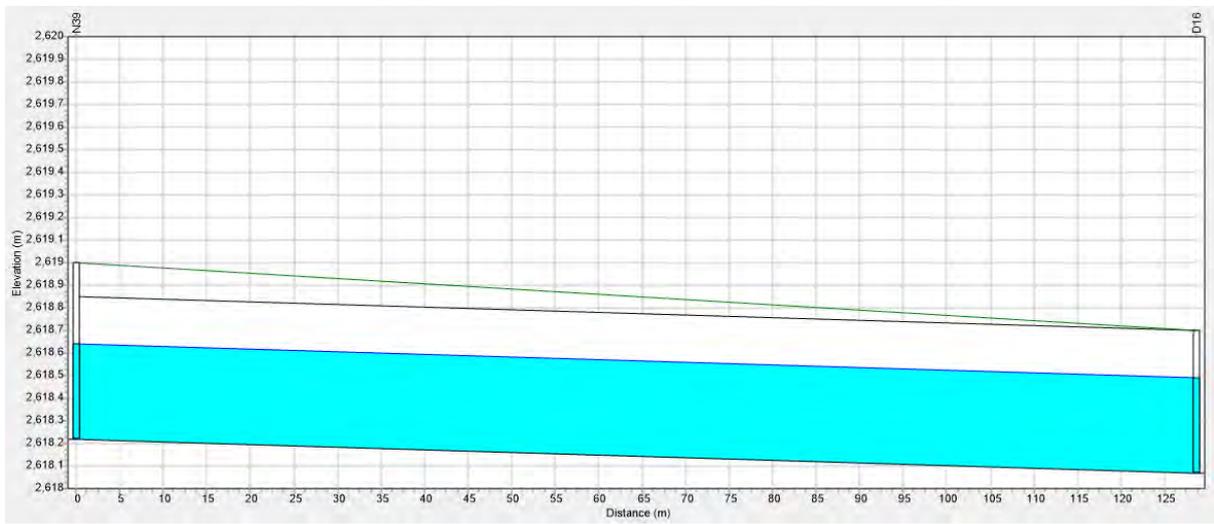


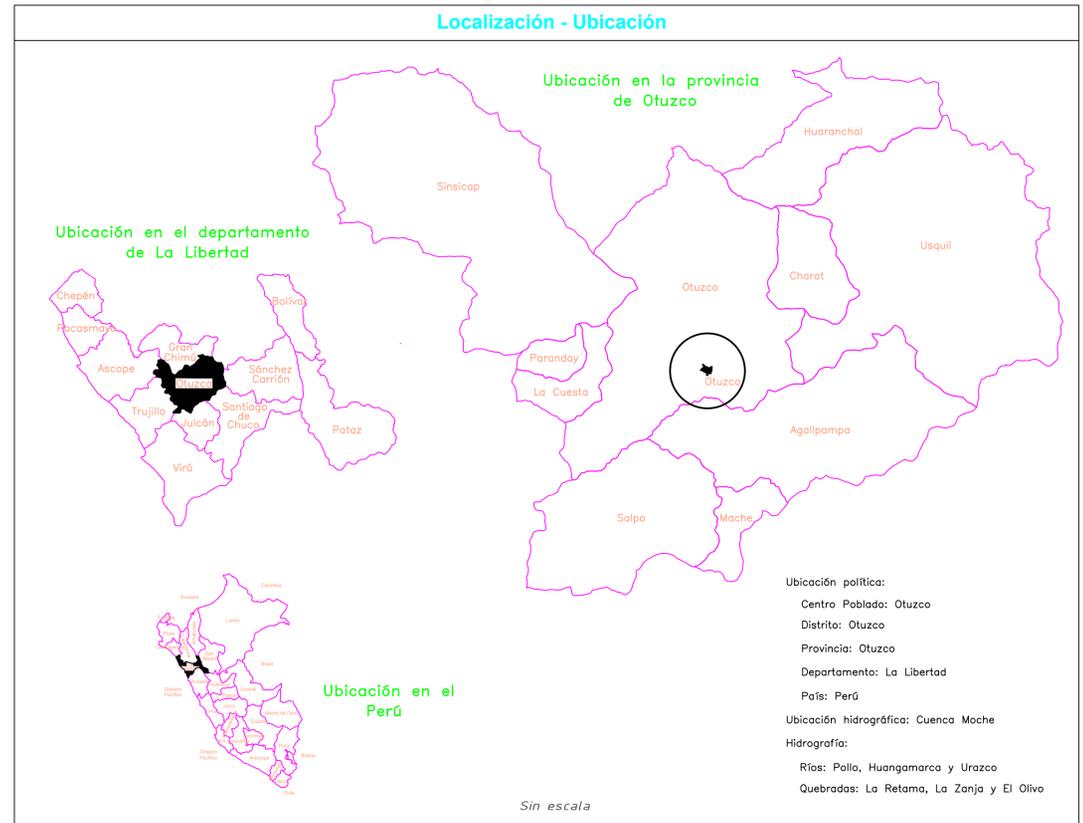
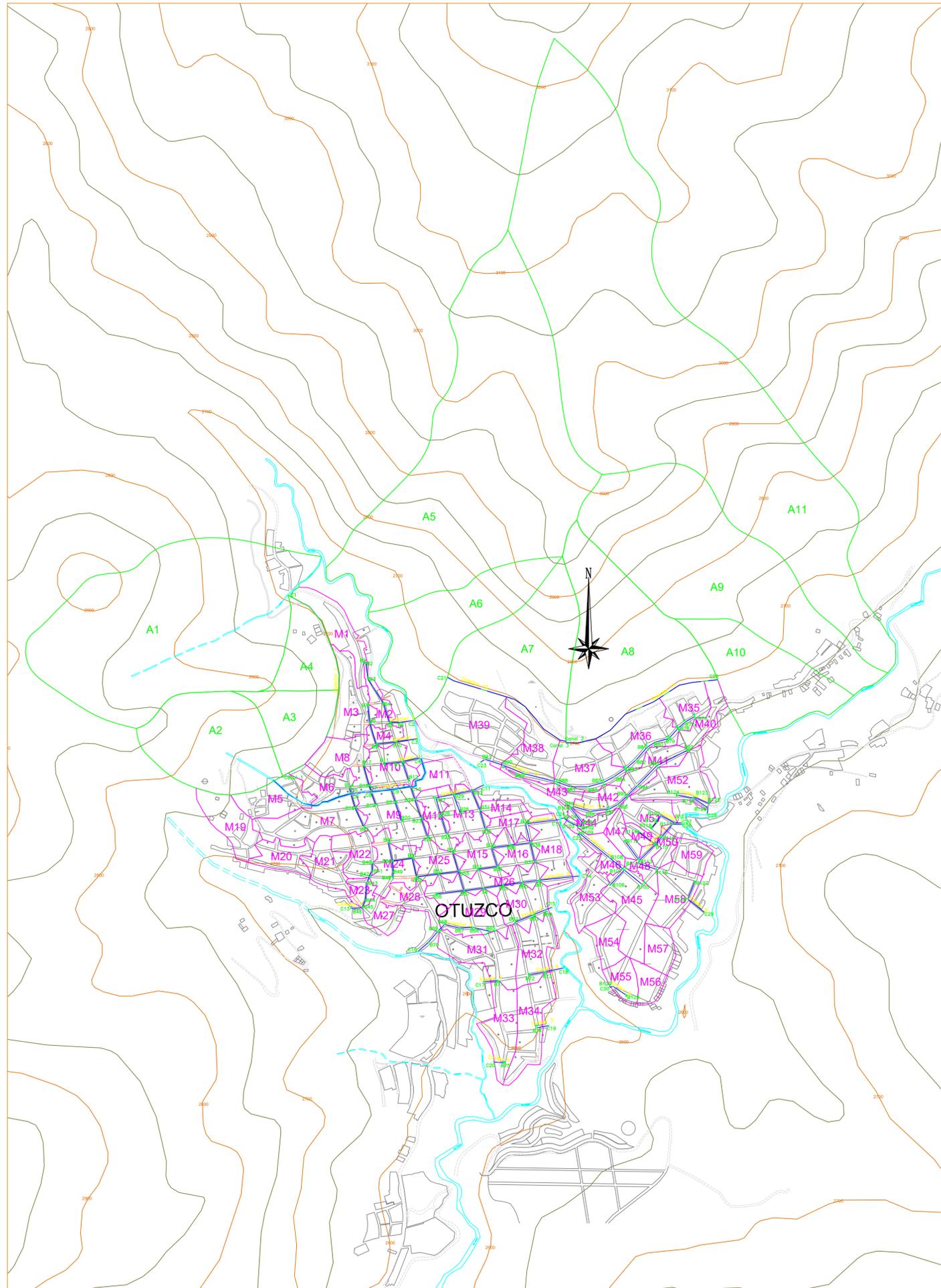
Ilustración 16. Colector 16

Anexo 33: Sensibilidad de variables

Propiedades	Mínimo	Promedio	Máximo	Qmin	Qprom	Qmax	Cmin	Cprom	Cmax	%Qmin	%Qmax	%Cmin	%Cmax
Ancho	31.28	62.55	93.83	770.98	827.73	841.26	0.949	0.95	0.95	93%	102%	100%	100%
Pendiente	6.00	11.26	15.00	808.43	827.73	833.71	0.949	0.95	0.95	98%	101%	100%	100%
%imperv	73	84	95	785.5	827.73	844.87	0.918	0.95	0.981	95%	102%	97%	103%
N imperv	0.015	0.016	0.017	829.01	827.73	826.32	0.95	0.95	0.95	100%	100%	100%	100%
N perv	0.10	0.15	0.20	835.99	827.73	819.27	0.95	0.95	0.949	101%	99%	100%	100%
D store imperv	0.05	1.25	2.50	827.73	827.73	827.71	0.954	0.95	0.945	100%	100%	100%	99%
D store perv	2.5	5.0	7.5	830.74	827.73	823.63	0.957	0.95	0.943	100%	100%	101%	99%
% zero imperv	25	75	100	827.72	827.73	827.73	0.941	0.95	0.954	100%	100%	99%	100%
CN	92	95	98	813.82	827.73	840.54	0.935	0.95	0.968	98%	102%	98%	102%
Drying time	1	7	14	827.73	827.73	827.73	0.95	0.95	0.95	100%	100%	100%	100%

Anexo 34: Calibración y validación

Cuencas	Q racional	C racional	Q modelo	C modelo	% Q	% C
A2	362.03	0.42	540.26	0.353	149%	85%
A3	161.38	0.42	288.98	0.396	179%	95%
A4	138.58	0.43	261.09	0.463	188%	108%
A7	407.27	0.43	702.49	0.412	172%	96%
A8	566.26	0.42	922.6	0.373	163%	89%
M1	138.40	0.76	180.29	0.901	130%	118%
M2	50.29	0.76	62.66	0.844	125%	111%
M3	151.55	0.76	197.44	0.899	130%	118%
M4	42.92	0.76	55.93	0.903	130%	118%
M5	136.19	0.76	177.16	0.901	130%	118%
M6	85.08	0.76	111.04	0.902	131%	118%
M7	210.56	0.76	273.91	0.9	130%	118%
M8	138.17	0.76	179.51	0.901	130%	118%
M9	196.16	0.76	255.13	0.902	130%	118%
M12	77.66	0.76	100.79	0.901	130%	118%
M13	119.48	0.76	155.89	0.901	130%	118%
M15	95.50	0.76	124.4	0.901	130%	118%
M16	75.64	0.76	98.42	0.901	130%	118%
M17	57.00	0.76	71.04	0.846	125%	111%
M22	94.75	0.76	123.63	0.902	130%	118%
M23	33.24	0.76	43.32	0.903	130%	118%
M24	123.03	0.76	159.86	0.902	130%	118%
M25	88.27	0.76	114.96	0.902	130%	118%
M26	136.75	0.76	170.03	0.841	124%	110%
M28	83.70	0.76	104.23	0.845	125%	111%
M29	135.86	0.76	169.48	0.842	125%	110%
M35	102.09	0.76	133.08	0.902	130%	118%
M36	193.66	0.76	251.96	0.901	130%	118%
M37	173.75	0.76	225.99	0.902	130%	118%
M38	153.03	0.76	199.19	0.901	130%	118%
M40	77.51	0.76	100.8	0.902	130%	118%
M41	88.63	0.76	115.81	0.905	131%	119%
M42	67.70	0.76	88.2	0.902	130%	118%
M43	42.71	0.76	55.91	0.901	131%	118%
M44	42.50	0.76	52.9	0.846	124%	111%
M45	171.77	0.76	223.44	0.899	130%	118%
M46	72.51	0.76	90.55	0.843	125%	110%
M47	56.29	0.76	73.24	0.902	130%	118%
M48	51.10	0.76	63.35	0.843	124%	110%
M49	23.21	0.76	29.93	0.902	129%	118%
M52	155.95	0.76	203.09	0.9	130%	118%



