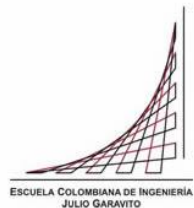


Maestría en Ingeniería Civil

Control de escorrentías urbanas mediante pozos de infiltración: Aplicación práctica a un tramo del Colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón Bogotá D.C.

Elkin Duván Cubides Castro

Bogotá, D.C., 02 de Noviembre de 2016

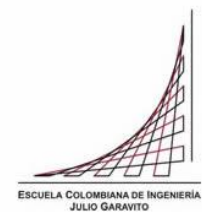


**Control de escorrentías urbanas mediante pozos de infiltración:
Aplicación práctica a un tramo del Colector de aguas lluvias de la
localidad de Fontibón Bogotá D.C.**

**Tesis para optar al título de magíster en Ingeniería Civil, con énfasis
en Recursos hidráulicos y medio ambiente**

Germán Ricardo Santos Granados
Director

Bogotá, D.C., 02 de Noviembre de 2016



La tesis de maestría titulada “Control de escorrentías urbanas mediante pozos de infiltración: Aplicación práctica a un tramo del Colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón Bogotá D.C.”, presentada por Elkin Duván Cubides Castro, cumple con los requisitos establecidos para optar al título de Magíster en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos hidráulicos y medio ambiente.

Director de la tesis

Germán Ricardo Santos Granados

Jurado

Héctor Alfonso Rodríguez Díaz

Jurado

Héctor Matamoros Rodríguez

Bogotá, D.C., 02 de Noviembre de 2016

Dedicatoria

A mis padres, quienes con todo su empeño y amor han hecho posible más de un sueño. A mis hermanos.

Agradecimientos

Gracias a mis padres, quienes en todo momento han apoyado cada uno de mis logros; a mis abuelos, quienes son el principio de una nueva generación, a mis hermanos, quienes con amor y apoyo me ayudaron a sobrellevar los pasos de la vida, a mis amigos quienes con cada palabra y conocimiento aportaron al crecimiento intelectual y personal y a todos aquellos quienes contribuyeron con material intelectual para el desarrollo de esta tesis.

Resumen

En el marco del manejo del recurso hídrico y el medio ambiente, el control de escorrentía superficial es un área de estudio de gran importancia en el desarrollo de las ciudades. El crecimiento exponencial y el aumento de zonas duras hacen que el transporte de los aportes generados por distintas tormentas sea cada día mayor, tenga grandes implicaciones ambientales y económicas, requiriendo estructuras de mayores tamaños y extensiones. Cuando no es posible el control mediante estos elementos, se presentan fenómenos de inundación afectando la calidad de vida de la población, siendo necesario formular planes de emergencia para mitigar los riesgos.

La calidad del agua es otro aspecto fundamental que hace parte de este fenómeno. El tránsito que se realiza en los sistemas existentes permite que los aportes estén expuestos a múltiples factores de contaminación. La disposición deberá regularse y tratarse antes de entregar a un cuerpo de agua, generando así costos adicionales para la operación de estos sistemas de alcantarillado pluvial.

El presente documento de investigación pretende demostrar la importancia del manejo de sistemas de drenaje urbano alternativos con el fin de aminorar los picos de tormentas que se presentan en un determinado sector, teniendo en cuenta que a nivel general se presentan fenómenos de inundaciones por obstrucciones o aportes no tenidos en cuenta al momento del diseño en los colectores que hacen parte del sistema de alcantarillado pluvial. Para este fin se analizarán herramientas computacionales y parámetros de diseño de algunos elementos de control (LID).

Índice general

Capítulo 1	Generalidades y gestión del agua	14
1.1	Aspectos Generales	14
1.2	Planteamiento del problema	15
1.3	Objetivos	17
1.3.1	Objetivo General	17
1.3.2	Objetivos específicos	17
1.4	Estructura del Documento	18
1.5	Gestión del agua	20
1.5.1	Ciclo hidrológico	20
1.5.2	Efectos de la expansión urbanística en las aguas pluviales	22
1.6	ENFOQUE ALTERNATIVO PARA LA GESTIÓN DE PLUVIALES	28
1.6.1	Tipologías	32
1.6.2	Criterios generales de diseño	41
Capítulo 2	Pozos de infiltración: Estado del arte	45
2.1	Definiciones	46
2.2	Pozos de infiltración	47
2.2.1	Ventajas y desventajas	48
2.2.2	Riesgos y precauciones	49
2.2.3	Objetivos	50
2.2.4	Metodología y parámetros de diseño	50
2.3	Hidrología e hidráulica	54
2.3.1	Análisis hidrológico	54
	Método racional	55
2.3.2	Análisis hidráulico	58
2.4	Detalles constructivos generales	70
Capítulo 3	Caso de estudio: Colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón Bogotá D.C.	76
3.1	CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA: CASO DE ESTUDIO	76
3.1.1	Área de estudio.	76
3.1.2	Trabajos de campo	77
3.2	PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS COLECTORES	89
3.2.1	Caudales de diseño	89
3.2.2	Análisis hidráulico	93
3.2.3	Aspectos hidrológicos e hidráulicos	96
3.3	ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DEL ESCENARIO HIDROLOGICO	97
3.3.1	Objeto	97

3.3.2	Obtención de los hietogramas a partir de curvas IDF	98
3.4	SIMULACIÓN MATEMÁTICA	98
3.4.1	El modelo SWMM	98
3.4.2	Conceptualización del sistema	111
3.4.3	Parámetros adoptados	112
3.4.4	Escenarios simulados	117
3.5	CONSIDERACIONES	118
Capítulo 4	Resultados y Discusión	119
4.1	HOJA DE DISEÑO SWMM (EXCEL)	119
4.1.1	Análisis Flujo Uniforme	120
4.1.2	Hietogramas de diseño	123
4.1.3	Modelo EPA SWMM	123
4.2	RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS SIMULADOS	126
4.2.1	Resultados Escenario 1: Análisis del flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica.	126
4.2.2	Resultados Escenario 2: Análisis del flujo mediante onda dinámica sin controles LID	169
4.2.3	Resultados Escenario 3: Análisis del flujo mediante onda dinámica con controles LID	181
Capítulo 5	Conclusiones y recomendaciones	202
5.1	CONCLUSIONES	202
5.2	LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN	206
Capítulo 6	Bibliografía y referencias	207

Lista de tablas

Tabla 1. Comparación entre el sistema de drenaje convencional y el sistema alternativo SUDS.	31
Tabla 2. Coeficiente de rugosidad “n” de Manning para distintos tipos de superficie.	61
Tabla 3. Localización de los pozos y cámaras proyectado/existentes.	77
Tabla 4. Ubicación y Profundidad de Perforaciones.	79
Tabla 5. Nivel Freático Costado Oriental	81
Tabla 6. Nivel Freático Costado Occidental	81
Tabla 7. Parámetros Capas de Suelo	86
Tabla 8. Coeficientes de escorrentía	90
Tabla 9. Constantes de la EAB para el cálculo de la intensidad de lluvias	92
Tabla 10. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para conductos cerrados	94
Tabla 11. Velocidad máxima permisible	95
Tabla 12. Parámetros de la Curva IDF de la zona del proyecto y cálculo de intensidad para distintas duraciones y periodos de retorno.	133
Tabla 13. Lámina de agua de los colectores proyectados	144
Tabla 14. Capacidad hidráulica de los colectores proyectados	146
Tabla 15. Datos hidrograma salida nodo DESP86 – Flujo uniforme	148
Tabla 16. Datos hidrograma salida nodo DESP87 – Flujo uniforme	148
Tabla 17. Lámina de agua de los colectores proyectados – Onda cinemática	151
Tabla 18. Capacidad hidráulica de los colectores proyectados – Onda cinemática	153
Tabla 19. Datos hidrograma salida nodo DESP86 – Onda cinemática	156
Tabla 20. Datos hidrograma salida nodo DESP87 – Onda cinemática	156
Tabla 21. Lámina de agua de los colectores proyectados – Onda dinámica	159
Tabla 22. Capacidad hidráulica de los colectores proyectados – Onda dinámica	160
Tabla 23. Datos hidrograma salida nodo DESP86 – Onda dinámica	163
Tabla 24. Datos hidrograma salida nodo DESP87 – Onda dinámica	163
Tabla 25. Resumen lámina de agua flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica	164
Tabla 26. Resumen caudal máximo y capacidad hidráulica flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica	166
Tabla 27. Subcatchment Runoff (Escorrentía almacenada).	170
Tabla 28. Node Inflow (Flujo de entrada en el nodo).	171
Tabla 29. Outfall Loading (Desagüe descargado).	172
Tabla 30. Flow Classification (Clasificación del flujo).	173
Tabla 31. Datos hidrogramas	177
Tabla 32. Datos hidrogramas	179
Tabla 33. Caudales transportados y capacidad hidráulica modelo SWMM vs Flujo uniforme – Hoja de Excel – convencional.	180
Tabla 34. Subcatchment Runoff (Escorrentía almacenada).	188
Tabla 35. LID Performance (Desempeño del control LID)	188
Tabla 36. Node Depth (lámina de agua en el nodo).	189
Tabla 37. Node Inflow (Flujo de entrada en el nodo).	190
Tabla 38. Outfall Loading (Desagüe descargado).	190
Tabla 39. Link Flow (Caudal en la tubería).	191
Tabla 40. Flow Classification (Clasificación del flujo).	192
Tabla 41. Datos hidrogramas	194
Tabla 42. Datos hidrogramas	196
Tabla 43. Datos hidrogramas – Reducción de picos	199
Tabla 44. Datos hidrogramas – Reducción de picos	200

Lista de figuras

Figura 1. El ciclo hidrológico	21
Figura 2. El ciclo hidrológico del agua en las ciudades	22
Figura 3. Cambios inducidos por el desarrollo urbano en la transformación lluvia-escorrentía (Momparker, y otros, 2007 pág. 3)	23
Figura 4. Impactos de la urbanización en una cuenca (Woods-Ballard, y otros, 2007 pág. 22)	24
Figura 5. Ajuste de los parámetros de las subcuencas antes y después de la implementación de los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) o controles LIDs	30
Figura 6. Cadena de gestión en el sistema SUDS	42
Figura 7. Cadena de gestión de escorrentía de los sistemas de alcantarillado convencionales vs la aplicación de los sistemas SUDS (pozos/zanjas de infiltración)	45
Figura 8. Zonas de humedad durante la infiltración.	66
Figura 9. Infiltración mediante la ecuación de Horton.	69
Figura 10. Pozo de absorción Construido in-situ	71
Figura 11. Pozo de absorción/infiltración prefabricado con tubería perforada	72
Figura 12. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ	72
Figura 13. Zanja de infiltración Construido in-situ	72
Figura 14. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ	73
Figura 15. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ	73
Figura 16. Zanja de infiltración de entrada	74
Figura 17. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ	75
Figura 18. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ	75
Figura 19. Localización del colector sobre las calles 13 y 17 entre la Av. Ciudad de Cali y la Carrera 96B	76
Figura 20. Planta general de localización de las estructuras proyectadas/existentes.	78
Figura 21. Localización de Perforaciones Realizadas	80
Figura 22. Variación del Contenido de Humedad con la Profundidad	83
Figura 23. Composición Granulométrica	85
Figura 24. Perfil Geotécnico - 1	87
Figura 25. Perfil Geotécnico - 2	88
Figura 26 – Volumen de control, análisis ecuaciones de continuidad	101
Figura 27. Perfiles del flujo onda dinámica vs onda cinemática	108
Figura 28. LID Control Editor – Infiltration Trench	114
Figura 29. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme – 1	120
Figura 30. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme - 2	121
Figura 31. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme - 3	121
Figura 32. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme - 4	122
Figura 33. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme – 5	123
Figura 34. Datos de entrada – Hoja 2. Hietogramas de diseño	123
Figura 35. Datos de entrada – Hoja 3. Modelo EPA SWMM – 1	124
Figura 36. Datos de entrada – Hoja 3. Modelo EPA SWMM – 1	124
Figura 37. Datos de entrada – Hoja 3. Modelo EPA SWMM – 2	125
Figura 38. Análisis del Flujo Uniforme – Información de los pozos - Hoja 1. Escenario 1	127
Figura 39. Análisis del Flujo Uniforme – Determinación del Caudal - Hoja 1. Escenario 1 - 1	128
Figura 40. Análisis del Flujo Uniforme – Determinación del Caudal - Hoja 1. Escenario 1 – 2	129
Figura 41. Análisis del Flujo Uniforme – Determinación del Caudal - Hoja 1. Escenario 1 - 3	130
Figura 42. Análisis del Flujo Uniforme – Diseño hidráulico - Hoja 1. Escenario 1 - 1	131
Figura 43. Análisis del Flujo Uniforme – Diseño hidráulico - Hoja 1. Escenario 1 - 2	132
Figura 44. Curva IDF de la zona del proyecto	133
Figura 45. Hietograma generado método bloque alternativo – Periodo de retorno 3 años	134
Figura 46. Hietograma generado método bloque alternativo – Periodo de retorno 5 años	135
Figura 47. Hietograma generado método bloque alternativo – Periodo de retorno 10 años	136
Figura 48. Información requerida para generar el modelo en SWMM	137
Figura 49. Descripción de las áreas asociadas al pozo	138

Figura 50. Información requerida para el análisis de infiltración (Método de Horton)	139
Figura 51. Planta general del colector proyectado	140
Figura 52. Perfil del colector proyectado – 1	141
Figura 53. Perfil del colector proyectado – 2	141
Figura 54. Planta general, caudales por tramos – Flujo uniforme	142
Figura 55. Error de continuidad – Flujo uniforme	142
Figura 56. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Flujo uniforme – 1	143
Figura 57. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Flujo uniforme – 2	143
Figura 58. Hidrograma de salida nodo DESP86 – Flujo uniforme	147
Figura 59. Hidrograma de salida nodo DESP87 – Flujo uniforme	147
Figura 60. Planta general, caudales por tramos – Onda cinemática	149
Figura 61. Error de continuidad – Onda cinemática	149
Figura 62. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda cinemática - 1	150
Figura 63. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda cinemática – 2	150
Figura 64. Hidrograma de salida nodo DESP86 – Onda cinemática	155
Figura 65. Hidrograma de salida nodo DESP87 – Onda cinemática	155
Figura 66. Planta general, caudales por tramos – Onda dinámica	157
Figura 67. Error de continuidad – Onda dinámica	157
Figura 68. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda dinámica – 1	158
Figura 69. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda dinámica - 2	158
Figura 70. Hidrograma de salida nodo DESP86 – Onda dinámica	162
Figura 71. Hidrograma de salida nodo DESP87 – Onda dinámica	162
Figura 72. Lámina de agua en los nodos – Comparación de tipos de análisis	166
Figura 73. Caudales máximos en las tuberías – Comparación de tipos de análisis	167
Figura 74. Capacidad hidráulica en las tuberías – Comparación de tipos de análisis	168
Figura 75. Rango de caudales en los nodos, las líneas y precipitación en las cuencas.	169
Figura 76. Perfil de la lámina de agua en el colector PD11 al DES_P86 T: 01:00	174
Figura 77. Perfil de la lámina de agua en el colector PD1 al DES_P87 T: 01:00	175
Figura 78. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD11_PD12 a Area_PD19_PD10	176
Figura 79. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD1_PD2 a Area_PD19_PD10	178
Figura 80. Área ocupada por los controles LIDs	182
Figura 81. Información requerida para controles LID - Low Impact Development (LID's CONTROLS) – 1	183
Figura 82. Información requerida para controles LID - Low Impact Development (LID's CONTROLS) – 2	184
Figura 83. Información requerida para controles LID - Low Impact Development (LID's CONTROLS) – 3	185
Figura 84. Generación del modelo	186
Figura 85. Error de continuidad – Onda dinámica	186
Figura 86. Modelo hidráulico – Onda dinámica + Control LID / Pozos/Zanjas de infiltración – Porcentaje de uso de los controles LID	187
Figura 87. Ejemplo de Pozos/Zanjas de infiltración cargado: Pozos/Zanjas_de_infiltración_0	187
Figura 88. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD11_PD12 a Area_PD19_PD10	193
Figura 89. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD1_PD2 a Area_PD19_PD10	195
Figura 90. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD11_PD12 a Area_PD19_PD10	197
Figura 91. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD1_PD2 a Area_PD19_PD10	198
Figura 92. Reducción de los picos en los hidrogramas de salida de la red proyectada	199
Figura 93. Reducción de los picos en los hidrogramas de salida de la red proyectada	200

Lista de Imágenes

Imagen 1. Cubierta verde	34
Imagen 2. Pavimento permeable	35
Imagen 3. Franjas filtrantes	35
Imagen 4. Pozo de infiltración	36
Imagen 5. Zanja de infiltración	36
Imagen 6. Dren filtrante	37
Imagen 7. Cuneta verde	38
Imagen 8. Depósito de infiltración	38
Imagen 9. Depósito de detención en superficie	39
Imagen 10. Depósito de detención enterrado	40
Imagen 11. Estanque de retención	40
Imagen 12. Humedales	41

Introducción

El estudio del ciclo hidrológico y las inundaciones que se generan en zonas urbanas ha sido un tema de estudio de gran importancia, para poder gestionar de la mejor manera la atenuación de las tormentas. El aumento de población de manera exponencial hace aún más compleja una buena gestión y por tanto se convierte en un reto para la ingeniería. En distintas ciudades de Colombia es claro que se necesita la implementación de nuevos sistemas que complementen los sistemas convencionales para mejorar los procesos que pueden presentarse en la gestión de estas escorrentías.

Por lo anterior, se hace necesario implementar nuevas tecnologías de drenaje que no solo reemplacen, sino que complementen los sistemas existentes; estos sistemas, son denominados sistemas de drenaje urbano sostenible SUDS o controles LIDs. Estos sistemas han comenzado a ser ampliamente aceptados como métodos eficientes de gestión de aguas pluviales. Estas técnicas facilitan la retención de la escorrentía y su objetivo es imitar el pre-desarrollo de las propiedades del ciclo hidrológico. A través de la colocación estratégica, estos sistemas pueden llegar a ser capaces de recoger la escorrentía de superficies impermeables (generalmente calles y edificios) y promover la infiltración a través de superficies permeables (cunetas, zanjas, lagunas, entre otros). Además, en algunos casos, estos sistemas pueden tratar los contaminantes de la escorrentía y realizar una recarga de los acuíferos de agua subterránea.

Una de las alternativas de drenaje sostenible son los pozos de infiltración, los cuales además de aminorar los picos de tormenta ayudan a disminuir el aporte de caudales al sistema de drenaje urbano convencional, pueden considerarse como alternativas de tratamiento previo, antes de la entrega del agua lluvia a un cuerpo de agua.

Este estudio simula distintas combinaciones usando un solo control LID, en un área de estudio definida mediante la Agencia de Protección Ambiental (EPA) y su modelo de gestión de aguas pluviales (SWMM) como herramienta de toma de decisiones.

Capítulo 1

Generalidades y gestión del agua

Los problemas que hoy en día se viven en las ciudades de Colombia, respecto a la gestión del agua lluvia conllevan a la búsqueda de alternativas que ayuden a que su manejo sea cada vez más eficiente, pues este problema de ingeniería tiene una gran connotación en la población que se beneficia.

1.1 Aspectos Generales

Como complemento a los sistemas de drenaje urbano convencionales se han desarrollado nuevas tecnologías de captación, retención e infiltración, que permiten aminorar las cargas sobre estos sistemas se aminoren y atenuar las tormentas de diseño predispuestas en el de una manera más amigable con el ambiente, siguiendo los patrones de la cuenca inalterada. Estas nuevas tecnologías hacen referencia a sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), también conocidos mundialmente como:¹

- SUDS (Sustainable Urban Drainage Systems)
- BMPs (Best Management Practices)
- MPC (Mejores Prácticas de Control)
- BPAs (Buenas Prácticas Ambientales)
- TEDUS (Técnicas de Drenaje Urbano Sostenible)
- LID (Low Impact Development)
- WSUD (Water Sensitive Urban Design)
- Diseño Urbano Sensible de Agua

Para más claridad, en adelante nos referiremos a los sistemas previamente descritos como Sistemas de drenaje sostenible (SUDS).

¹ (Joseba Rodriguez, 2009)

Particularmente, en este trabajo se estudian los pozos de infiltración que son una alternativa de los SUDS, en la cual no solo se atenúan las tormentas de diseño previstas para el punto de interés, sino que funciona de manera combinada con los sistemas de drenaje convencionales y permite al mismo tiempo mejorar la calidad de agua de los vertidos de las redes de alcantarillado pluvial a los cuerpos de agua existentes.

En Colombia, en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS; Título J, plantea una normatividad general para la implementación de alternativas tecnológicas en agua y saneamiento para el sector rural. En la ciudad de Bogotá la empresa encargada de la gestión de la escorrentía es la Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Bogotá (EAB – ESP), la cual presenta un documento técnico de soporte de los SUDS de manera generalizada para una zona en específico con pocos parámetros de diseño para la implementación de estos sistemas, dejando muy pocas alternativas para el desarrollo de nuevas tecnologías.

En realidad, cuando se pretende incursionar con nuevas tecnologías que complementen los sistemas de drenaje urbano convencionales como son los SUDS, no existe una manera, o una descripción para el diseño de estos sistemas que sean suficientemente claros. Como objeto de esta tesis de Maestría se pretende realizar recomendaciones y criterios para el dimensionamiento hidráulico e hidrológico de unas de las nuevas tecnologías presentadas en los SUDS como lo son los pozos de infiltración.

1.2 Planteamiento del problema

En Colombia, muchas ciudades presentan insuficiencia en la gestión de la escorrentía con los sistemas de drenaje urbano convencionales implementados, específicamente se analiza cómo caso de estudio la ciudad de Bogotá.

Bogotá se localiza dentro de la zona de confluencia intertropical la cual cruza la ciudad dos veces al año, situación que influye en el comportamiento de las lluvias produciendo dos épocas de lluvias que popularmente se denominan invierno. La primera se presenta en los meses de marzo, abril y mayo, y la segunda en los meses de septiembre, octubre y noviembre. Especialmente hablando, la precipitación se caracteriza por valores medios que oscilan de 69 mm en la localidad de Bosa, al occidente, mientras que los valores medios alcanzan los 142 mm en el sector de Torca, al norte de la ciudad.²

El incremento de la concentración de la población en las ciudades ha conllevado un aumento brutal de la urbanización de suelos y, por lo tanto, de su impermeabilidad, produciendo un aumento en los volúmenes de escorrentía y un aumento de las velocidades de los flujos naturales, reduciendo los tiempos de concentración, produciendo temperaturas más altas, caudales de base más bajos durante la época de estiaje y niveles de contaminación mayores. Estos efectos tienen consecuencias drásticas en cuanto a los volúmenes y los caudales punta que se producen en la red de alcantarillado.³

De acuerdo con lo anterior, la gestión de la escorrentía se convierte en una de las problemáticas más importantes que tiene la ciudad de Bogotá, pues la amortiguación de aguas lluvias se vuelve cada vez más complicada debido a que el rápido desarrollo urbano ha generado una gran impermeabilización de la ciudad, dejando muy pocas coberturas vegetales que ayuden a interceptar el agua lluvia.

² (Secretaría distrital de ambiente - subdirección de Ecourbanismo y gestión ambiental, 2011)

³ (Sánchez, 2012)

Es por esto, que se presenta como complemento a los sistemas de drenaje urbano convencionales existentes los SUDS, específicamente los pozos de infiltración, los cuales permitirían aminorar, amortiguar y mejorar la calidad del vertido de los caudales picos de tormenta.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Elaborar una herramienta de cálculo para evaluar los sistemas de alcantarillado pluvial que permita determinar un modelo hidráulico aplicando el funcionamiento de pozos de infiltración, para el control y gestión de las escorrentías urbanas en la ciudad de Bogotá-Colombia; realizando una aplicación práctica a un tramo del colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón. El fin es determinar los criterios suficientes para definir los parámetros óptimos de diseño hidráulico e hidrológico de un pozo de infiltración. Para alcanzar este objetivo, se plantean unos objetivos específicos que se desarrollarán en el presente trabajo.

1.3.2 Objetivos específicos

- Desarrollar un modelo de simulación hidrológica-hidráulica a una cuenca urbana utilizando el programa SWMM 5.1 de la EPA⁴, su conexión con Excel y su complemento de Visual Basic.
- Realizar una revisión del estado de conocimiento de los sistemas de drenaje urbano sostenible y específicamente de los pozos de infiltración, así como los parámetros de diseño hidráulicos e hidrológicos.
- Aplicar el modelo SWMM 5.1 y su módulo de control de escorrentías (LID)⁵, para reproducir la respuesta hidrológica de una cuenca urbana, en

⁴ EPA – Environmental Public Agency

⁵ LID – Low Impact Development

este caso, en la cuenca del Colector Central de Fontibón, Bogotá-Colombia.

- Establecer conclusiones a nivel general, una vez desarrollado el modelo en esta cuenca
- Proponer medidas correctoras basadas en las nuevas tendencias de Drenaje Urbano Sostenible, específicamente los pozos de infiltración (parámetros hidráulicos e hidrológicos de diseño).

1.4 Estructura del Documento

El presente documento es estructurado en cinco (5) capítulos de la siguiente manera:

- Capítulo 1: Introducción e información general. Capítulo donde se presenta la problemática que ha llevado a escoger este tema como Tesis de Maestría en Ingeniería Civil con énfasis en Recursos Hidráulicos y Medio Ambiente y se establecen los objetivos generales y específicos. También, se expone el estado del conocimiento en lo relacionado con hidrología urbana, la gestión del agua urbana, sistemas de drenaje urbano convencionales y sistemas de drenaje urbano sostenibles.
- Capítulo 2: Pozos de infiltración: Estado del arte. Capítulo donde se expone el estado del conocimiento en lo relativo a los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), específicamente lo relacionado a los pozos de infiltración como complemento a los sistemas de drenaje urbano convencionales.
- Capítulo 3: Caso de estudio: colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón Bogotá D.C. En este Capítulo se realiza una descripción de un caso real, se presenta la información recopilada de los trabajos de campo para desarrollar la modelación hidráulica e hidrológica de los diferentes escenarios.

- Capítulo 4: Resultados y discusión. Se exponen los resultados obtenidos en la modelación de acuerdo con los escenarios escogidos, se presentará la discusión sobre la aplicación de medidas correctoras basadas en los sistemas de drenaje sostenible, específicamente en los pozos de infiltración; se presentan los parámetros y criterios de diseño hidrológicos e hidráulicos para la implementación de estas tecnologías a partir del análisis realizado.
- Capítulo 5: Conclusiones. En él se exponen las conclusiones al estudio realizado.
- Capítulo 6: Bibliografía. La bibliografía que ha servido de base para la elaboración de este trabajo, extensa en el ámbito científico, técnico y legislativo.
- Anexo I: Resultados numéricos de los cálculos, el informe de resumen de cada uno de los escenarios calculados por SWMM 5.1 y el código ejecutado para generar el modelo a partir del módulo de Visual Basic de Excel.
- Anexo II: Los datos numéricos introducidos en el modelo de cada una de las subcuencas, nudos, líneas y demás elementos.
- Anexo III: Hoja de Excel – “Hoja de cálculo SWMM”
- Anexo IV: Resultados de los sondeos y ensayos de laboratorio realizados para el proyecto.

1.5 Gestión del agua

1.5.1 Ciclo hidrológico

El agua en la naturaleza sigue un movimiento cíclico permanente de un sitio a otro, pasando por diversos estados; sólidos, líquido y gaseoso.⁶

El ciclo hidrológico es el más importante transportador de agua, energía y de materiales (químicos, biológicos, sedimentos, entre otros), tanto local como globalmente. Este ciclo hidrológico es impulsado principalmente por dos fuerzas; energía solar y la fuerza de gravedad. Los seres humanos han utilizado ingeniosamente esta bomba global y gratuita para obtener agua para riego, drenaje y para su consumo teniendo presente la enorme cantidad de energía que este ciclo representa.⁷

El ciclo hidrológico es la circulación de agua a través de la atmósfera, tierras, lagos y océanos. Este ciclo hidrológico implica la precipitación, la escorrentía superficial, el agua subterránea y la evaporación tal como se presenta en la Figura 1. La precipitación toma diferentes formas para mostrarse, en el aire condensado, al levantarse, al caer y al llegar al suelo. Durante este proceso, las gotas de lluvia experimentan interceptación de árboles, en la maleza y en los edificios antes de llegar al suelo. Sobre el terreno, las gotas de lluvia primero se infiltran en el suelo y luego se llenan de baches o zonas deprimidas. El agua se infiltra o filtra en los substratos del terreno hasta llegar al nivel freático o contribuye a la escorrentía superficial moviéndose hacia los arroyos cercanos. Durante temporada seca, el agua subterránea alimenta los ríos y lagos.