Área de drenaje superficial

Cuenca	Área (Ha)	Cuenca	Área (Ha)
A2	10.94	M24	2.03
A3	4.86	M25	17.15
A4	4.07	M26	2.29
A7	12.01	M28	1.38
A8	17.15	M29	2.25
M1	2.29	M35	1.69
M2	0.83	M36	3.20
M3	2.51	M37	2.87
M4	0.71	M38	2.53
M5	2.25	M40	1.28
M6	1.41	M41	1.47
M7	3.48	M42	1.12
M8	2.28	M43	0.71
M9	3.24	M44	0.70
M12	1.28	M45	2.84
M13	1.98	M46	1.20
M15	1.58	M47	0.93
M16	1.25	M48	0.84
M17	0.94	M49	0.38
M22	1.57	M52	2.58
M23	0.55		

Leyenda

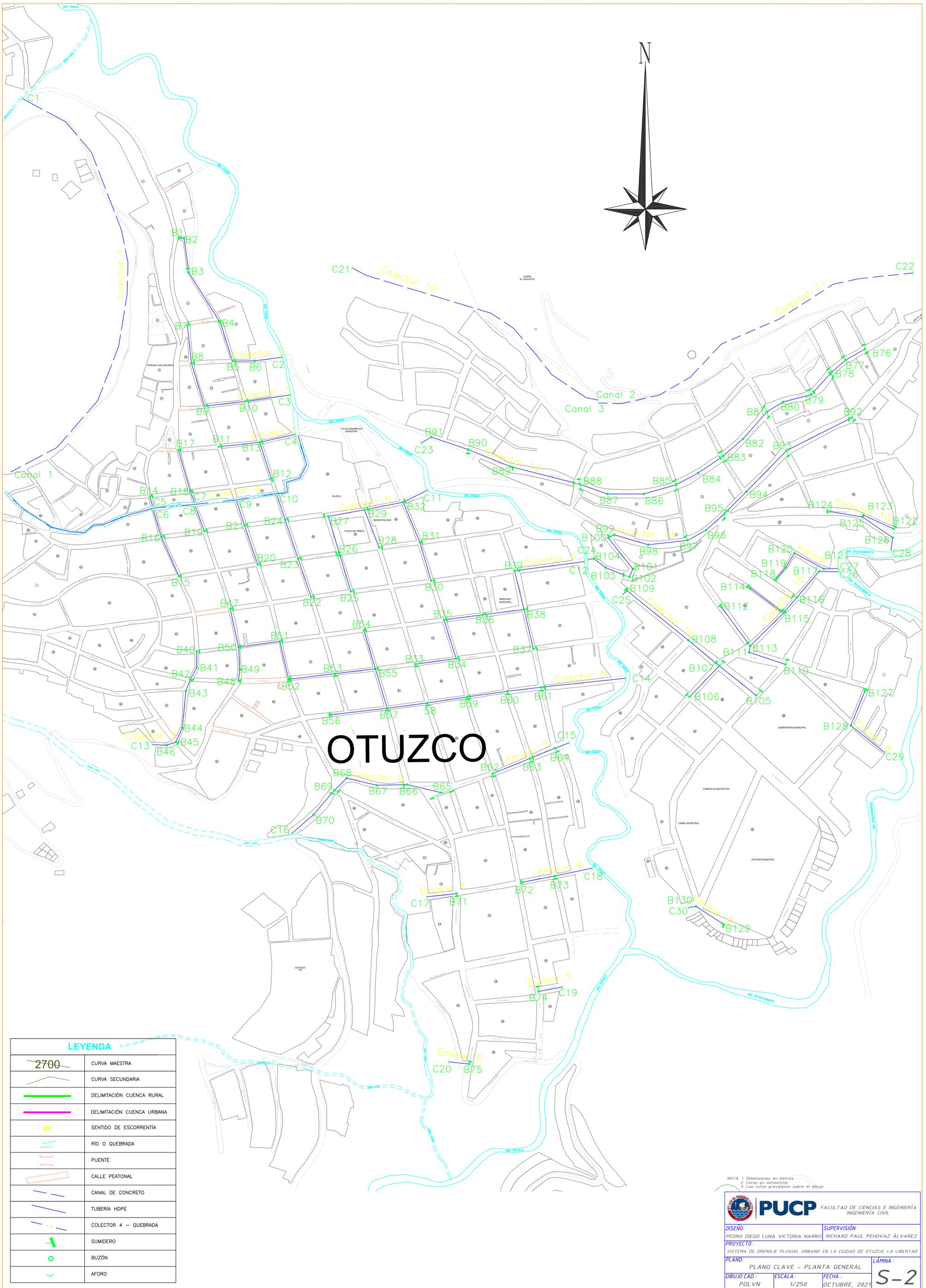
	2700	CURVA MAESTRA
		CURVA SECUNDARIA
		DELIMITACIÓN CUENCA RURAL
		DELIMITACIÓN CUENCA URBANA
		SENTIDO DE ESCORRENTÍA
		RIO O QUEBRADA
		PUENTE
		CALLE PEATONAL
		CANAL DE CONCRETO
		TUBERÍA HDPE
		COLECTOR 4 - QUEBRADA
		SUMIDERO
		BUZÓN
		AFORO

NOTA: 1. Dimensiones en metros
 2. Cotas en milímetros
 3. Las cotas prevalecen sobre el dibujo

PUCP FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: PEDRO DIEGO LUNA VICTORIA NARRO SUPERVISIÓN: RICHARD PAUL PEHOVAZ ÁLVAREZ
 PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD

PLANO: CUENCAS URBANAS Y RURALES LÁMINA: S-1
 DIBUJO CAD: PDLVN ESCALA: 1/750 FECHA: OCTUBRE, 2021



LEYENDA

	CURVA MAESTRA
	CURVA SECUNDARIA
	DELIMITACIÓN CUENCA RURAL
	DELIMITACIÓN CUENCA URBANA
	SENTIDO DE ESCORRENTÍA
	RÍO O QUEBRADA
	PUENTE
	CALLE PEATONAL
	CANAL DE CONCRETO
	TUBERÍA HDPE
	COLECTOR 4 - QUEBRADA
	SUMIDERO
	BUZÓN
	AFORO

NOTA: 1. Dimensiones en metros.
 2. Cotas en milímetros.
 3. Las cotas prevalecen sobre el dibujo.

PUCP FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL

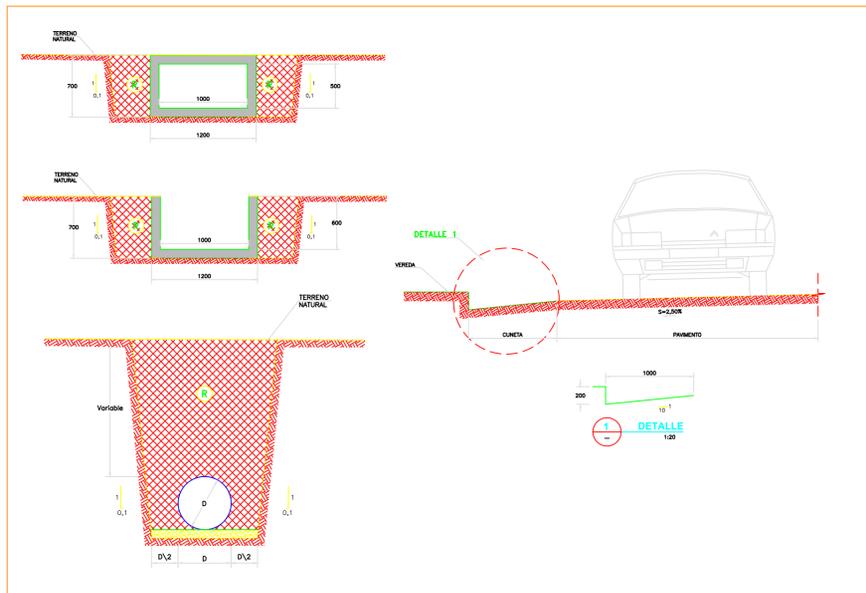
DISEÑO: PEDRO DIEGO LUNA VICTORIA NARRO	SUPERVISIÓN: RICHARD PAUL PEHOVAZ ÁLVAREZ
PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD	
PLANO: PLANO CLAVE - PLANTA GENERAL	LÁMINA: S-2
DIBUJO CAD: PDLVN	ESCALA: 1/250
FECHA: OCTUBRE, 2021	

Colectores	Tramos	Tipo	Dimensiones	Longitud
Colector 1	Canal 1 - C1	Canal cuadrado	1.00 m x 0.45 m	708.3529
Colector 2	B1 - B2	Circular Hdpe	450 mm	5.3429
Colector 2	B2 - B3	Circular Hdpe	450 mm	52.4817
Colector 2	B3 - B4	Circular Hdpe	450 mm	92.1133
Colector 2	B4 - B5	Circular Hdpe	450 mm	61.1786
Colector 2	B5 - B6	Circular Hdpe	450 mm	33.8121
Colector 2	B6 - C2	Circular Hdpe	450 mm	41.8936
Colector 3	B7 - B8	Circular Hdpe	450 mm	58.2812
Colector 3	B8 - B9	Circular Hdpe	450 mm	68.7708
Colector 3	B9 - B10	Circular Hdpe	450 mm	62.9588
Colector 3	B10 - C3	Circular Hdpe	450 mm	68.6875
Colector 4	B14 - C5	Circular Hdpe	450 mm	14.4829
Colector 4	B15 - B16	Circular Hdpe	450 mm	66.3113
Colector 4	B16 - C6	Circular Hdpe	450 mm	42.1639
Colector 4	B17 - B18	Circular Hdpe	450 mm	66.504
Colector 4	B18 - C7	Circular Hdpe	450 mm	16.4873
Colector 4	B19 - C8	Circular Hdpe	450 mm	38.8059
Colector 4	B20 - B21	Circular Hdpe	450 mm	63.4759
Colector 4	B21 - C9	Circular Hdpe	450 mm	37.5964
Colector 4	B22 - B23	Circular Hdpe	450 mm	62.3087
Colector 4	B23 - B24	Circular Hdpe	450 mm	63.0038
Colector 4	B24 - C10	Circular Hdpe	450 mm	38.5827
Colector 5	B25 - B26	Circular Hdpe	450 mm	61.7332
Colector 5	B26 - B27	Circular Hdpe	450 mm	58.556
Colector 5	B27 - B29	Circular Hdpe	450 mm	56.2609
Colector 5	B28 - B29	Circular Hdpe	450 mm	62.0674
Colector 5	B29 - B32	Circular Hdpe	450 mm	60.4679
Colector 5	B30 - B31	Circular Hdpe	450 mm	61.4046
Colector 5	B31 - B32	Circular Hdpe	450 mm	67.0299
Colector 5	B32 - C11	Circular Hdpe	450 mm	40.6927
Colector 6	B33 - B34	Circular Hdpe	450 mm	63.05
Colector 6	B34 - B35	Circular Hdpe	450 mm	62.5129
Colector 6	B35 - B36	Circular Hdpe	450 mm	59.7153
Colector 6	B36 - B38	Circular Hdpe	450 mm	64.0579
Colector 6	B37 - B38	Circular Hdpe	450 mm	62.1606
Colector 6	B38 - B39	Circular Hdpe	450 mm	61.3949
Colector 6	B39 - C12	Circular Hdpe	450 mm	107.0086
Colector 7	B40 - B41	Circular Hdpe	450 mm	24.7811
Colector 7	B41 - B42	Circular Hdpe	450 mm	20.9062
Colector 7	B42 - B43	Circular Hdpe	450 mm	18.8569
Colector 7	B43 - B44	Circular Hdpe	450 mm	56.8682
Colector 7	B44 - B45	Circular Hdpe	450 mm	24.118
Colector 7	B45 - B46	Circular Hdpe	450 mm	14.8933
Colector 7	B46 - C13	Circular Hdpe	450 mm	21.3585
Colector 8	B47 - B50	Circular Hdpe	450 mm	60.1488
Colector 8	B48 - B49	Circular Hdpe	450 mm	17.0917
Colector 8	B49 - B50	Circular Hdpe	450 mm	34.7736
Colector 8	B50 - B51	Circular Hdpe	450 mm	63.9091
Colector 8	B51 - B52	Circular Hdpe	450 mm	59.8162
Colector 8	B52 - B53	Circular Hdpe	450 mm	71.2522
Colector 8	B53 - B55	Circular Hdpe	450 mm	62.8572
Colector 8	B54 - B55	Circular Hdpe	450 mm	61.7304
Colector 8	B55 - B57	Circular Hdpe	450 mm	63.1972
Colector 8	B56 - B57	Circular Hdpe	450 mm	86.0454
Colector 8	B57 - B58	Circular Hdpe	450 mm	61.8472
Colector 8	B58 - B59	Circular Hdpe	450 mm	61.8796
Colector 8	B59 - B60	Circular Hdpe	450 mm	62.5164
Colector 8	B60 - B61	Circular Hdpe	450 mm	51.8116
Colector 8	B61 - C14	Circular Hdpe	450 mm	129.222
Colector 9	B65 - B66	Circular Hdpe	450 mm	54.1489
Colector 9	B66 - B67	Circular Hdpe	450 mm	46.2565
Colector 9	B67 - B68	Circular Hdpe	450 mm	47.4511
Colector 9	B68 - B69	Circular Hdpe	450 mm	26.9951
Colector 9	B69 - B70	Circular Hdpe	450 mm	48.8747
Colector 9	B70 - C16	Circular Hdpe	450 mm	43.6319
Colector 10	Canal 2 - C21	Canal cuadrado	1.00 m x 0.45 m	440.0183
Colector 11	Canal 3 - C22	Canal cuadrado	1.00 m x 0.45 m	537.6924