⁶ (Otálvaro, 1999)

⁷ (Ojha, y otros, 2008)

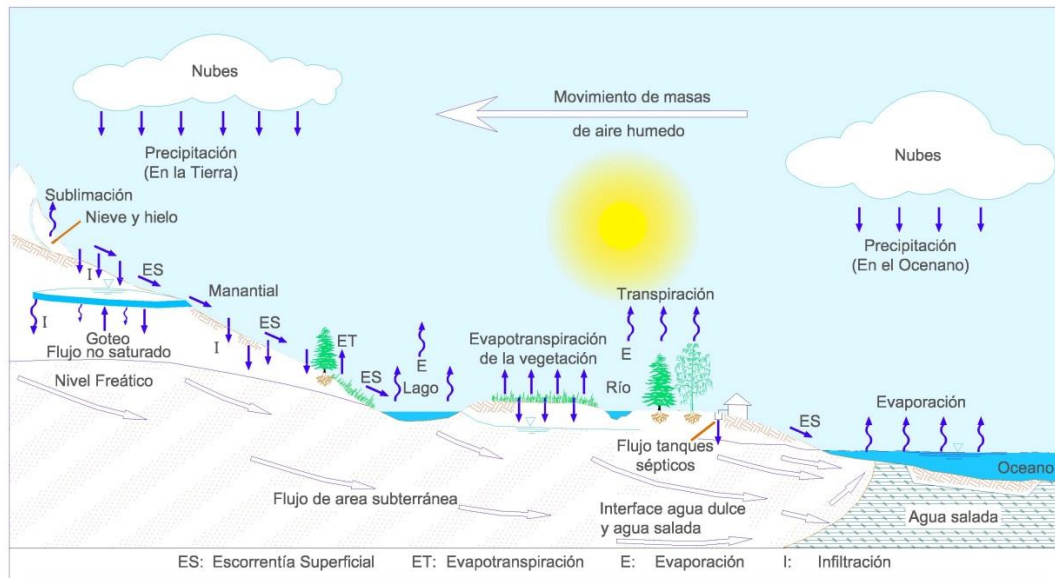


Figura 1. El ciclo hidrológico
Tomado y modificado de: (Otálvaro, 1999)

El exceso de lluvia es la cantidad de precipitación que sobra luego del proceso en que se presentan las pérdidas hidrológicas que son producidas por el escurrimiento sobre el terreno hacia los arroyos, ríos, lagos y océanos. Los océanos y los lagos son las principales fuentes de evaporación, la cual es el proceso de convertir el agua en estado líquido en el suelo en la humedad que llega a la atmósfera.⁸

Sin embargo, el ciclo hidrológico en las ciudades se presenta de una manera distinta, pues cuando precipita el agua, estas deben atravesar una nube de contaminación y llegan a un suelo prácticamente impermeable, arrastrando a su paso toda la suciedad almacenada en los sistemas de drenaje existentes (alcantarillados, canales, calles, entre otros) dirigiendo a sistemas de drenaje urbano convencionales y en algunos casos hasta sistemas depuradores que intentan recuperar mediante procesos bacteriológicos un agua completamente degradada. Finalmente, esta agua es vertida a los cuerpos

⁸ (C.Y., 2006)

de agua más cercanos (ríos o mares) para volver a empezar el ciclo, olvidando la infiltración al terreno y los beneficios derivados de la evaporación en el lugar. Como se presenta en la Figura 2.

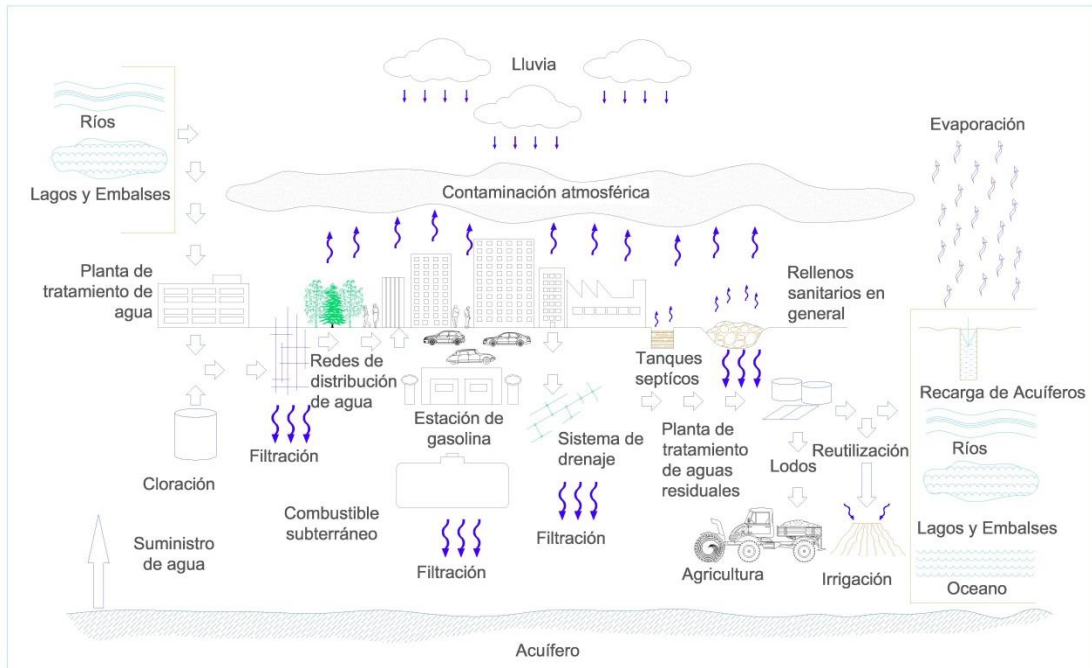


Figura 2. El ciclo hidrológico del agua en las ciudades

1.5.2 Efectos de la expansión urbanística en las aguas pluviales

En el desarrollo de la infraestructura de drenaje urbano convencional de una ciudad, se encauza toda escorrentía producida por los distintos eventos de tormenta para evitar en todo caso el fenómeno de inundación. Estos, se basan generalmente en colectores cuyo objetivo principal es evacuar de manera eficaz el agua lluvia producida por esta escorrentía; sin embargo, aunque los sistemas proyectados cumplan su fin, también ha de considerarse otros problemas como en la calidad el agua vertida a los cuerpos de agua y el exponencial desarrollo urbano. En general, se resumiría que pueden presentarse problemas de cantidad y de calidad.

A través del tiempo, la ciudad de Bogotá es un ejemplo de lo que el crecimiento urbanístico desmesurado puede causar a sistemas de drenaje urbano convencionales; pues, aunque se intenta prever la carga hidráulica sobre los colectores, se hace imposible que este valor sea cada vez más real. Cuando se compara una cuenca rural y una cuenca urbana se entiende que, a mayores zonas impermeables, se tiene que mover un mayor volumen de agua, se disminuye la infiltración y la humedad del suelo, y el tiempo de respuesta es menor frente a los caudales máximos producidos; así mismo, al no tener un medio de filtración se realiza mayor transporte de contaminantes. Estos problemas conllevan a que los sistemas convencionales sean sobrepasados y por tanto se presenten inundaciones, problemas de cantidad. En la siguiente figura se presenta como es la respuesta de cada una de estas cuencas.

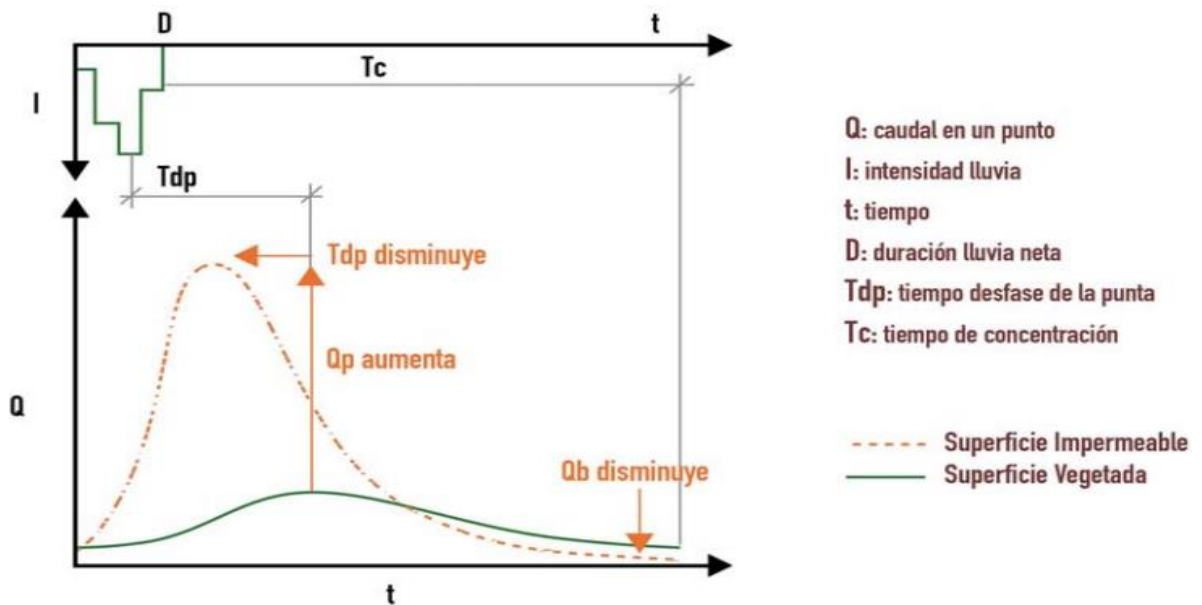


Figura 3. Cambios inducidos por el desarrollo urbano en la transformación lluvia-escorrentía (Momparler, y otros, 2007 pág. 3)

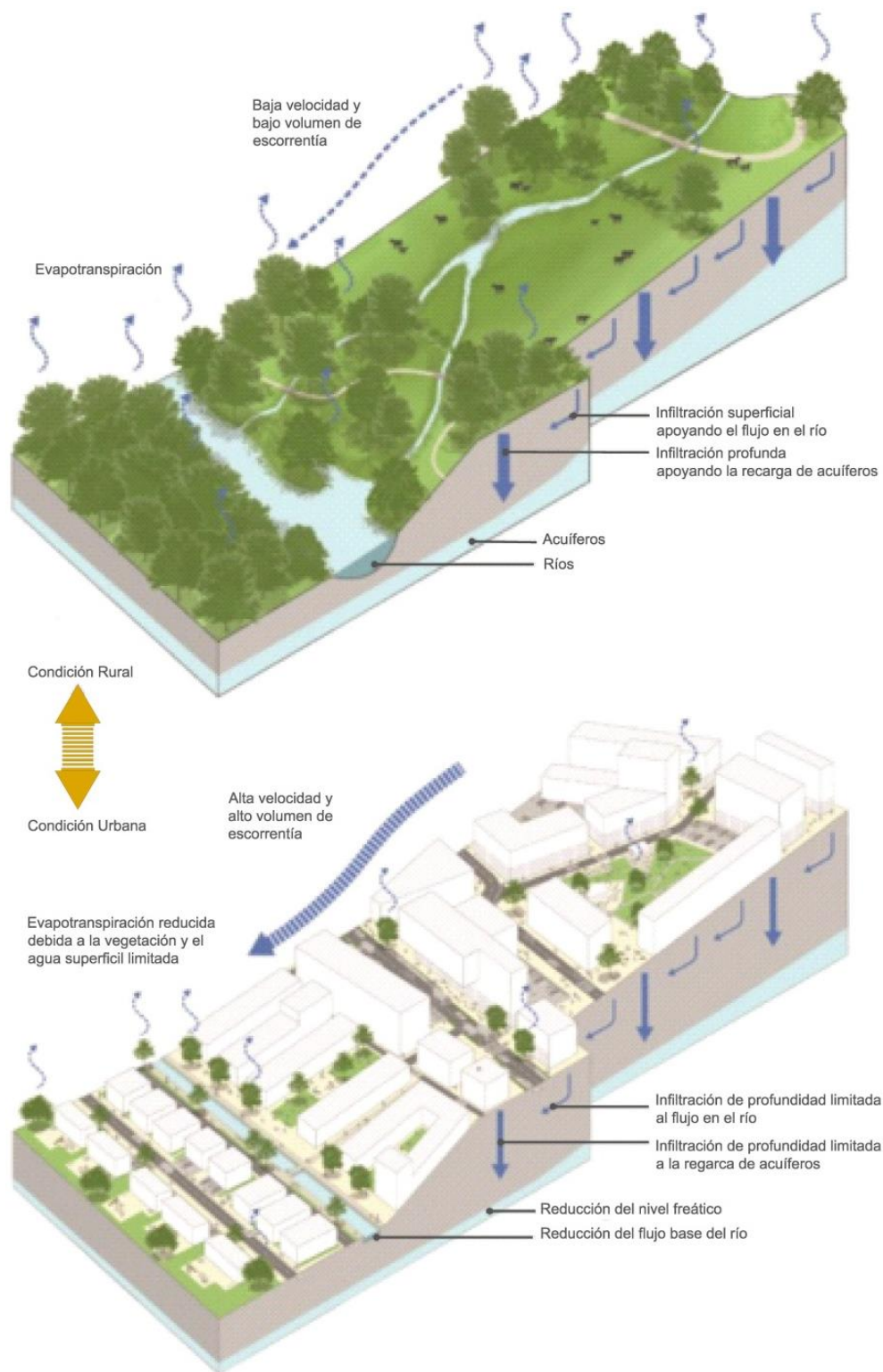


Figura 4. Impactos de la urbanización en una cuenca (Woods-Ballard, y otros, 2007 pág. 22)

Toda actividad humana genera, tanto en la atmósfera como en la superficie de las cuencas urbanas, variedad de contaminantes: sedimentos, materia orgánica, nutrientes, hidrocarburos, elementos patógenos (bacterias y virus), metales, pesticidas, entre otros. El origen de esta contaminación corresponde a zonas muy amplias y de difícil acotación, por lo que se habla de contaminación difusa. Durante los eventos de precipitación, la contaminación acumulada en la superficie durante el tiempo seco es lavada y arrastrada hacia la red de colectores. En definitiva, el problema de la contaminación de las escorrentías urbanas y de su vertido directo al medio natural es una cuestión grave que merece la misma atención. No obstante, la naturaleza intermitente del proceso de lluvia induce a encontrar soluciones que respondan correctamente con un funcionamiento discontinuo.⁹

1.5.2.1 Problemas de cantidad

Uno de los factores cuando se analiza el fenómeno de las inundaciones que se presentan en zonas urbanas, es el incremento de la frecuencia y magnitud del caudal de las escorrentías generadas por algún evento de lluvia. Al analizar los motivos fundamentales por los que se producen las inundaciones tenemos; por un lado, el aumento de la proporción de área impermeable tras la asignación de nuevos usos del suelo; el cual, produce un aumento en la proporción de aguas pluviales que escurren. Por otro lado, los elementos típicos de la urbanización, como los colectores y/o las calles, modifican el patrón de drenaje y conducen mejor el agua, reduciendo los tiempos de concentración, concentrando los flujos, y aumentando su velocidad.

La impermeabilización del suelo también incide en los caudales máximos, porque dicha impermeabilización suele llevar aparejada

⁹ (Mompalmer, et al., 2007)

una disminución de la rugosidad de las superficies en las cuencas, y por tanto también una reducción en los tiempos de respuesta en los procesos de propagación superficial de la escorrentía (antes de realizarse la conducción en colectores).¹⁰

El crecimiento exponencial de la población urbana también se hace inviable ampliar la capacidad de encauzamientos y colectores, debido a que su costo puede ser elevado o por la presión urbanística existente, pese a que es evidente esta necesidad conforme se van urbanizando zonas de la cuenca, hasta llegar al mismo borde de las ciudades, donde no queda más remedio que proponer medidas estructurales de gran tamaño (por ejemplo, tanques de tormenta) para poder reducir a mínimos razonables los riesgos de inundación de la zona urbanizada.

1.5.2.2 Problemas de servicio

Usualmente los problemas cuantitativos pueden derivar directamente la gestión de la escorrentía conllevados bien sea por problemas estéticos, de funcionalidad, de comodidad, de aprovechamiento de los recursos disponibles, entre otros. Estos aspectos son denominados problemas de servicio y poseen un marcado carácter social.

La acumulación superficial de agua en aceras y calles causa problemas de comodidad y seguridad para el tráfico, tanto de peatones como de vehículos, pudiendo producirse resbalones, una disminución del coeficiente de resistencia al deslizamiento, salpicaduras, pérdidas de visibilidad, entre otros. Pero el mayor

¹⁰ (Haba, 2011)

problema de servicio asociado al agua de lluvia en las ciudades, es la rápida pérdida de valor que sufre esta escorrentía sin haber sido utilizada. El agua de lluvia, a pesar de ofrecer una calidad adecuada para multitud de usos, se utiliza únicamente como medio de dilución de aguas residuales, incrementando el volumen de agua a depurar y por tanto las dimensiones de las instalaciones (Joseba Rodriguez, 2009)

Otro problema más, asociado al rápido drenaje del agua de lluvia fuera de las ciudades, es la pérdida de la capacidad natural del terreno para suavizar la temperatura ambiente. Este efecto de concentración de calor en los centros urbanos, conocido con el nombre de “isla de calor”, es debido a la continua impermeabilización de las ciudades y afecta directamente a la comodidad de sus habitantes. El aislamiento del terreno mediante pavimentos impermeables que evitan el paso del agua y del aire, hace que sea prácticamente imposible la regulación natural de la temperatura y la humedad de la superficie de zonas urbanizadas, creándose en las ciudades un microclima que dificulta su habitabilidad (J, y otros, 2003 págs. 381-386)

1.5.2.3 Problemas de calidad

La contaminación de la escorrentía urbana generada en tiempo de lluvia tiene su origen principal en las actividades urbanas; estas, son responsables de generar un amplio abanico de contaminantes en la atmósfera y en la superficie de las cuencas urbanas.

Cuando ocurren los eventos de precipitación en la ciudad, las aguas pluviales entran en contacto con los contaminantes al arrastrar

partículas que se encuentran en la atmósfera, al lavar las superficies de la zona urbana por las que circula, y al arrastrar basuras o erosionar los suelos (transporte de sedimentos). Una vez acumulada la contaminación en la superficie, esta es conducida hacia la red de colectores de aguas lluvias, arrastrando los contaminantes sedimentados y acumulados en el colector desde la última tormenta o lluvia producida. De acuerdo con el origen y la localización, pueden distinguirse dos tipos de contaminación: contaminación puntual y contaminación difusa. Se conoce como contaminación puntual a la contaminación producida en un medio a través de un colector o canal en un lugar concreto, cuya localización y origen pueden determinarse fácilmente.

Se define entonces, la contaminación difusa como la contaminación producida en la superficie de las cuencas urbanas, ya que su origen y localización corresponde a zonas muy amplias y de difícil acotación¹¹. La escorrentía urbana es una de las principales fuentes de contaminación difusa de los recursos hídricos.¹²

1.6 ENFOQUE ALTERNATIVO PARA LA GESTIÓN DE PLUVIALES¹³

Para afrontar de manera clara la gestión de las aguas pluviales desde una perspectiva diferente a la convencional (sistemas de drenaje urbano convencionales), que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, ha tenido una gran acogida a nivel mundial, uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).

¹¹ (Doménech, 2010)

¹² (US Environmental Protection Agency, 1980)

¹³ Adaptado de (Mompalmer, et al., 2007)

El fin de los SUDS es lograr que se reproduzca el ciclo hidrológico natural previo a la urbanización o la actuación humana. Su objetivo es minimizar los impactos del desarrollo urbanístico en cuanto a la cantidad y la calidad de la escorrentía (en origen, durante su transporte y en destino), así como maximizar la integración paisajística y el valor social y ambiental de la actuación¹⁴. Los SUDS engloban un amplio espectro de soluciones que permiten afrontar el planeamiento, diseño y gestión de aguas pluviales dando tanta importancia a los aspectos medioambientales y sociales como a los hidrológicos e hidráulicos. Pero la utilidad de estas medidas va más allá de la gestión de las escorrentías urbanas en tiempo de lluvia. El sistema concebido inicialmente para resolver problemas en tiempo húmedo, es además útil para gestionar otros tipos de escorrentía superficial en tiempo seco.

Los objetivos de los SUDS se pueden resumir en:¹⁵

- Proteger los sistemas naturales: proteger y mejorar el ciclo del agua en entornos urbanos. Integrar el tratamiento de las aguas de lluvia en el paisaje: maximizar el servicio al ciudadano mejorando el paisaje con la integración de cursos y/o láminas de agua en el entorno.
- Proteger la calidad del agua: proteger la calidad de las aguas receptoras de escorrentías urbanas.
- Reducir los volúmenes de escorrentía y caudales punta: reducir caudales punta procedentes de zonas urbanizadas mediante elementos de retención y minimizando áreas impermeables.
- Incrementar el valor añadido minimizando costes: minimizar el coste de las infraestructuras de drenaje al mismo tiempo que aumenta el valor del entorno.

¹⁴ (Woods-Ballard, et al., 2007)

¹⁵ (Victorian Stormwater Committee, 1999)

Al reducirse los volúmenes de escorrentía y caudales pico, puede solucionarse la falta de capacidad hidráulica de la red de colectores convencionales debido al crecimiento urbano no previsto en las fases de planificación de la misma. Con esto puede evitarse la necesidad de intervenir la red convencional para mejorar su capacidad hidráulica o el hecho de tener que admitir que se presenten inundaciones más frecuentes.

De acuerdo a lo anterior, la aplicación de estos SUDS permitiría reducir el área de cada subcuenca que aporta a la red de colectores de aguas lluvia, en la siguiente figura se presenta la concepción de la aplicación un antes y un después de los controles LIDs.

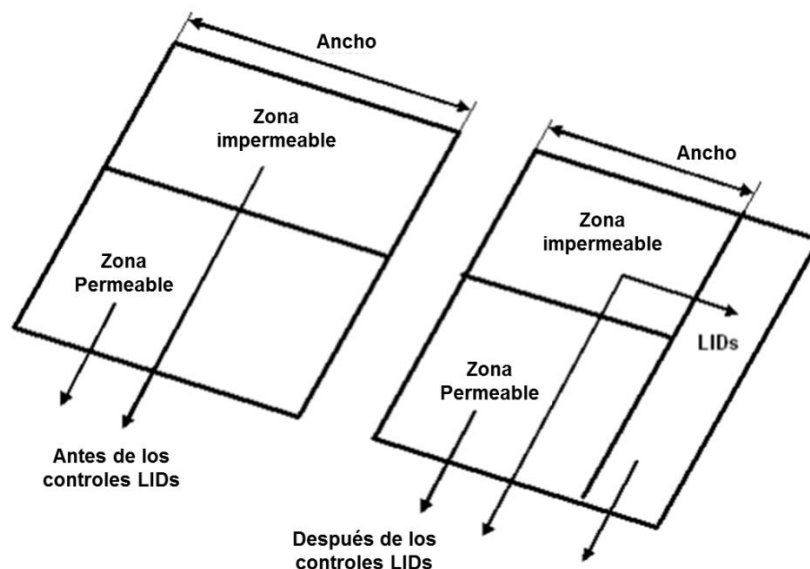


Figura 5. Ajuste de los parámetros de las subcuencas antes y después de la implementación de los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS) o controles LIDs¹⁶

La reducción del volumen de escorrentía y los caudales pico se verá reflejado en un mejor funcionamiento de las estaciones depuradoras o plantas de tratamiento de agua lluvia en caso de ser requerida, al darse las siguientes condiciones:

¹⁶ Tomada y adaptada de (Agency, 2015)

- Reducción de los costos al reducirse el volumen de los influentes en las mismas.
- Reducción de los costos al no alterarse frecuentemente el patrón de contaminantes para el que la depuradora ha sido diseñada.
- Reducción del número de vertidos a la entrada de la depuradora por incapacidad de la misma.

Por lo tanto, puede decirse que el empleo de SUDS no sólo mejora la gestión de las aguas pluviales, sino la gestión del agua en general, tanto en cuanto al abastecimiento como al drenaje y posterior tratamiento. A continuación, se presenta una comparación entre los sistemas de drenaje urbano convencionales y los SUDS realizado por la universidad Middlesex University, Reino Unido.

Tabla 1. Comparación entre el sistema de drenaje convencional y el sistema alternativo SUDS.¹⁷

<i>Ítem / Sistemas</i>	SISTEMA CONVENCIONAL COLECTORES	SISTEMA ALTERNATIVOS SUDS
Costo de construcción	Pueden ser equivalentes, aunque los usos directos de los SUDS reducen su costo real.	
Costos de operación y mantenimiento	Establecido	No establecido: falta de experiencia
Control de inundaciones en la propia cuenca	Sí	Sí
Control de inundaciones aguas abajo	No	Sí
Reutilización	No	Sí
Recarga / Infiltración	No	Sí
Eliminación de contaminantes	Baja	Alta
Beneficios en servicios al ciudadano	No	Sí
Beneficios educacionales	No	Sí
Vida útil	Establecida	No establecido: falta de experiencia

¹⁷ (J., et al., 2003)

<i>Ítem / Sistemas</i>	SISTEMA CONVENCIONAL COLECTORES	SISTEMA ALTERNATIVOS SUDS
<i>Requerimientos de espacio</i>	Insignificantes	Dependiendo del sistema, pueden ser importantes
<i>Criterios de diseño</i>	Establecidos	No establecido: falta de experiencia

1.6.1 Tipologías

Aunque en la actualidad no existe un consenso universal para la clasificación de las diferentes tipologías de SUDS (así como un nombre internacional), a continuación, se presenta un resumen de la tipología usada para cada uno de los sistemas implementados usualmente en el mundo.

1.6.1.1 Medidas no estructurales¹⁸

Las medidas no estructurales previenen por una parte la contaminación del agua reduciendo las fuentes potenciales de contaminantes y por otra evitan parcialmente el tránsito de las escorrentías hacia aguas abajo y su contacto con contaminantes.

Entre las medidas estructurales de mayor difusión cabe citar las siguientes:

- Educación y programas de participación ciudadana para:
 - Concienciar a la población del problema y sus soluciones
 - Identificar agentes implicados y esfuerzos realizados hasta la fecha
 - Cambio de hábitos
 - Hacer partícipe del proceso a la población, integrando sus comentarios en la implementación de los programas

¹⁸ (Momparler, et al., 2007)

- Planificar y diseñar minimizando las superficies impermeables para reducir la escorrentía.
- Limpieza frecuente de superficies impermeables para reducir la acumulación de contaminantes.
- Controlar la aplicación de herbicidas y fungicidas en parques y jardines.
- Controlar las zonas en obras para evitar el arrastre de sedimentos.
- Asegurar la existencia de procedimientos de actuación y equipamiento adecuado para tratar episodios de vertidos accidentales rápidamente y con técnicas secas en lugar de limpieza con agua.
- Limitar el riesgo de que la escorrentía entre en contacto con contaminantes.
- Control de las conexiones ilegales al sistema de drenaje.
- Recogida y reutilización de pluviales.

1.6.1.2 Medidas estructurales¹⁹

Son consideradas medidas estructurales aquellas que gestionan la escorrentía mediante actuaciones que contengan en mayor o menor grado algún elemento constructivo o supongan la adopción de criterios urbanísticos. Las medidas estructurales más utilizadas son las siguientes:

Cubiertas vegetadas (Green-roofs): Son sistemas multicapa con cubierta vegetal que recubren tejados y terrazas de todo tipo. Están concebidas para interceptar y retener las aguas pluviales,

¹⁹ (Momparler, et al., 2007)

reduciendo el volumen de escorrentía y atenuando el caudal pico. Además, retienen contaminantes, actúan como capa de aislante térmico en el edificio y ayudan a compensar el efecto “Islas calientes” que se produce en las ciudades.



Imagen 1. Cubierta verde

Tomado de: <http://www.zinco-cubiertas-ecologicas.es/>

Superficies Permeables (Porous / Permeable Paving): Son pavimentos que permiten el paso del agua a su través, abriendo la posibilidad a que ésta se infiltre en el terreno o bien sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación. Existen diversas tipologías, entre ellas: césped o gravas (con o sin refuerzo), bloques impermeables con juntas permeables, bloques y baldosas porosos, pavimentos continuos porosos (asfalto, hormigón, resinas, entre otros).



Imagen 2. Pavimento permeable

Tomado de: http://www.arkigrafico.com/wp-content/uploads/2015/03/16704545481_4290d59784.jpg

Franjas Filtrantes (Filter Strips): Son franjas de suelo vegetadas, anchas y con poca pendiente, localizadas entre una superficie dura y el medio receptor de la escorrentía (curso de agua o sistema de captación, tratamiento, y/o evacuación o infiltración). Propician la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración y disminución de la escorrentía.



Imagen 3. Franjas filtrantes

Tomado de: <http://parquesdealcantarilla.ecoprojecta.es/losparques/Fichas%20img/Hidro07.02.jpg>

Pozos y Pozos de Infiltración (Soakaways & Infiltration Trenches): Son pozos y pozos poco profundos (1 a 3 m) rellenos de

material drenante (granular o sintético), a los que vierte escorrentía de superficies impermeables contiguas. Se conciben como estructuras de infiltración capaces de absorber totalmente la escorrentía generada por la tormenta de diseño para la que han sido diseñadas.

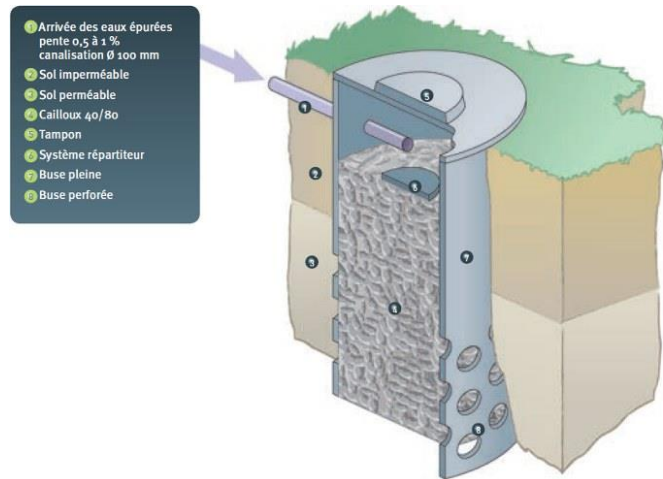


Imagen 4. Pozo de infiltración



Imagen 5. Zanja de infiltración

Tomado de: http://www.wikiwater.fr/IMG/UserFiles/Images/assainir/art-6-1_xl.jpg

Drenes Filtrantes o franceses (Filter Drains): Son pozos poco profundas rellenos de material filtrante (granular o sintético), con o sin conducto inferior de transporte, concebidas para captar y filtrar la

escorrentía de superficies impermeables contiguas con el fin de transportarlas hacia aguas abajo. Además, pueden permitir la infiltración y la laminación de los volúmenes de escorrentía.



Imagen 6. Dren filtrante

Tomado de: <http://i0.wp.com/www.viviendogotaagota.com/wp-content/uploads/2015/07/SDUS-31.jpg?resize=552%2C385>

Cunetas Verdes (Swales): Son estructuras lineales vegetadas de base ancha (mayores a 0,5 m) y talud tendido (menores a 1V:3H) diseñadas para almacenar y transportar superficialmente la escorrentía. Deben generar bajas velocidades (menores a 1-2 m/s) que permitan la sedimentación de las partículas para una eliminación eficaz de contaminantes. Adicionalmente pueden permitir la infiltración a capas inferiores.