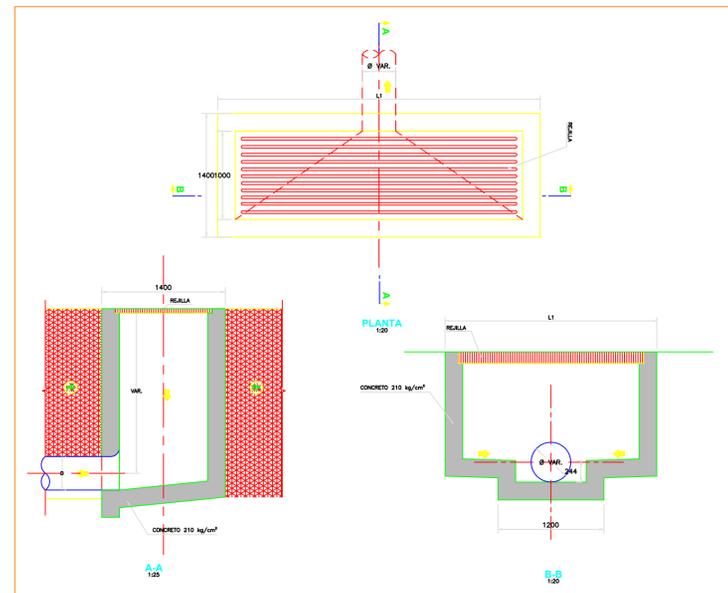
Colectores	Tramos	Tipo	Dimensiones	Longitud
Colector 12	B76 - B77	Circular Hdpe	450 mm	34.1666
Colector 12	B77 - B78	Circular Hdpe	450 mm	28.4625
Colector 12	B78 - B79	Circular Hdpe	450 mm	46.5117
Colector 12	B79 - B80	Circular Hdpe	450 mm	44.6262
Colector 12	B80 - B81	Circular Hdpe	450 mm	26.1625
Colector 12	B81 - B82	Circular Hdpe	450 mm	55.3331
Colector 12	B82 - B83	Circular Hdpe	450 mm	40.4405
Colector 12	B83 - B84	Circular Hdpe	450 mm	46.2664
Colector 12	B84 - B85	Circular Hdpe	450 mm	38.2888
Colector 12	B85 - B86	Circular Hdpe	450 mm	51.518
Colector 12	B86 - B87	Circular Hdpe	450 mm	55.5557
Colector 12	B87 - B88	Circular Hdpe	450 mm	45.0066
Colector 12	B88 - B89	Circular Hdpe	500 mm	109.9946
Colector 12	B89 - B90	Circular Hdpe	630 mm	69.7247
Colector 12	B90 - B91	Circular Hdpe	630 mm	59.6474
Colector 12	B91 - C23	Circular Hdpe	630 mm	17.281
Colector 13	B92 - B93	Circular Hdpe	450 mm	112.4024
Colector 13	B93 - B94	Circular Hdpe	450 mm	87.9992
Colector 13	B94 - B95	Circular Hdpe	450 mm	47.0975
Colector 13	B95 - B96	Circular Hdpe	450 mm	38.8829
Colector 13	B96 - B97	Circular Hdpe	450 mm	32.1937
Colector 13	B97 - B98	Circular Hdpe	450 mm	60.7436
Colector 13	B98 - B99	Circular Hdpe	450 mm	54.2199
Colector 13	B99 - B100	Circular Hdpe	450 mm	10.3403
Colector 13	B100 - B101	Circular Hdpe	450 mm	60.6245
Colector 13	B101 - B102	Circular Hdpe	450 mm	13.705
Colector 13	B102 - B103	Circular Hdpe	630 mm	39.5059
Colector 13	B103 - B104	Circular Hdpe	630 mm	22.5377
Colector 13	B104 - C24	Circular Hdpe	630 mm	7.9719
Colector 14	B105 - 107	Circular Hdpe	450 mm	72.4483
Colector 14	B106 - 107	Circular Hdpe	450 mm	65.7795
Colector 14	B107 - 108	Circular Hdpe	450 mm	61.311
Colector 14	B108 - 109	Circular Hdpe	450 mm	120.9435
Colector 14	B109 - C25	Circular Hdpe	450 mm	7.6338
Colector 15	B110 - B111	Circular Hdpe	450 mm	58.9346
Colector 15	B111 - B113	Circular Hdpe	450 mm	9.8174
Colector 15	B112 - B113	Circular Hdpe	450 mm	74.0606
Colector 15	B113 - B115	Circular Hdpe	450 mm	71.9968
Colector 15	B114 - B115	Circular Hdpe	450 mm	64.6074
Colector 15	B115 - B116	Circular Hdpe	450 mm	31.6635
Colector 15	B116 - B117	Circular Hdpe	450 mm	52.1073
Colector 15	B117 - C26	Circular Hdpe	450 mm	29.1292
Colector 16	B122 - B123	Circular Hdpe	450 mm	50.9003
Colector 16	B123 - B125	Circular Hdpe	450 mm	3.2023
Colector 16	B124 - B125	Circular Hdpe	630 mm	50.0122
Colector 16	B125 - B126	Circular Hdpe	630 mm	56.2015
Colector 16	B126 - C28	Circular Hdpe	630 mm	18.4852
Emisor 1	B11 - B13	Circular Hdpe	450 mm	63.0094
Emisor 1	B12 - B13	Circular Hdpe	450 mm	62.8292
Emisor 1	B13 - C4	Circular Hdpe	450 mm	54.8703
Emisor 2	B62 - B63	Circular Hdpe	450 mm	51.5513
Emisor 2	B63 - B64	Circular Hdpe	450 mm	41.6031
Emisor 2	B64 - C15	Circular Hdpe	450 mm	22.5351
Emisor 3	B71 - C17	Circular Hdpe	450 mm	45.3035
Emisor 4	B72 - B73	Circular Hdpe	450 mm	49.6001
Emisor 4	B73 - C18	Circular Hdpe	450 mm	58.2891
Emisor 5	B74 - C19	Circular Hdpe	450 mm	36.2894
Emisor 6	B75 - C20	Circular Hdpe	450 mm	31.3171
Emisor 7	B118 - B119	Circular Hdpe	450 mm	21.3241
Emisor 7	B119 - B120	Circular Hdpe	450 mm	26.214
Emisor 7	B120 - B121	Circular Hdpe	450 mm	50.9817
Emisor 7	B121 - C27	Circular Hdpe	450 mm	21.3334
Emisor 8	B127 - B128	Circular Hdpe	450 mm	57.0113
Emisor 8	B128 - C29	Circular Hdpe	450 mm	66.4584
Emisor 9	B129 - B130	Circular Hdpe	450 mm	48.5111
Emisor 9	B130 - C30	Circular Hdpe	450 mm	11.0926

Buzones	Norte	Este	Cota
B1	9126150.92	768139.82	2662.05
B2	9126150.40	768145.14	2660.55
B3	9126098.40	768152.25	2658.05
B4	9126020.22	768200.95	2647.05
B5	9125961.84	768219.23	2643.55
B6	9125962.47	768253.04	2638.55
B7	9126016.59	768150.16	2662.55
B8	9125958.64	768156.42	2662.05
B9	9125892.84	768176.42	2655.55
B10	9125900.18	768238.95	2641.00
B11	9125830.48	768198.30	2649.55
B12	9125777.45	768280.25	2642.55
B13	9125837.24	768260.94	2640.55
B14	9125754.29	768092.46	2669.85
B15	9125631.41	768137.19	2680.05
B16	9125692.02	768110.28	2673.05
B17	9125825.64	768136.34	2662.55
B18	9125761.65	768154.46	2658.75
B19	9125700.92	768176.07	2660.55
B20	9125649.43	768257.84	2656.55
B21	9125709.64	768237.77	2653.55
B22	9125599.44	768339.87	2650.55
B23	9125658.46	768319.87	2649.55
B24	9125718.23	768299.97	2646.05
B25	9125608.15	768400.66	2644.55
B26	9125667.27	768382.89	2642.55
B27	9125723.41	768366.23	2642.05
B28	9125675.72	768443.89	2638.55
B29	9125733.63	768421.55	2637.55
B30	9125624.38	768523.83	2635.55
B31	9125683.30	768506.53	2633.05
B32	9125745.23	768480.90	2631.05
B33	9125496.56	768499.53	2639.55
B34	9125504.95	768562.02	2631.55
B35	9125564.63	768543.43	2630.55
B36	9125572.25	768602.66	2626.05
B37	9125519.89	768680.34	2624.55
B38	9125580.42	768666.19	2624.05
B39	9125640.06	768651.61	2622.50
B40	9125515.92	768164.46	2677.55
B41	9125491.14	768164.53	2676.55
B42	9125472.86	768154.38	2676.05
B43	9125455.22	768147.72	2675.55
B44	9125398.59	768142.45	2672.55
B45	9125376.72	768132.29	2669.05
B46	9125371.81	768118.23	2667.55
B47	9125581.58	768215.74	2666.55
B48	9125471.11	768228.42	2663.55
B49	9125488.09	768230.40	2663.05
B50	9125522.81	768228.55	2662.55
B51	9125531.60	768291.85	2656.55
B52	9125473.30	768305.20	2651.05
B53	9125481.82	768375.94	2645.55
B54	9125548.48	768420.65	2645.05
B55	9125489.34	768438.35	2644.55
B56	9125418.96	768370.84	2638.55
B57	9125428.76	768456.33	2638.05
B58	9125436.91	768517.64	2635.55
B59	9125446.12	768578.83	2631.55
B60	9125454.92	768640.72	2627.55
B61	9125461.09	768692.17	2620.50
B62	9125328.31	768618.03	2627.55
B63	9125351.56	768675.02	2621.55
B64	9125367.46	768713.47	2612.55
B65	9125299.09	768539.50	2627.55