Imagen 7. Cuneta verde

Tomado de: <http://i0.wp.com/www.viviendogotaagota.com/wp-content/uploads/2015/07/SDUS-31.jpg?resize=552%2C385>

Depósitos de Infiltración (Infiltration Basins): Son depresiones en el terreno vegetadas y diseñadas para almacenar e infiltrar gradualmente la escorrentía generada en superficies contiguas. Se promueve así la transformación de un flujo superficial en subterráneo, consiguiendo adicionalmente la eliminación de contaminantes mediante filtración, adsorción y transformaciones biológicas.



Imagen 8. Depósito de infiltración

Tomado de: http://www.susdrain.org/images/figure_7_-_victoria_park_350x262.jpg

Depósitos de Detención (Detention Basins) En Superficie: Son depósitos superficiales diseñados para almacenar temporalmente los volúmenes de escorrentía generados aguas arriba, almacenando los caudales punta. Favorecen la sedimentación y con ello la reducción de la contaminación. Pueden emplazarse en “zonas muertas” o ser compaginados con otros usos, como los recreacionales, en parques e instalaciones deportivas.



Imagen 9. Depósito de detención en superficie

Tomado de: http://drenajeyurbanosostenible.org/wp-content/gallery/depositos-superficiales-detencion/800px-boneyard_detention_basin_2006.jpg

Depósitos de Detención (Detention Basins) Enterrados: Cuando no se dispone de terrenos en superficie, o en los casos en que las condiciones del entorno no recomiendan una infraestructura a cielo abierto, estos depósitos se construyen en el subsuelo. Se fabrican con materiales diversos, siendo los de hormigón armado y los de materiales plásticos los más habituales.



Imagen 10. Depósito de detención enterrado

Tomado de: <http://parquesdealcantarilla.ecoprojecta.es/losparques/Fichas%20img/Hidro08.01.jpg>

Estanques de Retención (Retention Ponds): Son lagunas artificiales con lámina permanente de agua (de profundidad entre 1,2 y 2 m) con vegetación acuática, tanto emergente como sumergida. Están diseñadas para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía (2-3 semanas), promoviendo la sedimentación y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación. Contienen un volumen de almacenamiento adicional para la laminación de los caudales punta.



Imagen 11. Estanque de retención

Tomado de: <http://drenajeyurbanosostenible.org/wp-content/gallery/estanques-retencion/retention-pond-seattle-high-point-neighborhood.jpg>

Humedales (Wetlands): Son similares a los anteriores, pero de menor profundidad y con mayor densidad de vegetación emergente, aportan un gran potencial ecológico, estético, educacional y recreativo.



Imagen 12. Humedales

Tomado de: <http://static.betazeta.com/www.veoverde.com/wp-content/uploads/2012/02/RESTAURACION-ECOLOGICA-DE-HUMEDALES-paisaje-bitacora-660x350.jpg>

1.6.2 Criterios generales de diseño

Para que el ciclo hidrológico se reproduzca de la manera más natural posible, es necesario establecer una cadena de gestión de la escorrentía. Las técnicas de SUDS vistas en el apartado anterior, deben combinarse y enlazarse para alcanzar los objetivos globales establecidos para el sistema.

Los órdenes jerárquicos de las técnicas a considerar en el diseño de la cadena de gestión se presentan en la Figura 6, están son:

- Prevención: Se basa en la aplicación de las medidas no estructurales.
- Control en Origen: control de la escorrentía en la fuente o en sus inmediaciones.
- Gestión en entorno urbano: gestión del agua a escala local.

- Gestión en cuencas: gestión de la escorrentía a escala regional.

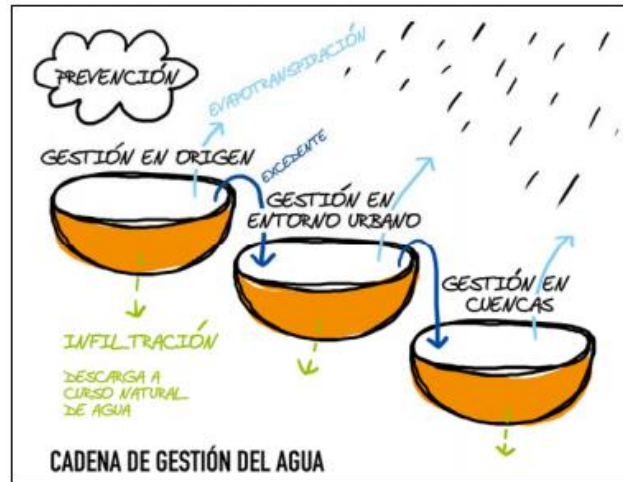


Figura 6. Cadena de gestión en el sistema SUDS
Tomado de: (Victorian Stormwater Committee, 1999)

La planificación y el diseño de un SUDS debe enfocarse como una tarea multidisciplinar, en la que deben intervenir disciplinas como la hidrología, hidráulica, geotecnia, cálculo de estructuras, impacto ambiental, paisajismo, urbanismo, entre otros. Asimismo, debe involucrar a todos los agentes implicados en el proceso, desde las etapas previas de planeamiento hasta el uso y explotación de las infraestructuras.

Si bien, son varias las disciplinas a tener en cuenta, la hidrología y la hidráulica pueden considerarse las más importantes de cara al correcto dimensionamiento de las infraestructuras. La lluvia es el origen del proceso, por lo que su caracterización es fundamental para abordar con éxito el problema.

Los episodios de precipitación más frecuentes son eventos de pequeña magnitud en cuanto a volumen de lluvia. Y son precisamente estos eventos frecuentes los que generan altas concentraciones de contaminantes en las escorrentías urbanas (fenómeno de primer lavado o first flush). Su control

será por tanto primordial para la reducción de la contaminación vertida a los medios receptores. Por otra parte, a los eventos extremos, con períodos de retorno altos, corresponde el diseño para evitar inundaciones.

Un diseño integral desde el punto de vista de la calidad y la cantidad debe trabajar con todo el espectro de eventos de lluvia, desde los eventos frecuentes y de pequeña entidad hasta los eventos raros y de gran magnitud.

Respecto los aspectos hidráulicos, una variable muy importante en el proceso de diseño es la determinación de los volúmenes útiles de almacenamiento de las diferentes infraestructuras. Los condicionantes climatológicos locales son muy importantes, por lo que se deriva una gran dispersión en las relaciones volumétricas (volumen de almacenamiento por unidad de superficie impermeable) a adoptar.²⁰

Los procesos de tratamiento y eliminación de contaminantes son aspectos de suprema importancia en el proceso del diseño de los SUDS. Entre los mecanismos de eliminación de contaminantes, cabe citar los siguientes:

- **Sedimentación:** Es uno de los mecanismos fundamentales; gran parte de los contaminantes están ligados a fracciones de sedimento, por lo que la eliminación de éstas redundaría en una reducción de los contaminantes asociados.
- **Filtración y bio-filtración:** Los contaminantes transportados en asociación con los sedimentos deben ser filtrados antes de la infiltración de las aguas; esto puede efectuarse mediante elementos vegetales, geotextiles o filtros naturales.
- **Adsorción:** Es un proceso complejo por el cual los contaminantes son retenidos al entrar en contacto con ciertas partículas del suelo.

²⁰ (Asociación española de hidrogeólogos, 2008)

- **Biodegradación:** Además de los procesos químicos, se pueden establecer igualmente procesos biológicos de degradación.
- **Volatilización:** La transformación de ciertos contaminantes en gases puede ocurrir en compuestos derivados del petróleo y en ciertos pesticidas.
- **Precipitación:** Es el mecanismo más común para eliminar metales pesados, transformando constituyentes solubles en partículas insolubles, eliminadas por sedimentación.
- **Plantas:** El consumo de nutrientes por parte de las plantas es un mecanismo importante de eliminación de estos contaminantes (fósforo, nitrógeno).
- **Nitrificación:** Proceso en el cual el amonio se transforma primero en nitrito y éste en nitrato, mediante la acción de las bacterias aerobias del suelo. Los nitratos pueden ser consumido por las especies vegetales.

Para garantizar la eficacia de los sistemas SUDS, es de vital importancia que cuando se conciba este tipo de alternativa, se realice con programas de mantenimiento, teniendo en cuenta aspectos como funcionalidad, ubicación, medios disponibles, entre otros.

Capítulo 2

Pozos de infiltración: Estado del arte

Entendidas las ventajas del uso de sistemas de drenaje urbano sostenibles (SUDS), en este capítulo se profundizará en la caracterización de pozos de infiltración.

En la siguiente figura se presenta la concepción y la aplicación en el control y la gestión de la escorrentía en cuencas urbanas y específicamente el proceso y desarrollo de la aplicación de los pozos/zanjas de infiltración en los sistemas de alcantarillado pluvial.

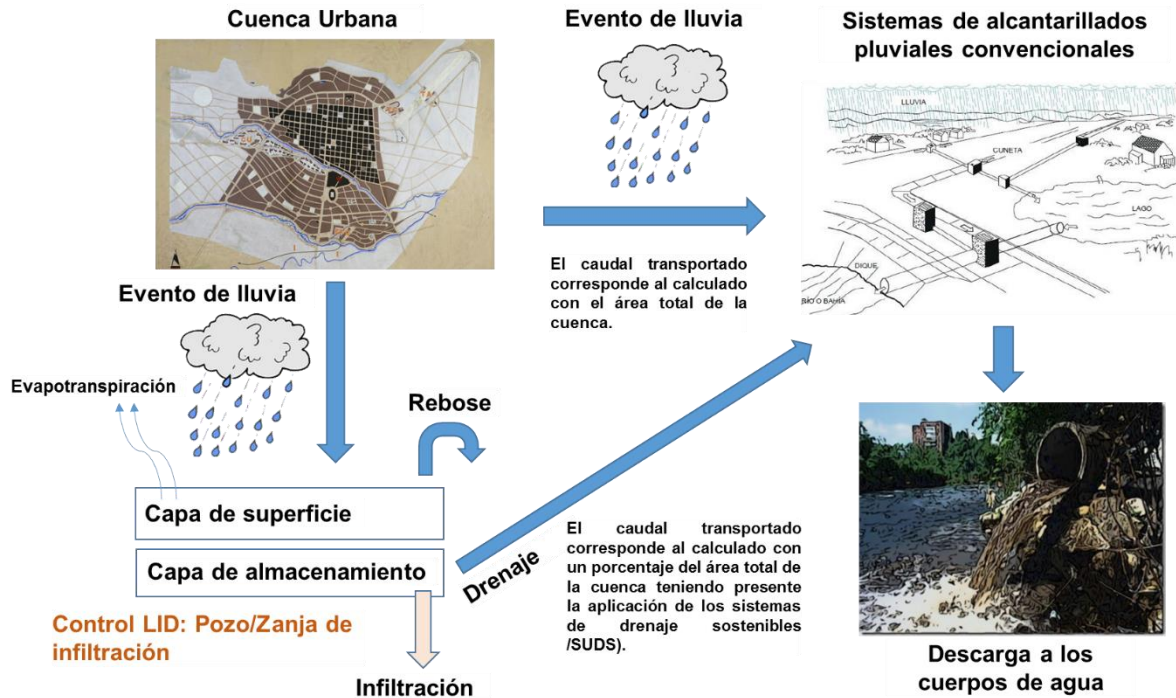


Figura 7. Cadena de gestión de escorrentía de los sistemas de alcantarillado convencionales vs la aplicación de los sistemas SUDS (pozos/zanjas de infiltración)

2.1 Definiciones

Para entender varios de los procesos necesarios para el correcto funcionamiento de la metodología presentada, primero se definirán los siguientes conceptos:²¹

Nivel freático: Agua que se encuentra en el subsuelo, a una profundidad que depende de las condiciones geológicas, topográficas y climatológicas de cada región. La superficie del agua se designa como nivel de agua freática.

Infiltración: La infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra desde la superficie del terreno hacia el subsuelo. La percolación es el movimiento del agua a través después de la entrada. Muchos factores influyen en la tasa de infiltración, incluyendo la condición de la superficie del suelo y su cubierta vegetal, las propiedades del suelo, tales como la porosidad y la conductividad hidráulica, y el contenido de humedad presente en el mismo, así como también la duración de la lluvia y del patrón de drenaje en la cuenca.

Una lluvia moderada de larga duración, favorece la infiltración. Por otra parte, las lluvias intensas saturan muy rápidamente, la parte superficial del suelo, perdiéndose gran parte de estas en escorrentía superficial. Estas lluvias también compactan el suelo reduciendo su habilidad para absorber el agua.

Capacidad de infiltración: La cantidad máxima de agua que puede absorber un suelo en determinadas condiciones se le denomina capacidad de infiltración y es el proceso por el cual el agua penetra en los estratos de la superficie del suelo y se mueve hacia el manto freático. El agua primero satisface la deficiencia de humedad del suelo y, después, cualquier exceso pasa a formar parte del agua subterránea.

²¹ (SIAPA, 2014)

Permeabilidad: Se denomina a la propiedad de una formación acuífera en lo referente a su función transmisora o de conducto. La permeabilidad se define como la capacidad de un medio poroso para transmitir el agua. El movimiento del agua de un punto a otro del material, tiene lugar cuando se establece una diferencia de presión ó carga entre dos puntos.

Porosidad: La porosidad de un acuífero es aquella parte de su volumen que consiste de abertura o poros, o sea, la proporción de su volumen no ocupado por material sólido. La porosidad es un índice que indica cuánta agua puede ser almacenada en el material saturado.

2.2 Pozos de infiltración

Los pozos de infiltración son sistemas subterráneos de almacenamiento temporal de la escorrentía aportada por zonas duras y tejados. Por medio de la implementación de este sistema se puede disminuir el aporte de estas aguas a la red principal de alcantarillado. Se recomienda no utilizarse en suelos poco permeables y que queden algo por encima del nivel freático para permitir exfiltraciones al terreno. Como se puede producir la contaminación del suelo en dichas exfiltraciones, se aconseja la colocación de algún tipo de filtro en el conducto que transporta el agua hasta el pozo.

Una alternativa muy parecida a los pozos de infiltración, son las zanjas de infiltración, estas son más estrechas y menos profundas, pero pueden ser más eficientes constructivamente. Son utilizadas principalmente para el control de la calidad de agua, pero también pueden emplearse como estrategia de control de la cantidad del caudal de escorrentía en zonas residenciales de media-alta densidad y zonas comerciales. Se recomienda que su implementación no sea cerca de las cimentaciones de las edificaciones y de las vías.