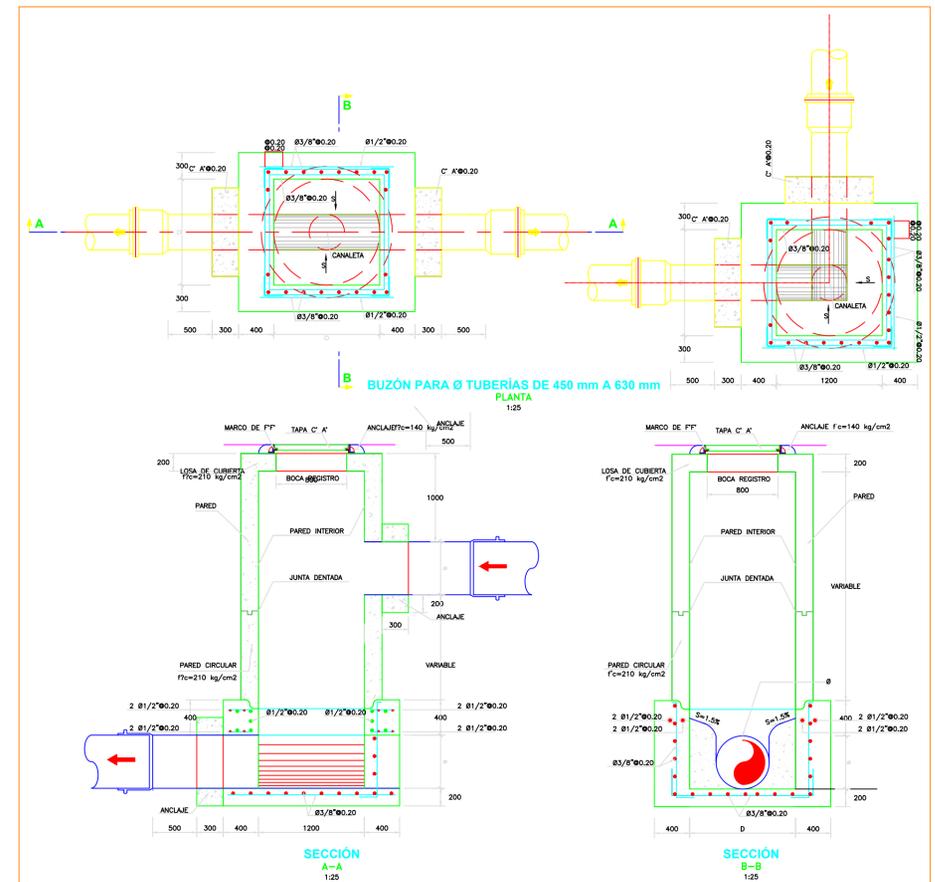
Buzones	Norte	Este	Cota
B66	9125311.50	768486.79	2626.55
B67	9125310.47	768440.55	2623.55
B68	9125321.42	768394.37	2622.55
B69	9125302.46	768375.16	2620.05
B70	9125265.25	768343.47	2619.00
B71	9125143.99	768562.70	2618.55
B72	9125161.83	768664.58	2622.55
B73	9125171.05	768713.31	2607.55
B74	9124993.77	768688.37	2600.55
B75	9124882.32	768582.41	2588.55
B76	9125980.61	769188.85	2663.55
B77	9125963.68	769159.17	2663.05
B78	9125945.10	769137.62	2662.55
B79	9125910.55	769106.47	2661.55
B80	9125899.33	769063.28	2661.05
B81	9125884.05	769038.44	2660.55
B82	9125842.57	769001.82	2657.55
B83	9125816.15	769137.21	2653.55
B84	9125790.04	768933.01	2651.55
B85	9125772.09	768899.19	2651.05
B86	9125757.86	768849.68	2650.55
B87	9125757.84	768794.12	2647.55
B88	9125772.83	768751.68	2644.50
B89	9125800.17	768645.14	2641.37
B90	91258		



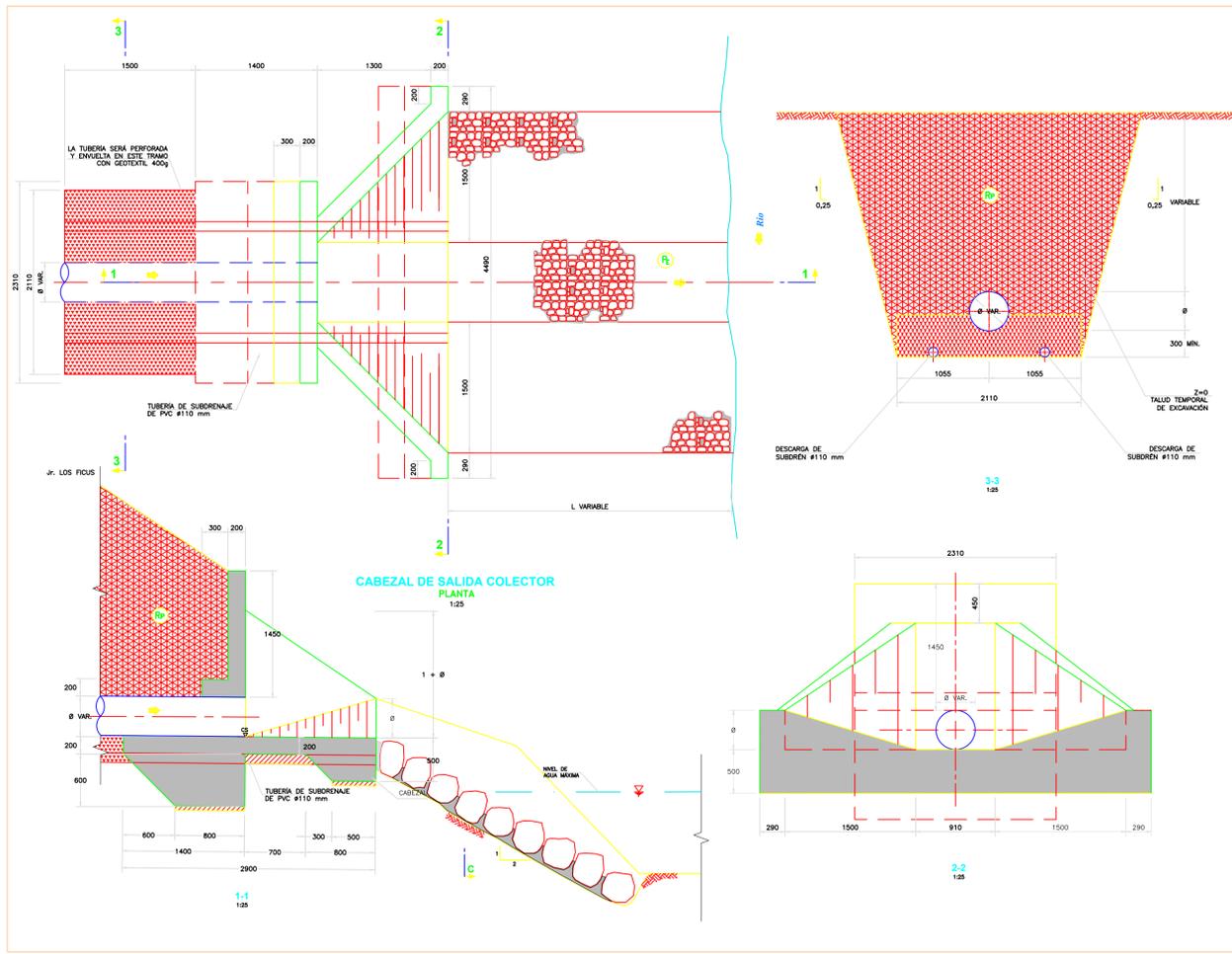
Detalle general



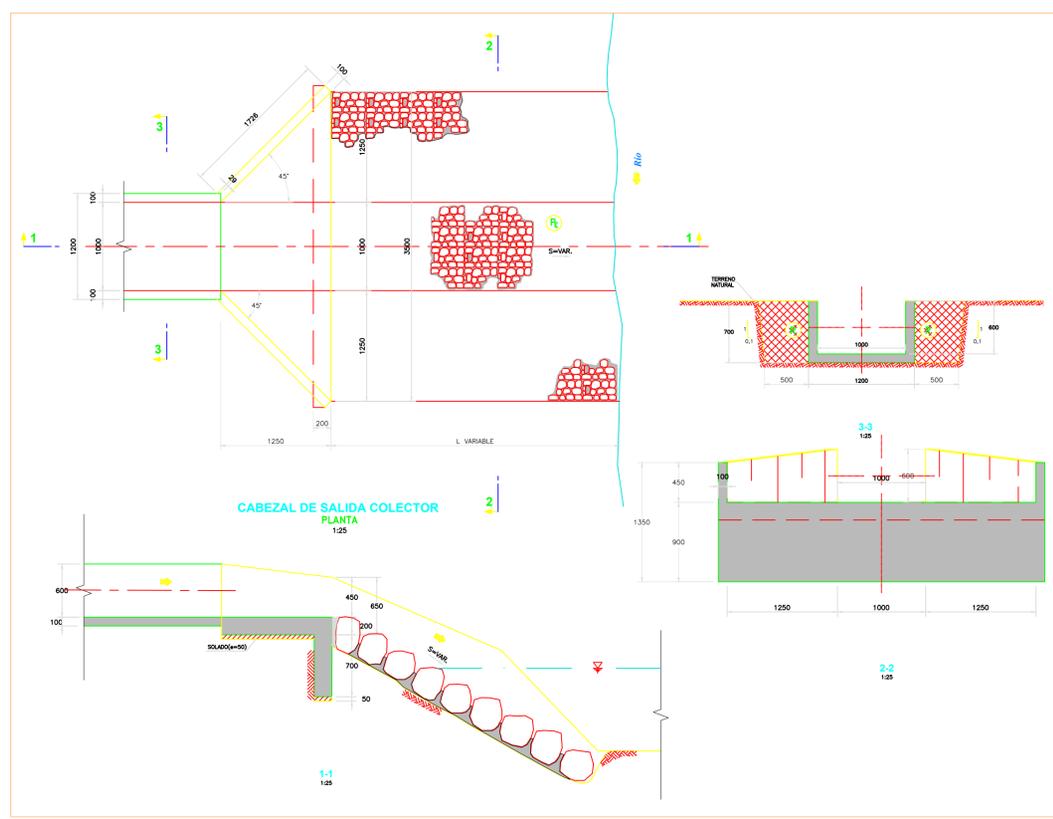
Sumideros



Buzones



Cabezales en Tuberías



Cabezales en canales

LEYENDA	
	CONCRETO ARMADO f'c=210 Kg/cm ²
	CONCRETO SIMPLE f'c=100 Kg/cm ² PARA SOLADO
	CORTE EN TERRENO NATURAL
	NIVEL DE AGUA
	SENTIDO DE FLUJO
	TERRENO NATURAL
	ENCHAPADO DE PIEDRA CORTE
	ENCHAPADO DE PIEDRA PLANTA
	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO
	MATERIAL DE FILTRO
	CAMA DE ARENA

NOTA: 1. Dimensiones en metros
2. Cotas en milímetros
3. Las cotas prevalecen sobre el dibujo

PUCP FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO: PEDRO DIEGO LUNA VICTORIA NARRO SUPERVISIÓN: RICHARD PAUL PEHOVAZ ÁLVAREZ
 PROYECTO: SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUSCO, LA LIBERTAD
 PLANO: ELEMENTOS LÁMINA: S-4
 DIBUJO CAD: PDLVN ESCALA: 1/25 FECHA: OCTUBRE, 2021