En la etapa de diseño debe tenerse en cuenta el tipo de terreno sobre el que se está trabajando, su tasa de infiltración debe ser adecuada y el nivel freático no debe verse afectado por la excavación. Además, no se pueden construir estos sistemas demasiado cerca de un edificio o una carretera para no afectar las cimentaciones.²²

Se suelen emplear geotextiles de filtro y separación para envolver el material granular, y desagües de emergencia para, en el caso que se supere la capacidad de depósito de diseño, poder enviar el sobrante a la red de alcantarillado. También se dispone una tubería permeable en la base que recoge el agua, lo que implica la construcción de pozos de registro para los cambios de dirección y la limpieza de la zanja.²³

Tanto la vida útil, como el nivel de depuración obtenido, dependen de un correcto diseño que puede incluir un sistema de pretratamiento a la entrada²⁴.

2.2.1 Ventajas y desventajas²⁵

2.2.1.1 Ventajas

- Permite evitar que un terreno se sature de agua en la superficie.
- Permite evitar la formación de aguas estancadas que favorecen la proliferación de mosquitos.
- En ciertos casos, este método puede ser más sencillo y barato que llevar el agua hasta una cuneta o una red de alcantarillado.
- Fácil de construir y mantener a nivel local.
- Ocupa poco espacio.

²² (Construction Industry Research and Information Association, 2001)

²³ (Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo., 1996)

²⁴ (Office of Water, United States Environmental Protection Agency, 1999)

²⁵ (WikiWater, 2014)

2.2.1.2 Desventajas

- Si el agua evacuada está contaminada o muy sucia, la capa freática (que tiene que ser muy baja) y el suelo estarán directamente contaminados.
- El pozo de absorción no tiene capacidad de depuración. Por lo tanto, su eficacia de tratamiento puede ser baja de acuerdo con su construcción.

2.2.2 Riesgos y precauciones

2.2.2.1 Riesgos

Si el agua vertida en el pozo de absorción contiene residuos sólidos o impurezas, el pozo puede colmatarse al cabo de cierto tiempo y no poder cumplir su función, lo que, por cierto, puede llevar a su desbordamiento. Para evitar que esto suceda, se puede dirigir el agua hacia un pozo de decantación antes de verterla en el pozo de absorción. Así, la arena y los residuos se acumulan en el fondo del pozo de decantación y no perturban el funcionamiento del pozo. El pozo de decantación debe limpiarse con frecuencia.

2.2.2.2 Precauciones

- El pozo de infiltración debe ubicarse a una distancia de por lo menos 30 m de cualquier pozo de agua y a una distancia igual a por lo menos su profundidad de cualquier edificio.
- El suelo debe ser bastante permeable a poca profundidad.
- No debe excavar en caso de nivel freático alto.
- El pozo de infiltración debe estar bastante lejos de cualquier árbol o planta para que ninguna raíz pueda alcanzarlo.
- En el marco de un proyecto de desarrollo técnico de un pueblo, una ciudad o un barrio, la simple realización técnica de pozos de infiltración no es suficiente, e incluso se corre el riesgo de

fracasar si no ha sido precedida de una campaña de sensibilización de la población a los problemas de higiene y de salud, para que pueda apropiarse del programa y modificar sus prácticas de higiene y de salud. Este proyecto tendrá aún más efecto cuando se realice en estrecha colaboración con las comunidades de habitantes, los servicios técnicos comunales y los operarios.

- No implantar un pozo de infiltración donde pueda haber inundaciones, con lo que pudiera desbordar y hacerse inutilizable.

2.2.3 Objetivos

- Disminución de caudales máximos o picos.
- Disminución del volumen escurrido.
- Recarga de acuíferos
- Mejorar la calidad del efluente

2.2.4 Metodología y parámetros de diseño²⁶

La metodología de diseño que se debe seguir para lograr un adecuado funcionamiento de los pozos de infiltración debe considerar un análisis de factibilidad, una recopilación de información antecedente del terreno, la elección de materiales, un dimensionamiento de los elementos principales y finalmente una ingeniería de detalle.

2.2.4.1 Factibilidad

El estudio de factibilidad, permite determinar en base a los antecedentes disponibles las características del suelo y del agua subterránea, si se puede infiltrar o no las aguas lluvias superficiales hacia el suelo y si es conveniente o no utilizar un pozo de infiltración.

El estudio de factibilidad analiza condiciones que hacen apto el sitio

²⁶ Tomado y modificado de: (Ministerio de vivienda y urbanismo, 1996)

para la instalación de un pozo de infiltración, tales como permeabilidad del suelo, riesgo de contaminación, capacidad de infiltración, profundidad y la lámina de agua donde se encuentre el nivel freático y las zonas que serán drenadas.

Los requisitos para que la factibilidad pueda desarrollarse correctamente son los siguientes:

- Plano de ubicación o localización del proyecto, delimitación de las superficies que drenarán hacia el pozo, ubicación del mismo y sector al cual se aportarán los excesos en caso de producirse.
- Estudio de niveles freáticos en la zona de estudio.
- Si el agua a infiltrar no proviene directamente desde los techos, sino que, de otras áreas ya desarrolladas, en urbanizaciones consolidadas, se recomienda efectuar un análisis de calidad de una muestra de agua por parte de un laboratorio autorizado.
- Como toda obra de infraestructura el emplazamiento del pozo requerirá de los espacios necesarios para su construcción. La autorización para el uso del suelo con estos fines deberá requerirse del propietario respectivo cuando éste no sea el ejecutor de las obras.

2.2.4.2 Dimensionamiento

El dimensionamiento de los pozos de infiltración y de sus elementos principales requiere disponer de las características del terreno y del suelo base, así como también de estudios hidrológicos e hidrogeológicos.

Los requisitos para que el dimensionamiento pueda desarrollarse correctamente son los siguientes:

- Plano a una escala adecuada en el que se muestren las superficies que drenan al pozo y la naturaleza de cada una.
- Cuadro de superficies, con indicación del área aportante y coeficiente de esorrentía de cada una, (techos, pavimentos impermeables, porosos, áreas verdes con y sin vegetación, calles, veredas y otros).
- Precipitación máxima de 24 horas para determinar el valor de la intensidad para distintos periodos de retorno o la curva Intensidad Duración Frecuencia (IDF) que la entidad competente disponga.

Con los antecedentes mencionados se abordarán los siguientes aspectos:

- **Terreno:** Se deberán determinar las características de ocupación y de ordenamiento del terreno donde será implantado el pozo de infiltración. Específicamente, la presencia de espacios con o sin vegetación y la topografía del terreno. Con los antecedentes recopilados, se procede a determinar el volumen de almacenamiento que puede recibir el suelo y la naturaleza de las aguas que van a ser drenadas.
- **Características del suelo soportante:** Se deberá estimar la capacidad de absorción del suelo soportante, así como su comportamiento en presencia del agua. La capacidad de absorción del suelo deberá ser estimada a partir de ensayos de infiltración a diferentes profundidades en varios lugares del terreno y su duración debe ser suficiente como para poder apreciar de manera certera la capacidad de infiltración en régimen permanente y condiciones de saturación. Se

recomienda el método del cilindro excavado. Para el caso de pozos de inyección es necesario conocer la permeabilidad del suelo.

- **Hidrogeología e hidrología:** Se deberá determinar la presencia, el uso, las fluctuaciones estacionales, la cota más alta de las láminas de agua subterráneas y, eventualmente, sus características cualitativas y su vulnerabilidad. Se determinará la naturaleza de las aguas y su potencialidad de contaminación del agua subterránea y el gasto máximo admisible de evacuación del proyecto, en base a las capacidades del acuífero o a la permeabilidad del suelo. El conocimiento del sentido del flujo permite elegir con mayor seguridad la ubicación más adecuada de los pozos de infiltración en lugares alejados de zonas de captación. Dimensiones del pozo. Escoger los materiales que componen el pozo de infiltración, es decir, los materiales que se instalarán entre la superficie drenada y el pozo de infiltración, al interior de los pozos, entre el pozo y el suelo adyacente, y entre el pozo y la red de alcantarillado de aguas lluvias. La elección del tipo de materiales utilizados y la capacidad de absorción del suelo son las principales características que se consideran en el diseño. Se puede trabajar en dos etapas:
 - Un predimensionamiento, que tiene como objetivo atribuir una profundidad al pozo y determinar la capacidad de evacuación del suelo in situ y
 - Un dimensionamiento definitivo, para determinar el radio del pozo y el volumen de almacenamiento. Verificar el comportamiento estructural del pozo en relación a las edificaciones o calzadas vehiculares cercanas

2.2.4.3 Ingeniería de detalle

La ingeniería de detalle se traduce en los planos de la obra o planos record y sus especificaciones técnicas generales y especiales. Agregar los elementos necesarios para conectar el rebase del pozo a la red de drenaje local hacia aguas abajo y lo necesario para que sea alimentado correctamente de acuerdo con las recomendaciones y precauciones presentadas en este capítulo.

2.3 Hidrología e hidráulica

2.3.1 Análisis hidrológico

2.3.1.1 Análisis de lluvias

Para realizar el análisis de lluvia para el caso de drenaje urbano, es necesario caracterizar y recopilar información de la zona de estudio siguiendo estos pasos:

- Recopilar información de estaciones hidroclimatológicas (Precipitación media multianual, mensual, humedad relativa, Temperatura, Evaporación y brillo solar, entre otros)
- Análisis de probabilidad de ocurrencia de tormentas máximas en 24 horas.
- Elaboración de la Curva de Intensidad-Duración-Frecuencia o mapa de intensidades para determinar el valor aproximado de la precipitación de la lluvia en el sitio de interés.

En ciudades de Colombia como Bogotá, la entidad encargada del aseo y operación de los sistemas de acueducto y alcantarillado; en este caso la Empresa de Acueducto de Bogotá (EAB-ESP), dispone de una zonificación en la ciudad en la que de acuerdo con las mediciones de precipitaciones previas se obtuvieron de los parámetros la curva IDF.

$$I = C_1(D + X_0)^{C_2} \quad (2-1)$$

Dónde:

- I = Intensidad de lluvias [mm/hr/Ha]
- D = Duración de la precipitación [min]
- C₁, X₀, C₂ = Constantes suministradas por la EAAB para un punto específico de la ciudad de Bogotá, provenientes de los resultados del “Estudio para análisis y caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá” [-]

2.3.1.2 Metodología para el cálculo de caudales máximos

A continuación, se explica en detalle el procedimiento de cálculo para las metodologías de lluvia – caudal aplicadas.

Método racional

Para el cálculo de caudales cuencas cuyo tamaño no supere 250 Ha, se aplicó el método racional, el cual calcula el caudal pico de aguas lluvias con base en la intensidad media del evento de precipitación con una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y un determinado coeficiente de escorrentía. La ecuación del método racional es:

$$Q = C * I * A / 3.6 \quad (2-2)$$

Dónde:

- Q = Caudal de diseño (m³/s)
- C = Coeficiente de escorrentía
- I = Intensidad (mm/hr)
- A = Área de la cuenca (Km²)

La expresión anterior de la formula racional es equivalente a la siguiente formulación solo que las unidades del área son dadas en hectáreas.

$$Q = C * I * A * 0.00278 \quad (2-3)$$

Dónde:

- Q = Caudal de diseño (m³/s)
- C = Coeficiente de escorrentía
- I = Intensidad (mm/hr)
- A = Área de la cuenca (Ha)

De acuerdo con el método racional, el caudal pico ocurre cuando toda el área de drenaje está contribuyendo, y éste es una fracción de la precipitación media bajo las siguientes suposiciones:

El caudal pico en cualquier punto es una función directa de la intensidad de la lluvia, durante el tiempo de concentración para ese punto. La frecuencia del caudal pico es la misma que la frecuencia media de la precipitación. El tiempo de concentración está implícito en la determinación de la intensidad media de la lluvia.

Es importante destacar que el tiempo de concentración seleccionado es el correspondiente al recomendado en estructuras de drenaje urbano, en este caso en el que la entidad encargada de la operación de los sistemas de acueducto y alcantarillado indique.

2.3.1.3 Metodología para el cálculo de los hietogramas de diseño

Método del bloque alterno²⁷

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva de intensidad-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación que ocurre en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt sobre una duración total de $T_d = n \Delta T$. Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones Δt , $2 \Delta t$, $3 \Delta t$, ..., y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo Δt . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida T_d y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

Los pasos a seguir para el cálculo del hietograma de una lluvia a partir de las curvas IDF son²⁸:

1. Seleccionar el periodo de retorno de diseño, la duración de la lluvia ($T_d = n \Delta T$) y el intervalo de tiempo por ΔT .
2. Se calculan las intensidades medias totales, evaluando cada uno de estos intervalos en la curva correspondiente.

²⁷ (Chow, y otros, 1994)

²⁸ (Cruz, y otros, 1989)

3. Se calculan las láminas totales multiplicando la intensidad por ΔT .
4. Se calculan las láminas por intervalos como la diferencia entre los valores sucesivos de la lámina de precipitación total.
5. Se calculan las intensidades por intervalos dividiendo la lámina por intervalo entre ΔT .

2.3.2 Análisis hidráulico ²⁹

El análisis hidráulico se determinó a partir de la metodología presentada por la EPA, además de otros autores para definir los parámetros requeridos y dar recomendaciones sobre valores a utilizar como se presenta a continuación. El análisis se presenta centrado en los pozos de infiltración, pero algunos de los conceptos expresados pueden aplicarse a los SUDS en general.

Las áreas asociadas a los pozos de infiltración para cada subcuenca son calculadas de la siguiente manera:

1. El volumen de esorrentía, V_r , se calcula para cada subcuenca asociada a cada pozo de infiltración utilizando la ecuación:

$$V_r = A_c \cdot D_f \quad (2-4)$$

Dónde:

A_c = Área de aporte
 D_f = Profundidad de la lluvia

La altura de la lámina de agua D_f puede tomarse con un valor de 3 cm.

2. La superficie de la zanja o pozo de infiltración, L_w , y el volumen de almacenamientos, se calcula utilizando las siguientes ecuaciones.

²⁹ Tomado y adaptado de (Cano, 2015)

La ecuación (2-5)³⁰, fue usada de base para la ecuación (2-6):

$$L \cdot W = S_s/nH \quad (2-5)$$

$$S_s = n \cdot H \cdot W \cdot L \quad (2-6)$$

Dónde:

- L = Longitud de la zanja o pozo de infiltración.
- W = Ancho de la zanja o pozo de infiltración.
- L·W = Superficie de la zanja o pozo de infiltración.
- Ss = Volumen de almacenamiento.
- n = Porosidad del relleno de grava.
- H = Profundidad del relleno de grava.

3. Las zanjas o pozos de infiltración son más eficaces en la reducción del volumen de la escorrentía superficial. Por lo tanto, el volumen de almacenamiento, Ss, se utiliza para calcular su área. Este cálculo fue determinado para el volumen de escorrentía, Vr, obtenido de la ecuación (2-4). La porosidad se determina a partir de una mezcla entre grava y arena de 20%³¹, este por la disponibilidad local. La profundidad del relleno de grava, H, se determina desde 1.5 y hasta 3.5 metros.
4. El ancho sugerido para zanjas/pozos de infiltración es de 0.9 - 2.4 metros (3 - 8 pies), la profundidad y el relleno de piedra de 0.1 - 1.8 metros (0.3 - 6 pies)³². También, se debe tener presente una berma en el diseño de la zanja de infiltración con el fin de permitir y facilitar la infiltración por encharcamiento a una velocidad lenta. Esta altura de berma se calcula utilizando la ecuación (2-7).