Partida	01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL					
Rendimiento	m/DIA	500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m		2.04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	26.04	0.42	
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	4.0000	0.0640	16.76	1.07	
	Materiales						
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		0.0160	2.94	0.05	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.0100	22.58	0.23	
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2		0.0040	5.32	0.02	
	Equipos						
0301000090001	EQUIPO DE ESTACION TOTAL	hm	0.5000	0.0080	15.59	0.12	
0301000020	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	0.7500	0.0120	7.77	0.09	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.49	0.04	
	0.25						
Partida	01.02.03	TRAZO Y REPLANTEO PARA ESTRUCTURAS					
Rendimiento	m2/DIA	600.0000	EQ. 600.0000	Costo unitario directo por : m2		1.61	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0133	26.04	0.35	
01010300030003	AYUDANTE DE TOPOGRAFIA	hh	4.0000	0.0533	16.76	0.89	
	Materiales						
0231040002	ESTACAS DE MADERA	p2		0.0040	5.32	0.02	
	Equipos						
0301000090001	EQUIPO DE ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0133	15.59	0.21	
0301000020	NIVEL TOPOGRÁFICO	hm	1.0000	0.0133	7.77	0.10	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.24	0.04	
	0.35						
Partida	01.02.04	CORTE DE PAVIMENTO DE CONCRETO CON DISCO e=0.20 m.					
Rendimiento	m/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m		26.79	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.44	9.38	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	16.76	6.70	
	Materiales						
0276020025	DISCO DE CORTE	und		0.0500	165.42	8.27	
	Equipos						
0301110002	CORTADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	6.09	2.44	
	2.44						
Partida	01.02.05	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO					
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2		16.58	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0800	18.53	1.48	
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1600	16.76	2.68	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	4.16	0.21	
0301140005	MARTILLO NEUMATICO (para compresora)	hm	2.0000	0.1600	12.20	1.95	
0301140006	COMPRESORA NEUMATICA	hm	1.0000	0.0800	128.30	10.26	
	12.42						

Partida	01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICIONES						
Rendimiento	m3/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : m3		6.75		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subpartidas							
010303110101	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE DM=1 km		m3		0.5000	13.49	6.75 6.75	
Partida	01.02.07	REMOCIÓN DE BLOQUES DE PIEDRA						
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		3.64		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0667	18.53	1.24	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1333	16.76	2.23 3.47	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	3.47	0.17 0.17	
Partida	02.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M						
Rendimiento	m3/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3		15.91		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	23.44	0.31	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1333	16.76	2.23 2.54	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.54	0.08	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	0.1333	99.70	13.29 13.37	
Partida	02.01.02	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO C/EQUIPO >= 1.50M						
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3		47.75		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	23.44	0.94	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	16.76	6.70 7.64	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.64	0.23	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	0.4000	99.70	39.88 40.11	
Partida	02.01.03	REFINE DE ZANJA EN TERRENO NORMAL						
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		2.46		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0067	23.44	0.16	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1333	16.76	2.23 2.39	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.39	0.07 0.07	

Partida	02.01.08	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO >= 1.5 M.					
Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		35.07	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	23.44	0.63	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.44	6.25	
0101010005	PEON	hh	5.0000	1.3333	16.76	22.35	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.1500	10.50	1.58	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0800	8.00	0.64	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	29.23	1.46	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.2667	8.10	2.16	
	3.62						
Partida	02.01.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		31.18	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0533	16.76	0.89	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.89	0.03	
03011600010001	CARGADOR FRONTAL FIAT FR-14	hm	1.0000	0.0267	160.00	4.27	
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	4.0000	0.1067	243.60	25.99	
	30.29						
Partida	02.02.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.					
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2		13.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.44	0.94	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	18.53	0.74	
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2800	16.76	4.69	
	6.37						
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.0400	10.50	0.42	
0207030001	HORMIGON	m3		0.0615	26.00	1.60	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0060	8.00	0.05	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1800	22.58	4.06	
	6.13						
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0400	15.05	0.60	
	0.60						

Partida	02.02.02		CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN COLECTORES				
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3		356.49	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5000	18.53	9.27
0101010005	PEON		hh	5.0000	2.5000	16.76	41.90
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72
	Materiales						74.61
0201030001	GASOLINA		gal		0.4000	10.50	4.20
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.7000	60.00	42.00
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.3200	50.00	16.00
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1850	8.00	1.48
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.0800	22.58	205.03
	Equipos						268.71
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	74.61	2.24
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA		hm	1.0000	0.5000	6.80	3.40
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.5000	15.05	7.53
							13.17
Partida	02.02.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	11.0000	EQ. 11.0000	Costo unitario directo por : m2		46.95	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0727	23.44	1.70
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.7273	23.44	17.05
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.7273	18.53	13.48
	Materiales						32.23
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.2000	4.50	0.90
0222140002	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS		gal		0.0400	20.00	0.80
0231020002	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. O CARP.		p2		2.0700	2.84	5.88
0231050004	TRIPLAY DE 6mm		pln		0.1380	35.00	4.83
0293010001	CLAVOS		kg		0.2000	3.50	0.70
	Equipos						13.11
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	32.23	1.61
							1.61
Partida	02.02.04		ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60				
Rendimiento	kg/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : kg		4.98	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0036	23.44	0.08
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0364	23.44	0.85
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0364	18.53	0.67
	Materiales						1.60
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0210	4.50	0.09
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.94	3.15
	Equipos						3.24
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.60	0.08
0301330008	CIZALLA		hm	0.3333	0.0121	1.55	0.02
0301440007	DOBLADORS		hm	0.3333	0.0121	3.10	0.04
							0.14

Partida	02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 450 MM					
Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m		159.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	23.44	0.12	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	23.44	1.25	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	18.53	0.99	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2133	16.76	3.57	
	Materiales						
0295010001	TUBERIA HDPE 450 MM	m		1.0500	142.13	149.24	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.93	0.18	
0301220007	CAMION BARANDA	hm	1.0000	0.0533	69.00	3.68	
0301440005	TIRFOR DE 1 TON	hm	1.0000	0.0533	1.80	0.10	
0301440006	TECLE DE 1TON	hm	1.0000	0.0533	3.87	0.21	
	4.17						
Partida	02.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 500 MM					
Rendimiento	m/DIA	140.0000	EQ. 140.0000	Costo unitario directo por : m		183.87	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0057	23.44	0.13	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0571	23.44	1.34	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0571	18.53	1.06	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2286	16.76	3.83	
	Materiales						
0295010002	TUBERIA HDPE 500 MM	m		1.0500	164.82	173.06	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.36	0.19	
0301220007	CAMION BARANDA	hm	1.0000	0.0571	69.00	3.94	
0301440005	TIRFOR DE 1 TON	hm	1.0000	0.0571	1.80	0.10	
0301440006	TECLE DE 1TON	hm	1.0000	0.0571	3.87	0.22	
	4.45						
Partida	02.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 630 MM					
Rendimiento	m/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m		256.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0067	23.44	0.16	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	23.44	1.56	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0667	18.53	1.24	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2667	16.76	4.47	
	Materiales						
0295010003	TUBERIA HDPE 630 MM	m		1.0500	232.15	243.76	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.43	0.22	
0301220007	CAMION BARANDA	hm	1.0000	0.0667	69.00	4.60	
0301440005	TIRFOR DE 1 TON	hm	1.0000	0.0667	1.80	0.12	
0301440006	TECLE DE 1TON	hm	1.0000	0.0667	3.87	0.26	
	5.20						

Partida	02.03.04		PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 450 MM				
Rendimiento	m/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m		17.46	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0040	23.44	0.09
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0400	23.44	0.94
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0400	18.53	0.74
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1600	16.76	2.68
	Materiales						4.45
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1120	22.58	2.53
0213030001	YESO		kg		0.4400	9.50	4.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.1280	2.84	0.36
	Equipos						7.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.45	0.13
03010400030003	MOTOBOMBA DE 2" (5HP)		hm	0.5000	0.0200	8.52	0.17
0301220005	CAMION CISTERNA		hm	1.0000	0.0400	140.88	5.64
							5.94

Partida	02.03.05		PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 500 MM				
Rendimiento	m/DIA	175.0000	EQ. 175.0000	Costo unitario directo por : m		18.96	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0046	23.44	0.11
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0457	23.44	1.07
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0457	18.53	0.85
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.1829	16.76	3.07
	Materiales						5.10
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1120	22.58	2.53
0213030001	YESO		kg		0.4400	9.50	4.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.1280	2.84	0.36
	Equipos						7.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.10	0.15
03010400030003	MOTOBOMBA DE 2" (5HP)		hm	0.5000	0.0229	8.52	0.20
0301220005	CAMION CISTERNA		hm	1.0000	0.0457	140.88	6.44
							6.79

Partida	02.03.06		PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 630 MM				
Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m		20.92	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0053	23.44	0.12
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0533	23.44	1.25
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0533	18.53	0.99
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.2133	16.76	3.57
	Materiales						5.93
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		0.1120	22.58	2.53
0213030001	YESO		kg		0.4400	9.50	4.18
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		0.1280	2.84	0.36
	Equipos						7.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.93	0.18
03010400030003	MOTOBOMBA DE 2" (5HP)		hm	0.5000	0.0267	8.52	0.23
0301220005	CAMION CISTERNA		hm	1.0000	0.0533	140.88	7.51
							7.92

Partida	02.04.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60						
Rendimiento	kg/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : kg		4.98		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0036	23.44	0.08	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0364	23.44	0.85	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0364	18.53	0.67	
	Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16		kg		0.0210	4.50	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60		kg		1.0700	2.94	3.15	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.60	0.08	
0301330008	CIZALLA		hm	0.3333	0.0121	1.55	0.02	
0301440007	DOBLADORS		hm	0.3333	0.0121	3.10	0.04	
	0.14							
Partida	02.04.05	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30m						
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		132.97		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.1333	23.44	3.12	
0101010003	OPERARIO		hh	2.0000	1.3333	23.44	31.25	
0101010005	PEON		hh	2.0000	1.3333	16.76	22.35	
	56.72							
	Materiales							
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"		m3		0.2363	55.00	13.00	
	13.00							
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	56.72	2.84	
	2.84							
	Subpartidas							
010713000102	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 CON MEZCLADORA		m3		0.1050	259.04	27.20	
010713010101	MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3		m3		0.0788	421.40	33.21	
	60.41							
Partida	02.05.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECKNOPOR						
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2		6.33		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	0.1000	0.0200	18.53	0.37	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.2000	16.76	3.35	
	3.72							
	Materiales							
02100400010007	TECNOPOR DE e = 3/4" 0.60 X 1.20 m		pln		0.2500	10.00	2.50	
	2.50							
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	3.72	0.11	
	0.11							
Partida	02.05.02	JUNTAS ASFALTICAS						
Rendimiento	m/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m		7.52		
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0800	18.53	1.48	
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.2400	16.76	4.02	
	5.50							
	Materiales							
02010500010001	ASFALTO RC-250		gal		0.1330	13.00	1.73	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.0023	50.00	0.12	
	1.85							
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.50	0.17	
	0.17							

Partida	02.05.03	JUNTA WATER STOP					
Rendimiento	m/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m		40.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0100	23.44	0.23
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	23.44	2.34
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.2000	16.76	3.35
	Materiales						
0210070002	JUNTA WATER STOP PVC 6"		m		1.0500	11.00	11.55
0240150001	IMPRIMANTE		gal		0.0350	55.25	1.93
0240150004	SELLANTE ELASTICO DE POLIURETANO (CARTUCHO de 310r und				1.5930	12.82	20.42
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	5.92	0.18
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo				0.18
Partida	03.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M					
Rendimiento	m3/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3		15.91	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	23.44	0.31
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.1333	16.76	2.23
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.54	0.08
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	0.1333	99.70	13.29
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm				13.37
Partida	03.01.02	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO C/EQUIPO >= 1.50M					
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3		47.75	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0400	23.44	0.94
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.4000	16.76	6.70
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	7.64	0.23
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm	1.0000	0.4000	99.70	39.88
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3		hm				40.11
Partida	03.01.03	REFINE DE ZANJA EN TERRENO NORMAL					
Rendimiento	m2/DIA	120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m2		2.46	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0067	23.44	0.16
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1333	16.76	2.23
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	2.39	0.07
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo				0.07
Partida	03.01.04	REFINE DE ZANJA EN TERRENO SEMIROCOSO					
Rendimiento	m2/DIA	100.0000	EQ. 100.0000	Costo unitario directo por : m2		3.01	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0080	23.44	0.19
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1600	16.76	2.68
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	2.87	0.14
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo				0.14