³⁰ (Watkins, y otros, 2008)

³¹ (Wurbs, y otros, 2001)

³² (Protection, 2006)

$$d = \frac{S_s}{LW} \quad (2-7)$$

Dónde:

- d = Altura de la berma
Ss = Volumen de almacenamiento.
LW = Superficie de la zanja o pozo de infiltración.

Para realizar el análisis hidráulico se analizará el comportamiento del pozo de infiltración en tres fases: Superficie, Almacenamiento y Drenaje.

2.3.2.1 Superficie (Surface)³³

Corresponde a la superficie del suelo que recibe directamente la precipitación o evento de lluvia y el aporte de escorrentías desde aguas arriba, almacena el exceso de flujo de entrada en las depresiones y genera desagües de superficie, que puede ser conectado a la red de drenaje de aguas lluvias o es infiltrado en el terreno.

Profundidad de almacenamiento (Berm Height or Storage Depth)

Cuando las paredes o muros de contención de confinamiento están presentes, esta corresponde a la profundidad máxima a la que puede llegar la lámina de agua por encima de la superficie de la unidad antes de que ocurra de desbordamiento (en pulgadas o mm).

Fracción del volumen de vegetación (Vegetation Volume Fraction)

Corresponde a la fracción del volumen dentro del almacenamiento de superficie llena de vegetación. Este es el volumen ocupado por los tallos y las hojas, no su cobertura de área de superficie. Normalmente

³³ (Protection, 2006)

este volumen puede ser ignorado, pero puede ser tan alto entre valores de 0,1 a 0,2 para el crecimiento vegetativo muy denso.

Rugosidad de la superficie (Surface Roughness)

Corresponde al coeficiente “n” de Manning para el flujo superficial transportado sobre la cubierta superficie del suelo, pavimento, superficie de techo o de un canal de drenaje vegetativa (ver Tabla 2).

Tabla 2. Coeficiente de rugosidad “n” de Manning para distintos tipos de superficie.³⁴

Tipo de superficie	n
Asfalto liso	0.011
Concreto liso	0.012
Revestimiento de concreto ordinario	0.013
Madera nueva	0.014
De ladrillo con mortero de cemento	0.014
Arcilla vitrificada	0.015
Hierro fundido	0.015
Tuberías de metal corrugado	0.024
Superficie conformada de escombros de cemento	0.024
Suelos de barbecho (sin residuos)	0.05
Suelos cultivados	
Cobertura de residuos < 20%	0.06
Cobertura de residuos > 20%	0.17
Rango (natural)	0.13
Césped	
Corto, pradera	0.15
Denso	0.24
Gramma	0.41
Bosque	
Arbustos ligeros	0.40

³⁴ (McCuen R. Federal Highway Administration, 1996)

Tipo de superficie	n
Arbustos densos	0.80

Pendiente de la superficie (Surface Slope)

Pendiente de una superficie de la cubierta, superficie del pavimento o terreno pantanoso vegetativa (en porcentaje).

2.3.2.2 Almacenamiento (Storage)³⁵

Corresponde a un lecho de roca o grava triturada que proporciona almacenamiento en celdas de bioretención, pavimentos porosos y sistemas de infiltración de una zanja o pozo.

Espesor de capa de grava o altura del barril (Thickness or Barrel Height)

Este es el espesor de una capa de grava o de la altura de un barril de lluvia (pulgadas o mm). Las capas de piedra y grava son típicamente de 6 a 18 pulgadas (150 a 450 mm) de espesor, mientras que los barriles de lluvia en casa unifamiliar extienden en altura desde 24 hasta 36 pulgadas (600 a 900 mm).

Relación de vacíos (Void Ratio)

Corresponde a él volumen de espacio vacío en relación con el volumen de sólidos en la capa. Los valores típicos se encuentran en el intervalo de 0,5 a 0,75 para los lechos de grava. Debe tenerse en cuenta que la porosidad = relación de vacíos / (1 + relación de vacíos).

Tasa de infiltración (Seepage Rate)

³⁵ (Protection, 2006)

La velocidad a la cual el agua se filtra en el suelo nativo por debajo de la capa (en pulgadas / hora o mm / hora). Típicamente es la conductividad hidráulica saturada de la subcuenca si la infiltración de Green-Ampt se utiliza o la tasa de infiltración mínima de Horton. Si hay un suelo impermeable o forro debajo de la capa a continuación, utilizar un valor de 0.

Factor de obstrucción (Clogging Factor)

Volumen total de la escorrentía tratada que se necesita para obstruir completamente la parte inferior de la capa dividido por el volumen de huecos de la capa. Utilice un valor de 0 si se ignora la obstrucción. La obstrucción reduce progresivamente la velocidad de infiltración en proporción directa al volumen acumulado de escorrentía tratado y sólo podrá ser motivo de preocupación para zanjas de infiltración con las partes inferiores permeables y sin desagües inferiores.

2.3.2.3 Drenaje (Drain)³⁶

Corresponde al flujo de agua transportado fuera de la capa de almacenamiento de las celdas de bio-retención, sistemas de pavimentos permeables, zanjas y pozos de infiltración (En este caso normalmente ranurados) en una tubería común o cámara de inspección.

Coeficiente de drenaje (flujo) y exponente de drenaje (flujo) (Drain Coefficient and Drain Exponent)

El coeficiente de drenaje C y el exponente n determina la tasa de flujo a través de un drenaje en una función de la altura de agua

³⁶ (Protection, 2006)

almacenada por encima del desagüe. La siguiente ecuación se utiliza para calcular esta velocidad de flujo (por unidad de área de la unidad LID):

$$q = C \cdot h^n \quad (2-8)$$

Donde q el desagüe (pulgadas / hr o mm / hr) y h es la altura de material saturado por encima del desagüe (pulgadas o mm). Si no existe en la capa, establezca C a 0.

Un valor típico de n es 0,5 (haciendo que el drenaje actúa como un orificio). Tenga en cuenta que las unidades de C dependen del sistema utilizado, así como el valor asignado a n.

Hay varias cosas a tener en cuenta al especificar los parámetros de drenaje de un control LID:

- Si la capa de almacenamiento que contiene el desagüe tiene una parte inferior impermeable a continuación, lo mejor es colocar el desagüe en la parte inferior. De lo contrario, para permitir que el volumen de almacenamiento se llene antes de que ocurra el drenaje, se puede colocar el desagüe en la parte superior de la capa de almacenamiento.
- Si la capa de almacenamiento no tiene drenaje, establecer el coeficiente de desagüe como 0.
- Si el drenaje puede transportar un flujo cualquiera entrará en la capa de almacenamiento hasta cierto límite específico, a continuación, establezca el coeficiente de drenaje hasta el límite y el exponente de drenaje 0.

- Si el drenaje consta de tubos ranurados donde las ranuras actúan como orificios de drenaje, el exponente sería de 0,5 y el coeficiente de drenaje sería 60.000 veces la proporción del total de la zona de la ranura.
- Si el objetivo es drenar una unidad totalmente saturada en una cantidad específica de tiempo, establecer el exponente de drenaje en 0,5 (para representar el orificio de flujo) y el coeficiente de drenaje de acuerdo la ecuación (2-9), donde D es la distancia desde el desagüe de la superficie más cualquier altura de berma (en pulgadas o mm) y t es el tiempo en horas para vaciar. Por ejemplo, para vaciar una profundidad de 36 pulgadas en 12 horas requiere un coeficiente de drenaje 1.

2.3.2.4 Infiltración

La infiltración es el fenómeno por el cual el agua lluvia penetra la superficie del terreno de los suelos no saturados de las áreas permeables de la cuenca.

La infiltración es el proceso mediante el cual el agua penetra la superficie del terreno hacia el suelo. Muchos factores influyen en la tasa de infiltración, incluyendo la condición de la superficie del suelo y su cubierta vegetal, las propiedades del suelo, tales como la porosidad y la conductividad hidráulica y el contenido de humedad presente en el suelo. Estratos de suelos con propiedades físicas diferentes pueden superponerse unos sobre otros formando *horizontes*. Los suelos también presentan una gran variabilidad espacial aun dentro de pequeñas áreas, como en un sembrado. Como resultado de estas grandes variaciones espaciales y de las variaciones temporales de las propiedades del suelo que ocurren a medida que cambia el contenido de humedad de este, la infiltración es un proceso muy complejo que

puede describirse mediante ecuaciones matemáticas solamente en forma aproximada.³⁷

Existen cuatro zonas de humedad: una *zona saturada* cerca de la superficie, una *zona de transmisión de flujo* no saturado y contenido de humedad aproximadamente uniforme, una *zona de mojado* en la cual el cambio de contenido de la humedad decrece con la profundidad y un *frente de mojado* en el cual el cambio de contenido de la humedad con la profundidad es tan grande que da la apariencia de una discontinuidad aguda entre el suelo mojado arriba y el suelo seco debajo. Dependiente de la cantidad de infiltración y de las propiedades físicas del suelo, el frente de mojado puede penetrar en el suelo desde unas pocas pulgadas hasta varios pies (Hillel, 1980). En la siguiente figura se ilustra la distribución de humedad dentro del perfil del suelo durante el movimiento hacia abajo del agua.

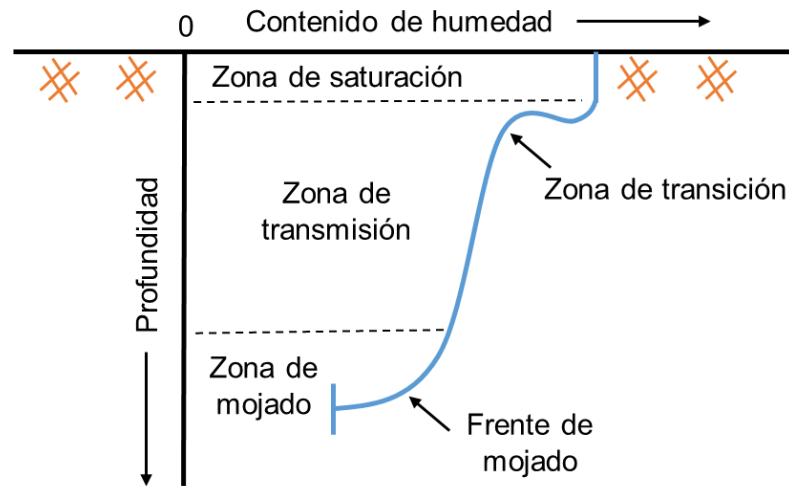


Figura 8. Zonas de humedad durante la infiltración.³⁸

La tasa de infiltración f , se expresa en pulgadas por hora o centímetros por hora, es la tasa a la cual el agua entra al suelo en la

³⁷ (Chow, y otros, 1994)

³⁸ Tomada y adaptada de (Chow, y otros, 1994)

superficie. Si el agua se encharca en la superficie, la infiltración ocurre a la *tasa de infiltración potencial*. Si la tasa de suministro de agua en la superficie, por ejemplo, por lluvia, es menor la tasa de infiltración potencial, entonces la tasa de infiltración real también será menor que la tasa potencial. La *infiltración acumulada* F es la profundidad acumulada de agua infiltrada dentro de un periodo dado y es igual a la integral de la tasa de infiltración de ese periodo:³⁹

$$F(t) = \int_0^t f(\tau) d\tau \quad (2-9)$$

Donde τ es una variable auxiliar de tiempo en la integración. A la inversa, la tasa de infiltración es la derivada temporal de la infiltración acumulada:

$$f(t) = \frac{dF(t)}{dt} \quad (2-10)$$

Para objeto de este análisis, se usará la ecuación de Horton.

Ecuación de Horton

Este método se basa en observaciones empíricas y propone que la infiltración decrece exponencialmente desde un valor inicial máximo hasta un cierto valor mínimo a lo largo del evento de lluvia. Los parámetros de entrada necesarios para este modelo son los valores de infiltración máxima y mínima, el coeficiente de decaimiento que describe lo rápido que se produce la disminución de la infiltración a lo largo del tiempo y el tiempo necesario para saturar completamente un suelo que inicialmente estaba completamente seco.⁴⁰

³⁹ (Chow, y otros, 1994)

⁴⁰ (Agency, 2015)

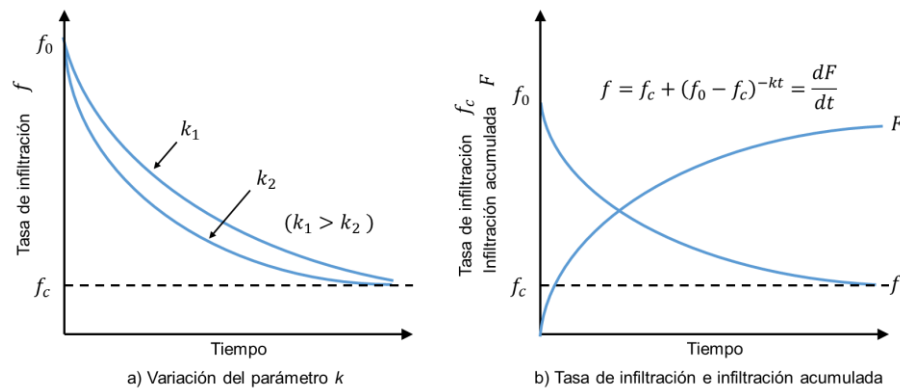
Una de las ecuaciones de infiltración fue desarrollada por Horton (1933,1939), quien observo que la infiltración empieza en laguna tasa f_0 y decrece exponencialmente hasta que alcanza una tasa constante f_c (ver Figura 9).

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) e^{-kt} \quad (2-11)$$

Donde k es la constante de decaimiento que tiene dimensiones de $[T^{-1}]$. Eagleson (1970) y Raudkivi (1979) demostraron que la ecuación de Horton puede derivarse de la ecuación de Richards (4.1.12) al suponer que K y D son constantes independientes del contenido de humedad del suelo. Bajo estas condiciones (4.1.12) se reduce a:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = D \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \quad (2-12)$$

La cual es la forma estándar de una ecuación de difusión que puede resolverse para calcular el contenido de humedad θ como función del tiempo y la profundidad. La ecuación de Horton se encuentra al calcular la tasa de difusión de humedad $D(\partial\theta/\partial z)$ en la superficie del suelo.⁴¹



⁴¹ (Chow, y otros, 1994)

Figura 9. Infiltración mediante la ecuación de Horton.⁴²

A continuación, se presenta los parámetros de este método:⁴³

- Tasa de infiltración máxima: Tasa máxima de infiltración en la curva de Horton (mm/h o in/h). Algunos valores típicos son:

1. Suelo SECO (con poca o ninguna vegetación):

- Suelo de arena: 125 mm/h (5 in/h)
- Suelo de marga: 75 mm/h (3 in/h)
- Suelo de acilla: 25 mm/h (1 in/h)

2. Suelo SECO (con poca o ninguna vegetación):

- Los mismos valores del apartado 1 multiplicados por dos (2).

3. Suelo HÚMEDO:

- Suelos drenantes que no se secaron: dividir los valores de 1 y 2 entre 3 (tres).
- Suelos cercanos a la saturación: valores próximos a la tasa mínima de infiltración.
- Suelos que han secado parcialmente: dividir los valores de 1 y 2 entre 1.5 a 2.5.