Partida	03.01.05	CAMA DE ARENA					
Rendimiento	m3/DIA	80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m3		83.47	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.4000	0.0400	23.44	0.94
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1000	23.44	2.34
0101010005	PEON		hh	4.0000	0.4000	16.76	6.70
		Materiales					
02070200010001	ARENA FINA		m3		1.1000	65.00	71.50
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1100	8.00	0.88
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	9.98	0.30
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.0000	0.1000	8.10	0.81
Partida	03.01.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO <= 1.5 M.					
Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		20.67	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0267	23.44	0.63
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	23.44	6.25
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.5333	16.76	8.94
		Materiales					
0201030001	GASOLINA		gal		0.1500	10.50	1.58
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0800	8.00	0.64
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	15.82	0.47
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.0000	0.2667	8.10	2.16
Partida	03.01.07	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO >= 1.5 M.					
Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		35.07	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0267	23.44	0.63
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.2667	23.44	6.25
0101010005	PEON		hh	5.0000	1.3333	16.76	22.35
		Materiales					
0201030001	GASOLINA		gal		0.1500	10.50	1.58
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0800	8.00	0.64
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	29.23	1.46
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.0000	0.2667	8.10	2.16
Partida	03.01.08	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE					
Rendimiento	m3/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m3		31.18	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0533	16.76	0.89
		Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.89	0.03
03011600010001	CARGADOR FRONTAL FIAT FR-14		hm	1.0000	0.0267	160.00	4.27
0301220004	CAMION VOLQUETE		hm	4.0000	0.1067	243.60	25.99

Partida	03.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 450 MM					
Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m		159.34	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0053	23.44	0.12	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0533	23.44	1.25	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	18.53	0.99	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.2133	16.76	3.57	
	Materiales						
0295010001	TUBERIA HDPE 450 MM	m		1.0500	142.13	149.24	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.93	0.18	
0301220007	CAMION BARANDA	hm	1.0000	0.0533	69.00	3.68	
0301440005	TIRFOR DE 1 TON	hm	1.0000	0.0533	1.80	0.10	
0301440006	TECLE DE 1TON	hm	1.0000	0.0533	3.87	0.21	
	4.17						
Partida	03.02.02	PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 450 MM					
Rendimiento	m/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m		17.46	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	23.44	0.09	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.44	0.94	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	18.53	0.74	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.1600	16.76	2.68	
	Materiales						
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1120	22.58	2.53	
0213030001	YESO	kg		0.4400	9.50	4.18	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1280	2.84	0.36	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.45	0.13	
03010400030003	MOTOBOMBA DE 2" (5HP)	hm	0.5000	0.0200	8.52	0.17	
0301220005	CAMION CISTERNA	hm	1.0000	0.0400	140.88	5.64	
	5.94						
Partida	03.03.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.					
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2		13.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.44	0.94	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	18.53	0.74	
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2800	16.76	4.69	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.0400	10.50	0.42	
0207030001	HORMIGON	m3		0.0615	26.00	1.60	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0060	8.00	0.05	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1800	22.58	4.06	
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0400	15.05	0.60	
	0.60						

Partida	03.03.02		CONCRETO f'c=210 kg/cm2				
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3		356.49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.53	9.27	
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.5000	16.76	41.90	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
74.61							
Materiales							
0201030001	GASOLINA	gal		0.4000	10.50	4.20	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	60.00	42.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.3200	50.00	16.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1850	8.00	1.48	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0800	22.58	205.03	
268.71							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.61	2.24	
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.5000	6.80	3.40	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5000	15.05	7.53	
13.17							

Partida	03.03.03		ENCOFRADO Y DESENCOFRADO				
Rendimiento	m2/DIA	11.0000	EQ. 11.0000	Costo unitario directo por : m2		46.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0727	23.44	1.70	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.7273	23.44	17.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.7273	18.53	13.48	
32.23							
Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.2000	4.50	0.90	
0222140002	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0400	20.00	0.80	
0231020002	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. O CARP.	p2		2.0700	2.84	5.88	
0231050004	TRIPLAY DE 6mm	pln		0.1380	35.00	4.83	
0293010001	CLAVOS	kg		0.2000	3.50	0.70	
13.11							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	32.23	1.61	
1.61							

Partida	03.03.04		ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60				
Rendimiento	kg/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : kg		4.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	23.44	0.08	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	23.44	0.85	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	18.53	0.67	
1.60							
Materiales							
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0210	4.50	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.94	3.15	
3.24							
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.60	0.08	
0301330008	CIZALLA	hm	0.3333	0.0121	1.55	0.02	
0301440007	DOBLADORS	hm	0.3333	0.0121	3.10	0.04	
0.14							

Partida	03.03.05	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30m					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		132.97	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.1333	23.44	3.12	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.44	31.25	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.3333	16.76	22.35	
	Materiales						
0207010006	PIEDRA GRANDE DE 8"	m3		0.2363	55.00	13.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	56.72	2.84	
	Subpartidas						
010713000102	CONCRETO f'c=140 kg/cm2 CON MEZCLADORA	m3		0.1050	259.04	27.20	
010713010101	MORTERO CEMENTO-ARENA 1:3	m3		0.0788	421.40	33.21	
	60.41						
Partida	04.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M					
Rendimiento	m3/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3		15.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	23.44	0.31	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	16.76	2.23	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.54	0.08	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.1333	99.70	13.29	
	13.37						
Partida	04.01.02	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO C/EQUIPO >= 1.50M					
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3		47.75	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	23.44	0.94	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	16.76	6.70	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	7.64	0.23	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.4000	99.70	39.88	
	40.11						
Partida	04.02.01	CONCRETO F'C=140 KG/CM2 PARA FONDO DE BUZONES					
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3		259.04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.0000	23.44	23.44	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.53	9.27	
0101010005	PEON	hh	8.0000	4.0000	16.76	67.04	
	Equipos						
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		6.5000	22.58	146.77	
	Materiales						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	99.75	4.99	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5000	15.05	7.53	
	12.52						

Partida	04.02.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO METALICO PARA BUZONES					
Rendimiento	m2/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m2		33.04	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0500	23.44	1.17	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.0000	16.76	16.76	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.65	0.89	
0301030011	ENCOFRADO METÁLICO	m2		1.0000	2.50	2.50	
	3.39						
Partida	04.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : kg		4.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	23.44	0.08	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	23.44	0.85	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	18.53	0.67	
	1.60						
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0210	4.50	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.94	3.15	
	3.24						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.60	0.08	
0301330008	CIZALLA	hm	0.3333	0.0121	1.55	0.02	
0301440007	DOBLADORS	hm	0.3333	0.0121	3.10	0.04	
	0.14						
Partida	04.02.04	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA MEDIA CAÑA DE BUZONES					
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3		229.85	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	23.44	9.38	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.53	7.41	
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.0000	16.76	33.52	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.4000	23.44	9.38	
	59.69						
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.1200	10.50	1.26	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	60.00	42.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.3200	50.00	16.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1850	8.00	1.48	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		4.5000	22.58	101.61	
	162.35						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	59.69	1.79	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.4000	15.05	6.02	
	7.81						

Partida	04.02.08	TARRAJEO MEZCLA 1:5 E=1.5" ACABADO RAYADO					
Rendimiento	m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		26.76	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	23.44	1.56	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.44	15.63	
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.3333	16.76	5.59	
	Materiales						
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.0182	50.00	0.91	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0060	8.00	0.05	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1164	22.58	2.63	
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.1300	2.84	0.37	
	Equipos						
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"	und		0.0020	10.00	0.02	
	0.02						
Partida	04.02.09	MARCO F°F° Y TAPA DE CONCRETO BUZON					
Rendimiento	und/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : und		294.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
04110500010001	SC TAPA METALICA PARA TANQUE ELEVADO DE (0.60 X 0.60 und			1.0000	294.00	294.00	
	294.00						
Partida	05.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M					
Rendimiento	m3/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3		15.91	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	23.44	0.31	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.1333	16.76	2.23	
	2.54						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.54	0.08	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	1.0000	0.1333	99.70	13.29	
	13.37						
Partida	05.02.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.					
Rendimiento	m2/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2		13.10	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	23.44	0.94	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	18.53	0.74	
0101010005	PEON	hh	7.0000	0.2800	16.76	4.69	
	6.37						
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.0400	10.50	0.42	
0207030001	HORMIGON	m3		0.0615	26.00	1.60	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.0060	8.00	0.05	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.1800	22.58	4.06	
	6.13						
	Equipos						
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.0400	15.05	0.60	
	0.60						

Partida	05.02.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000	Costo unitario directo por : m3		356.49	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5000	18.53	9.27	
0101010005	PEON	hh	5.0000	2.5000	16.76	41.90	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
	Materiales						
0201030001	GASOLINA	gal		0.4000	10.50	4.20	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.7000	60.00	42.00	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.3200	50.00	16.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1850	8.00	1.48	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0800	22.58	205.03	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.61	2.24	
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA	hm	1.0000	0.5000	6.80	3.40	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO	hm	1.0000	0.5000	15.05	7.53	
	13.17						
Partida	05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO					
Rendimiento	m2/DIA	11.0000	EQ. 11.0000	Costo unitario directo por : m2		46.95	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0727	23.44	1.70	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.7273	23.44	17.05	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.7273	18.53	13.48	
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.2000	4.50	0.90	
0222140002	ADITIVO DESMOLDEADOR DE ENCOFRADOS	gal		0.0400	20.00	0.80	
0231020002	MADERA NACIONAL PARA ENCOF. O CARP.	p2		2.0700	2.84	5.88	
0231050004	TRIPLAY DE 6mm	pln		0.1380	35.00	4.83	
0293010001	CLAVOS	kg		0.2000	3.50	0.70	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	32.23	1.61	
	1.61						
Partida	05.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60					
Rendimiento	kg/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : kg		4.98	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	23.44	0.08	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0364	23.44	0.85	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0364	18.53	0.67	
	Materiales						
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0210	4.50	0.09	
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.94	3.15	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	1.60	0.08	
0301330008	CIZALLA	hm	0.3333	0.0121	1.55	0.02	
0301440007	DOBLADORS	hm	0.3333	0.0121	3.10	0.04	
	0.14						
Partida	05.03.01	REJILLA METALICA					
Rendimiento	und/DIA		EQ.	Costo unitario directo por : und		250.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Subcontratos						
04110300010001	SC REJILLA METALICA T-1	und		1.0000	250.00	250.00	
	250.00						

Partida	06.01.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES					
Rendimiento	m2/DIA	350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		1.55	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0023	23.44	0.05
0101010004	OFICIAL		hh	0.5000	0.0114	18.53	0.21
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0229	16.76	0.38
	Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0300	8.00	0.24
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.64	0.02
0301100003	COMPACTADORA DE PLANCHA		día	1.0000	0.0029	26.17	0.08
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	0.5000	0.0114	50.00	0.57
	0.67						
Partida	06.01.02	BASE GRANULAR PARA PARCHADO					
Rendimiento	m2/DIA	350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		16.16	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.2000	0.0046	23.44	0.11
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.0229	18.53	0.42
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.0686	16.76	1.15
	1.68						
	Materiales						
0207040001	MATERIAL GRANULAR		m3		0.3000	35.18	10.55
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.0270	8.00	0.22
	10.77						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.68	0.05
03011900020002	RODILLO VIBRATORIO DYNAPAC LISO CA-25		hm	1.0000	0.0229	135.08	3.09
03012200050001	CAMION CISTERNA (2,500 GLNS.)		hm	0.5000	0.0114	50.00	0.57
	3.71						
Partida	06.01.03	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE PIEDRA					
Rendimiento	m2/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m2		8.62	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0133	23.44	0.31
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.1333	23.44	3.12
0101010004	OFICIAL		hh	2.0000	0.2667	18.53	4.94
	8.37						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	8.37	0.25
	0.25						
Partida	06.02.01	ENCOFRADO DE SARDINEL EN ACERA					
Rendimiento	m2/DIA	25.0000	EQ. 25.0000	Costo unitario directo por : m2		25.35	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0320	23.44	0.75
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.3200	23.44	7.50
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3200	18.53	5.93
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.3200	16.76	5.36
	19.54						
	Materiales						
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8		kg		0.1000	2.64	0.26
0231010001	MADERA TORNILLO		p2		1.5000	2.84	4.26
0293010001	CLAVOS		kg		0.2000	3.50	0.70
	5.22						
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	19.54	0.59
	0.59						

Partida	06.02.02		CONCRETO f'c=210 kg/cm2					
Rendimiento	m3/DIA	16.0000	EQ. 16.0000		Costo unitario directo por : m3		356.49	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.5000	18.53	9.27	
0101010005	PEON		hh	5.0000	2.5000	16.76	41.90	
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.5000	23.44	11.72	
	Materiales							
0201030001	GASOLINA		gal		0.4000	10.50	4.20	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3		0.7000	60.00	42.00	
02070200010002	ARENA GRUESA		m3		0.3200	50.00	16.00	
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA		m3		0.1850	8.00	1.48	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol		9.0800	22.58	205.03	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	74.61	2.24	
03012900010003	VIBRADOR A GASOLINA		hm	1.0000	0.5000	6.80	3.40	
0301290003	MEZCLADORA DE CONCRETO		hm	1.0000	0.5000	15.05	7.53	
							13.17	

Partida	06.03.01		IMPRIMACION ASFALTICA					
Rendimiento	m2/DIA	4,500.0000	EQ. 4,500.0000		Costo unitario directo por : m2		0.83	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0018	23.44	0.04	
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.0107	16.76	0.18	
	Materiales							
0207020001	ARENA		m3		0.0045	33.15	0.15	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.22	0.01	
03011400060003	COMPRESORA NEUMATICA 250 - 330 PCM - 87 HP		hm	1.0000	0.0018	67.17	0.12	
03011600020001	MINI CARGADOR BOB CAT 953		hm	1.0000	0.0018	48.82	0.09	
03012200080002	CAMION IMPRIMADOR 6X2 178-210 HP 1,800 gl		hm	1.0000	0.0018	133.75	0.24	
							0.46	

Partida	06.03.02		CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 4"					
Rendimiento	m2/DIA	340.0000	EQ. 340.0000		Costo unitario directo por : m2		185.00	
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ		hh	1.0000	0.0235	23.44	0.55	
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.0235	23.44	0.55	
0101010005	PEON		hh	6.0000	0.1412	16.76	2.37	
	Materiales							
0201050005	MEZCLA ASFALTICA		m3		1.3000	133.47	173.51	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	3.47	0.17	
03011000040001	RODILLO NEUMATICO AUTOPREPULSADO 5.5 - 20 ton		hm	1.0000	0.0235	122.89	2.89	
0301190002	RODILLO VIBRATORIO		hm	1.0000	0.0235	82.26	1.93	
03013900020002	PAVIMENTADORA SOBRE ORUGAS 69 HP 10-16'		hm	1.0000	0.0235	128.88	3.03	
							8.02	

Anexo 37: Presupuesto Presupuesto

Presupuesto **1003001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **001 CONSTRUCCION DE DRENAJE PLUVIAL**
 Cliente **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**
 Lugar **LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO**

Costo al **01/01/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial S/.
01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES				166,563.60	63,157.75	62,701.12	400.00	292,748.63
01.01	OBRAS PROVISIONALES				1,991.13	4,157.80	2.73	400.00	6,551.66
01.01.01	CARTEL DE OBRA 3.60x4.80	und	1.00	751.66	91.13	657.80	2.73		751.66
01.01.02	ALQUILER DE ALMACEN Y GUARDIANA	mes	4.00	575.00	1,900.00			400.00	2,300.00
01.01.03	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS Y MAQUINARIAS	glb	1.00	3,000.00		3,000.00			3,000.00
01.01.04	AGUA PARA LA OBRA	glb	1.00	500.00		500.00			500.00
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				164,572.47	58,999.95	62,698.39		286,196.97
01.02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	9,289.33	2.67	23,649.34		1,179.74		24,802.51
01.02.02	TRAZO Y REPLANTEO INICIAL	m	8,112.31	2.04	12,081.50	2,385.99	2,130.78		16,549.11
01.02.03	TRAZO Y REPLANTEO PARA ESTRUCTURAS	m2	2,186.04	1.61	2,709.90	46.52	760.50		3,519.52
01.02.04	CORTE DE PAVIMENTO DE CONCRETO CON DISCO e=0.20 m.	m	6,839.25	26.79	109,975.14	56,567.44	16,660.41		183,223.51
01.02.05	DEMOLICION DE PAVIMENTO DE CONCRETO	m2	3,047.17	16.58	12,688.41		37,858.04		50,522.08
01.02.06	ELIMINACION DE MATERIAL DE DEMOLICIONES	m3	609.43	6.75	163.43		3,943.69		4,113.65
01.02.07	REMOCIÓN DE BLOQUES DE PIEDRA	m2	952.36	3.64	3,304.75		165.23		3,466.59
02	CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES PRINCIPALES				752,633.15	1,311,197.51	357,913.18		2,420,554.99
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				258,995.72	46,192.28	280,209.23		585,381.89
02.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M	m3	8,682.16	15.91	22,103.56		116,047.57		138,133.17
02.01.02	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO C/EQUIPO >= 1.50M	m3	1,378.08	47.75	10,530.74		55,273.69		65,803.32
02.01.03	REFINE DE ZANJA EN TERRENO NORMAL	m2	3,286.40	2.46	7,858.29		235.63		8,084.54
02.01.04	REFINE DE ZANJA EN TERRENO SEMIROCOSO	m2	2,722.70	3.01	7,811.75		390.71		8,195.33
02.01.05	CAMA DE ARENA	m3	347.77	83.47	3,472.69	25,171.60	385.81		29,028.36
02.01.06	ENTIBADOS Y REFUERZOS DE ZANJAS	m2	2,464.19	31.63	72,804.11	5,145.22			77,942.33
02.01.07	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO <= 1.5 M.	m3	5,789.17	20.67	91,558.06	12,823.01	15,253.71		119,662.14
02.01.08	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO >= 1.5 M.	m3	1,378.08	35.07	40,272.19	3,052.45	4,991.08		48,329.27
02.01.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	2,892.99	31.18	2,584.33		87,631.03		90,203.43
02.02	CONCRETO ARMADO				363,781.07	552,384.94	31,603.00		947,254.65
02.02.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	1,687.88	13.10	10,754.50	10,349.07	1,016.10		22,111.23
02.02.02	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 EN COLECTORES	m3	1,012.73	356.49	75,554.73	272,127.04	13,330.86		361,028.12
02.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	5,570.01	46.95	179,515.13	73,016.15	8,976.07		261,511.97
02.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	60,763.72	4.98	97,956.71	196,892.68	8,279.97		302,603.33
02.03	TUBERÍAS Y ACCESORIOS				39,805.85	616,469.98	38,737.98		695,026.55
02.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 450 MM	m	3,284.29	159.34	19,496.02	490,135.94	13,655.46		523,318.77
02.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 500 MM	m	101.44	183.87	645.30	17,555.31	451.86		18,651.77
02.03.03	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 630 MM	m	338.21	256.39	2,511.66	82,441.22	1,759.84		86,713.66
02.03.04	PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 450 MM	m	3,284.29	17.46	14,628.76	23,228.08	19,505.72		57,343.70
02.03.05	PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 500 MM	m	101.44	18.96	516.45	717.44	688.40		1,923.30

Fecha : **11/11/2020 12:07:00p.m.**

Presupuesto

Presupuesto **1003001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **001 CONSTRUCCION DE DRENAJE PLUVIAL**
 Cliente **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**
 Lugar **LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO**

Costo al **01/01/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial S/.
02.03.06	PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 630 MM	m	338.21	20.92	2,007.66	2,391.99	2,676.70		7,075.35
02.04	CABEZALES DE SALIDA				86,400.80	94,042.10	7,253.58		187,021.95
02.04.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	89.70	13.10	571.53	549.99	54.00		1,175.07
02.04.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	98.04	356.49	7,314.28	26,343.98	1,290.53		34,950.28
02.04.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	478.88	46.95	15,433.75	6,277.54	771.72		22,483.42
02.04.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	7,842.84	4.98	12,643.38	25,413.16	1,068.71		39,057.34
02.04.05	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30m	m2	672.00	132.97	50,437.86	35,457.43	4,068.62		89,355.84
02.05	OBRAS VARIAS				3,649.71	2,108.21	109.39		5,869.95
02.05.01	JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON TECKNOPOR	m2	115.80	6.33	431.08	289.50	12.92		733.01
02.05.02	JUNTAS ASFALTICAS	m	559.70	7.52	3,081.04	1,032.09	92.35		4,208.94
02.05.03	JUNTA WATER STOP	m	23.20	40.00	137.59	786.62	4.12		928.00
03	CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES SECUNDARIOS				160,050.83	502,522.07	125,507.41		787,710.32
03.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				83,287.86	25,946.80	94,059.50		203,293.27
03.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M	m3	4,284.05	15.91	10,906.59		57,261.51		68,159.24
03.01.02	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO C/EQUIPO >= 1.50M	m3	142.80	47.75	1,091.22		5,727.59		6,818.70
03.01.03	REFINE DE ZANJA EN TERRENO NORMAL	m2		2.46					
03.01.04	REFINE DE ZANJA EN TERRENO SEMIROCOSO	m2	2,436.43	3.01	6,990.41		349.63		7,333.65
03.01.05	CAMA DE ARENA	m3	243.64	83.47	2,432.89	17,634.66	270.30		20,336.63
03.01.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO <= 1.5 M.	m3	3,609.86	20.67	57,091.39	7,995.84	9,511.51		74,615.81
03.01.07	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO >= 1.5 M.	m3	142.80	35.07	4,173.10	316.30	517.19		5,008.00
03.01.08	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	674.19	31.18	602.26		20,421.77		21,021.24
03.02	TUBERÍAS Y ACCESORIOS				28,163.11	423,678.62	27,367.87		479,219.94
03.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA HDPE 450 MM	m	2,710.52	159.34	16,090.02	404,508.52	11,269.83		431,894.26
03.02.02	PRUEBA HIDRÁULICA TUBERÍA HDPE 450 MM	m	2,710.52	17.46	12,073.09	19,170.10	16,098.04		47,325.68
03.03	CABEZALES DE SALIDA				48,599.86	52,896.65	4,080.04		105,197.11
03.03.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	50.45	13.10	321.44	309.33	30.37		660.90
03.03.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	55.14	356.49	4,113.72	14,816.48	725.83		19,656.86
03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	269.37	46.95	8,681.49	3,531.12	434.09		12,646.92
03.03.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	4,411.60	4.98	7,111.91	14,294.91	601.15		21,969.77
03.03.05	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.30m	m2	378.00	132.97	28,371.30	19,944.81	2,288.60		50,262.66
04	CONSTRUCCIÓN DE BUZONES				258,183.17	199,340.52	25,232.79	26,754.00	509,390.84
04.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				159.95		839.72		999.58
04.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M	m3	45.42	15.91	115.63		607.09		722.63
04.01.02	EXCAVACION EN TERRENO SEMIROCOSO C/EQUIPO >= 1.50M	m3	5.80	47.75	44.32		232.63		276.95
04.02	BUZONES				258,023.22	199,340.52	24,393.07	26,754.00	508,391.26
04.02.01	CONCRETO F'c=140 KG/CM2 PARA FONDO DE BUZONES	m3	627.82	259.04	62,621.90	92,145.14	7,855.60		162,630.49

Fecha : **11/11/2020 12:07:00p.m.**

Presupuesto

Presupuesto **1003001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **001 CONSTRUCCION DE DRENAJE PLUVIAL**
 Cliente **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**
 Lugar **LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO**

Costo al **01/01/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial S/.
04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO METALICO PARA BUZONES	m2	3,485.51	33.04	103,352.35		11,814.14		115,161.25
04.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	15,293.10	4.98	24,653.88	49,554.23	2,083.91		76,159.64
04.02.04	CONCRETO F'C=100 KG/CM2 PARA MEDIA CAÑA DE BUZONES	m3	68.61	229.85	4,094.93	11,138.83	535.89		15,770.01
04.02.05	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA TAPA DE BUZONES	m3	9.15	356.49	682.64	2,458.66	120.44		3,261.88
04.02.06	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA BUZONES	m3	155.52	339.98	14,485.08	36,444.56	1,944.67		52,873.69
04.02.07	TARRAJEO MEZCLA 1:3 E=0.5 CM ACABADO PULIDO	m2	960.57	31.31	26,253.53	3,799.55	19.21		30,075.45
04.02.08	TARRAJEO MEZCLA 1:5 E=1.5" ACABADO RAYADO	m2	960.57	26.76	21,878.91	3,799.55	19.21		25,704.85
04.02.09	MARCO F°F° Y TAPA DE CONCRETO BUZON	und	91.00	294.00				26,754.00	26,754.00
05	CONSTRUCCIÓN DE SUMIDEROS				402,815.15	438,069.58	67,360.83	60,500.00	968,324.81
05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				7,393.18		38,815.47		46,202.64
05.01.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL C/EQUIPO <= 1.50 M	m3	2,904.00	15.91	7,393.18		38,815.47		46,202.64
05.02	SUMIDEROS				395,421.97	438,069.58	28,545.36		861,622.17
05.02.01	CONCRETO SOLADO MEZCLA 1:12 CEMENTO-HORMIGON e=0.05 m.	m2	726.00	13.10	4,625.78	4,451.39	437.05		9,510.60
05.02.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	617.00	356.49	46,031.29	165,791.85	8,121.76		219,954.33
05.02.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	8,228.00	46.95	265,179.14	107,859.21	13,259.42		386,304.60
05.02.04	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg	49,368.00	4.98	79,585.76	159,967.13	6,727.13		245,852.64
05.03	OBRAS VARIAS							60,500.00	60,500.00
05.03.01	REJILLA METALICA	und	242.00	250.00				60,500.00	60,500.00
06	REPOSICION DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE				88,282.90	210,986.55	26,501.42		325,730.71
06.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				17,301.43	44,034.83	17,752.38		79,041.01
06.01.01	PERFILADO COMPACTADO Y CONFORMACION DE SUBRASANTE Y BASES	m2	3,999.53	1.55	2,595.52	959.89	2,660.06		6,199.27
06.01.02	BASE GRANULAR PARA PARCHADO	m2	3,999.53	16.16	6,726.79	43,074.94	14,853.18		64,632.40
06.01.03	COLOCACIÓN DE BLOQUES DE PIEDRA	m2	952.36	8.62	7,979.12		239.14		8,209.34
06.02	CONCRETO SIMPLE				67,722.76	157,116.82	8,136.73		232,979.69
06.02.01	ENCOFRADO DE SARDINEL EN ACERA	m2	1,331.99	25.35	26,031.99	6,958.32	780.81		33,765.95
06.02.02	CONCRETO f'c=210 kg/cm2	m3	558.82	356.49	41,690.77	150,158.50	7,355.92		199,213.74
06.03	PAVIMENTO FLEXIBLE				231.62	8,820.88	521.58		9,574.76
06.03.01	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	253.08	0.83	56.07	37.75	115.43		210.06
06.03.02	CARPETA ASFALTICA EN CALIENTE DE 4"	m2	50.62	185.00	175.55	8,783.13	406.15		9,364.70
06.04	OBRAS VARIAS				3,027.09	1,014.02	90.73		4,135.25
06.04.01	JUNTAS ASFALTICAS	m	549.90	7.52	3,027.09	1,014.02	90.73		4,135.25
	COSTO DIRECTO								5,304,460.30
	GASTOS GENERALES (12%)								636,535.24
	UTILIDADES (10%)								530,446.03

	SUBTOTAL								6,471,441.57

Fecha : **11/11/2020 12:07:00p.m.**

Presupuesto

Presupuesto **1003001 DISEÑO DE UN SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL URBANO EN LA CIUDAD DE OTUZCO, LA LIBERTAD**
 Subpresupuesto **001 CONSTRUCCION DE DRENAJE PLUVIAL**
 Cliente **PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU**
 Lugar **LA LIBERTAD - OTUZCO - OTUZCO**

Costo al **01/01/2021**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Mano de Obra	Material	Equipo	Subcontrato	Parcial S/.
	IGV (18%)								1,164,859.48
	PRESUPUESTO TOTAL								7,636,301.05
<p>SON : CINCO MILLONES TRESCIENTOS CUATRO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y 30/100 NUEVOS SOLES</p>									

Anexo 38: Panel fotográfico



Foto 1. Calle empedrada del centro de Otuzco



Foto 2. Calle maltratada por la mala evacuación de lluvias



Foto 3. Composición del suelo de Otuzco



Foto 4. Vista panorámica de la parte oeste de Otuzco



Foto 5. Vista panorámica de la parte este de Otuzco



Foto 6. Río Leche aguas arriba



Foto 7. Plaza de armas de Otuzco

Anexo 39 - Tablas útiles

Tabla 1. Unidades de medida

Parámetros	Unidades SI
Acumulación de contaminantes	Masa/longitud Masa/hectárea
Almacenamiento en depresión	Milímetros (mm)
Altura manométrica (en bombas)	Metros (m)
Anchura	Metros (m)
Área de subcuenca de depósito de almacenamiento de zona inundable	Hectáreas (ha) Metros cuadrados (m ²) Metros cuadrados (m ²)
Calado (nivel de agua)	Metros (m)
Caudal	CMS (m ³ /s) LPS (lps) MLD
Coefficiente de descarga Orificio Vertedero	Adimensional (m ³ /s)/m ⁿ
Coefficiente n de <i>Manning</i>	Adimensional
Concentración (masa)	mg/l µg/l Unidades/litro (Uds/l)
Conductividad hidráulica	mm/h
Constante de decaimiento para infiltración para contaminantes	1/horas (h ⁻¹) 1/días
Diámetro	Metros (m)
Elevación (cota del terreno)	Metros (m)
Evaporación	mm/día
Intervalo de limpieza de calles	Días
Lluvias Intensidad de lluvias Volumen	mm/h Milímetros (mm)
Longitud	Metros (m)
Pendiente de subcuencas de sección transversal	Porcentaje (%) Adimensional (m/m)
Succión capilar	Milímetros (mm)
Tasa de infiltración	mm/h
Volumen	Metros cúbicos (m ³)

(Water Supply and Water Resources Division of the US Environmental Protection Agency, & Camp Dresser & McKee Inc., 2006)

Tabla 2. Características del suelo

Textura del suelo	K (mm/h)	Ψ (mm)	ϕ	FC	WP
Arena	120,40	49	0,437	0,062	0,024
Arena margosa	29,97	61	0,437	0,105	0,047
Marga Arenosa	10,92	110	0,453	0,190	0,085
Marga	3,30	89	0,463	0,232	0,116
Sedimentos de marga	6,60	170	0,501	0,284	0,135
Marga areno-arcillosa	1,52	220	0,398	0,244	0,136
Marga arcillosa	1,02	210	0,464	0,310	0,187
Sedimentos de marga arcillosa	1,02	270	0,471	0,342	0,210
Arcilla arenosa	0,51	240	0,430	0,321	0,221
Sedimentos de arcilla	0,51	290	0,479	0,371	0,251
Arcilla	0,25	320	0,475	0,378	0,265

(Rawls, W.J. et al., 1983)

Tabla 3. Tipo de Suelos según el NRCS (National Resources Conservation Service)

Tipo	Descripción	K (mm/h)
A	Bajo potencial de escorrentía. Suelos con una alta tasa de infiltración incluso cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en arenas y gravas con drenaje profundo entre bueno y excesivo.	≥ 11
B	Suelos con tasa de infiltración media cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos con drenaje profundo a moderado y textura de grano mediano. Ejemplos: marga arenosa o loess poco profundo.	3,75 – 7,5
C	Suelos con tasa de infiltración baja cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos con una capa que impide el flujo de agua hacia abajo, o suelos con textura de grano fino. Ejemplos: marga arcillosa o marga arenosa poco profunda.	1,25 – 3,75
D	Alto potencial de escorrentía. Suelos con tasa de infiltración muy baja cuando están completamente mojados. Consisten principalmente en suelos arcillosos con un alto potencial de expansión, con un nivel freático permanentemente alto, con cubierta de arcilla en o cerca de la superficie y suelos poco profundos con una capa impermeable cerca de la superficie.	$\leq 1,25$

(Water Supply and Water Resources Division of the US Environmental Protection Agency, & Camp Dresser & McKee Inc., 2006)

Donde:

K: Conductividad hidráulica saturada (mm/h)

Ψ : Altura de succión (mm)

ϕ : Porosidad (fracción)

FC: Capacidad del campo (fracción)

WP: Punto de marchitamiento (fracción)

Tabla 4. Número de Curva para escorrentía (CN) según el SCS¹

Descripción del uso del suelo	Tipo de Suelos			
	A	B	C	D
Tierra cultivada				
Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastos y prados				
En malas condiciones	68	79	86	89
En buenas condiciones	39	61	74	80
Pradera				
En buenas condiciones	30	58	71	78
Terreno boscoso				
Poco denso, cubierta forestal pobre o inexistente	45	66	77	83
Buena cubierta forestal ²	25	55	70	77
Espacios abiertos (césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.)				
En buenas condiciones (75% o más de hierba)	39	61	74	80
En pobres condiciones (50-75% de hierba)	49	69	79	84
Zonas comerciales (85% impermeable)	89	92	94	95
Polígonos industriales (72% impermeable)	81	88	91	93
Zona residencial ³				
Tamaño medio de la parcela ⁴ (% impermeabilidad ⁵)				
< 500 m ² (65%)	77	85	90	92
1000 m ² (38%)	61	75	83	87
1500 m ² (30%)	57	72	81	86
2000 m ² (25%)	54	70	80	85
4000 m ² (20%)	51	68	79	84
Aparcamientos pavimentados, tejados, caminos asfaltados, etc. ⁶	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentados, con cunetas y colectores de drenaje	98	98	98	98
Caminos de grava	76	85	89	91
Sucios	72	82	87	89

(SCS *Urban Hydrology for Small Watersheds*, 1986)

Donde:

¹ N.d.T. SCS = *Soil Conservation Service*. Condiciones de humedad antecedentes de tipo II.

² Se entiende por buena cubierta la que está protegida del pastoreo y la basura; y dispone de arbustos.

³ Los números de curva se calculan asumiendo que la escorrentía de casas y vías se dirige hacia la calle, con una mínima aportación del tejado a la zona ajardinada, donde ocurriría una infiltración adicional.

⁴ N.d.T. Al pasar las unidades del original en acres a m² se han realizado algunos redondeos mínimos a la baja. Para ver los valores del manual original se recomienda consultar la ayuda del programa o la fuente referida.

⁵ El área permeable restante se considera a efectos del cálculo del número de curva como si fuese pasto en buenas condiciones.

⁶ Para áreas con un clima templado se puede utilizar un número de curva de 95.

Tabla 5. Valores típicos de almacenamiento en depresión

Superficie impermeable	1,25 - 2,5 mm
Césped y hierba	2,5 - 5 mm
Pastos y prados	≈ 5 mm
Lecho forestal	≈ 7,5 mm

(ASCE, 1992)