⁴² Tomada y adaptada de (Chow, y otros, 1994)

⁴³ (Agency, 2015)

2.4 Detalles constructivos generales

A continuación, se presentan detalles constructivos para la implementación de pozos de infiltración de acuerdo con la bibliografía consultada.

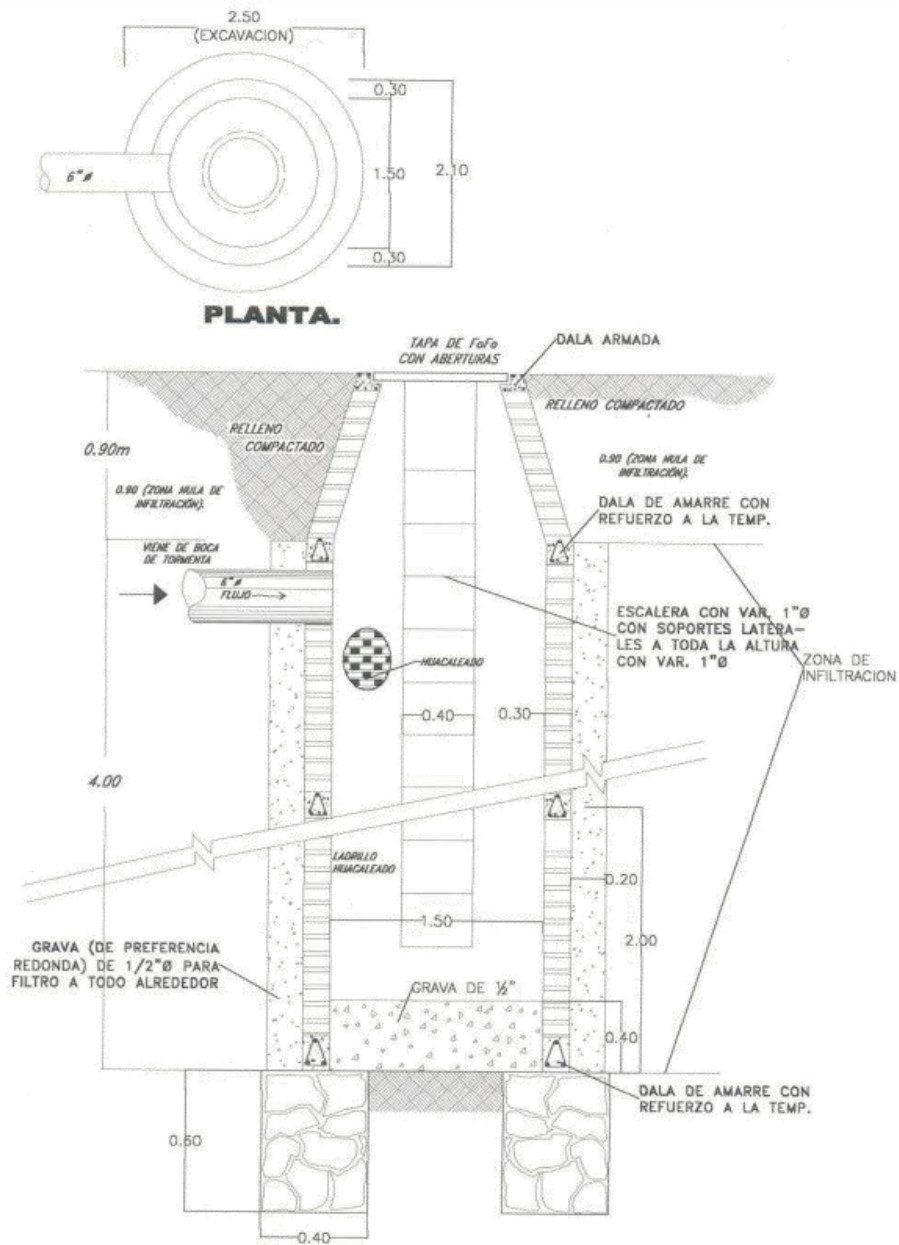
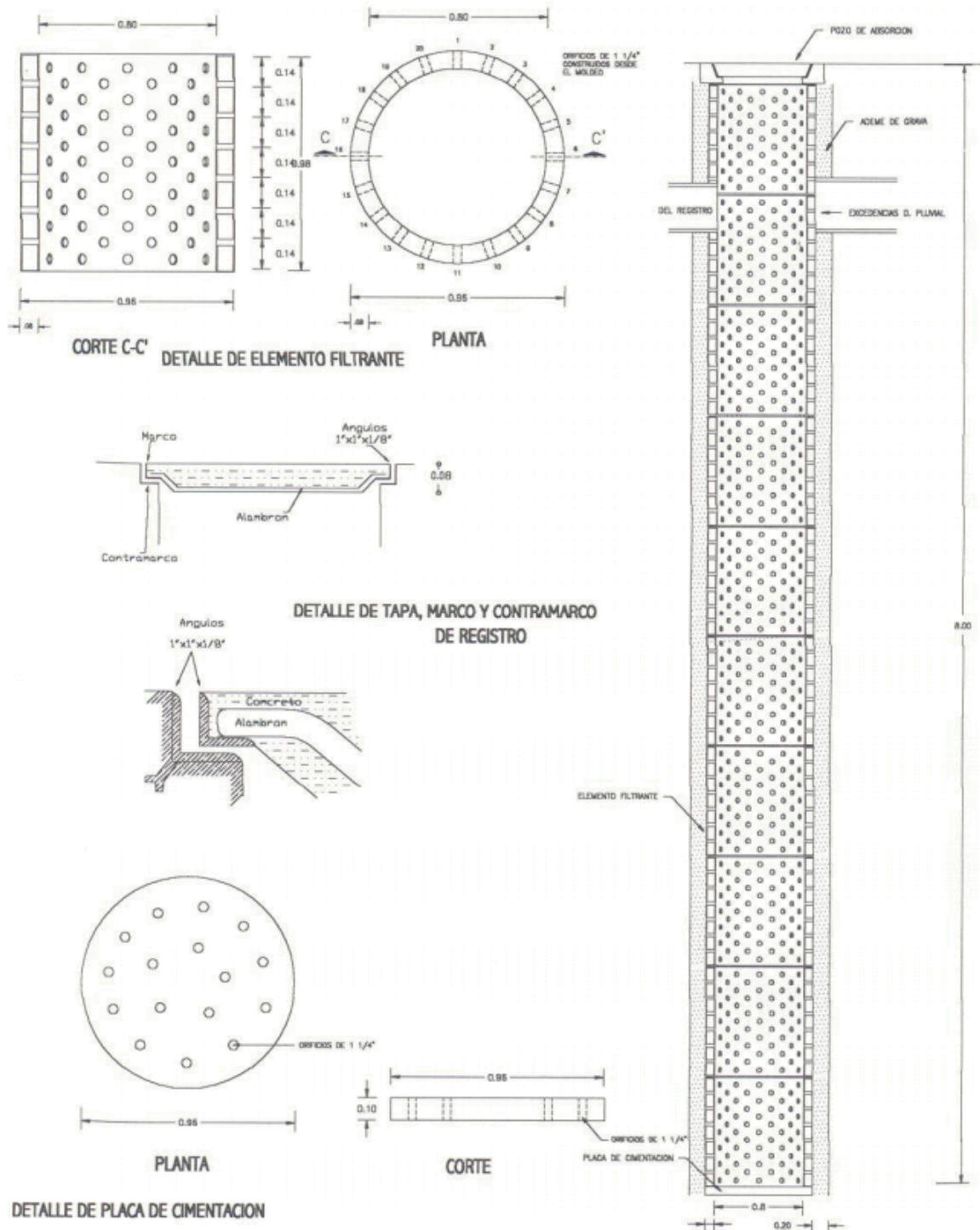


Figura 10. Pozo de absorción Construido in-situ⁴⁴



⁴⁴ (SIAPA, 2014)

Figura 11. Pozo de absorción/infiltración prefabricado con tubería perforada⁴⁵

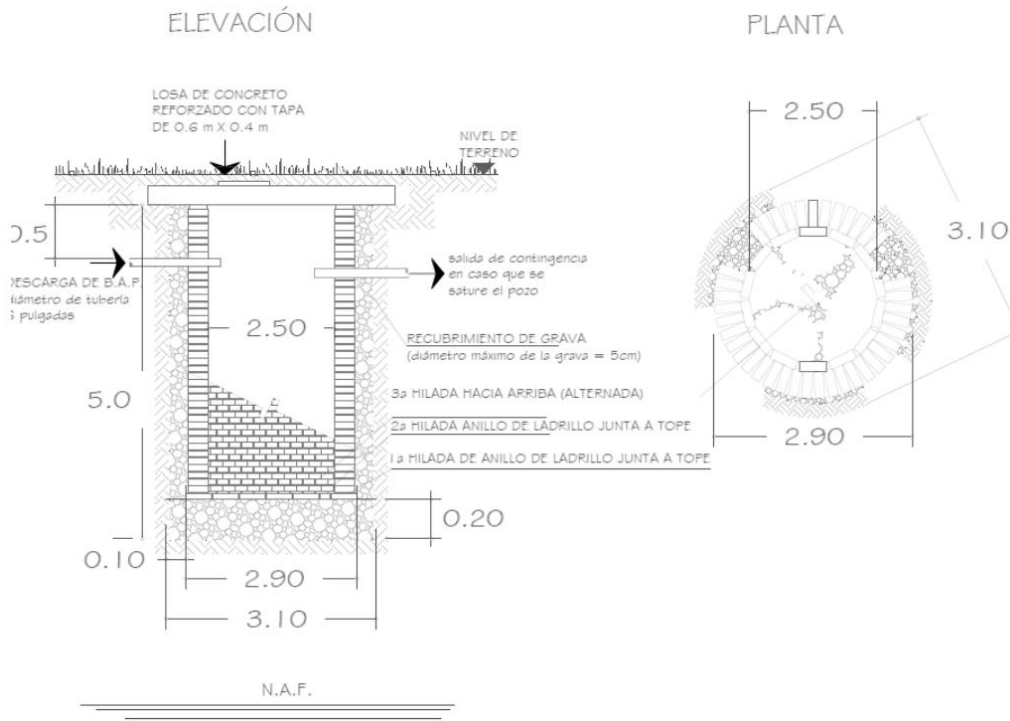


Figura 12. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ⁴⁶

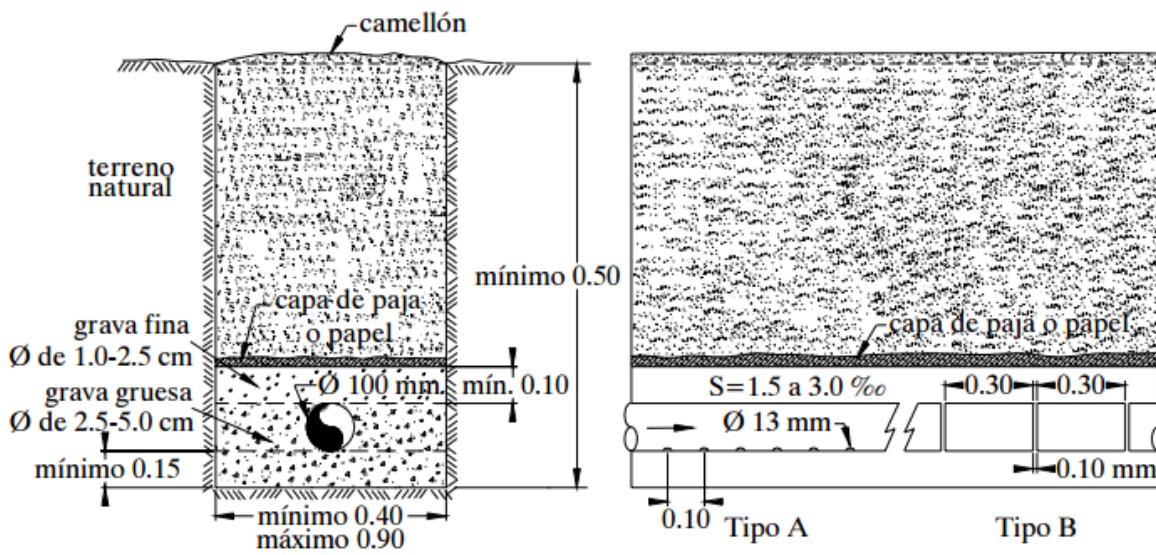


Figura 13. Zanja de infiltración Construido in-situ⁴⁷

⁴⁵ (SIAPA, 2014)

⁴⁶ (Martínez, 2013)

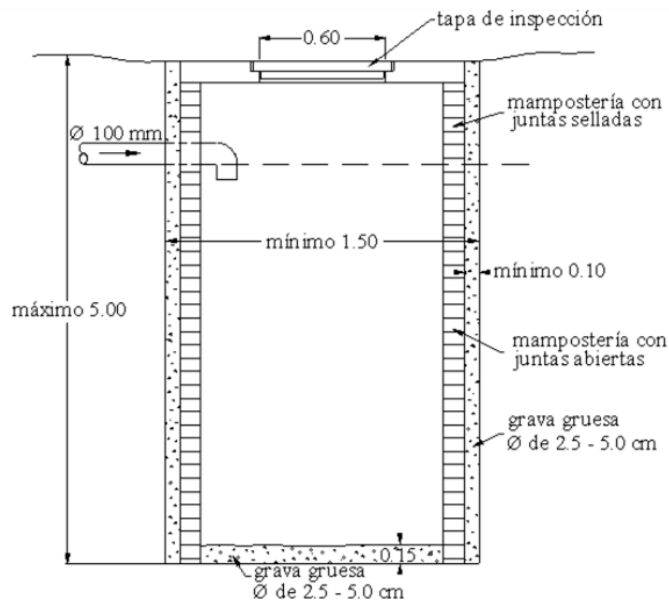


Figura 14. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ⁴⁸

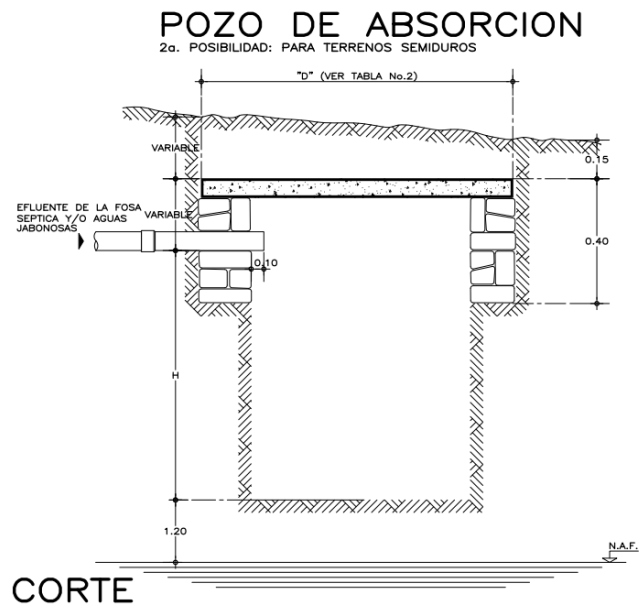
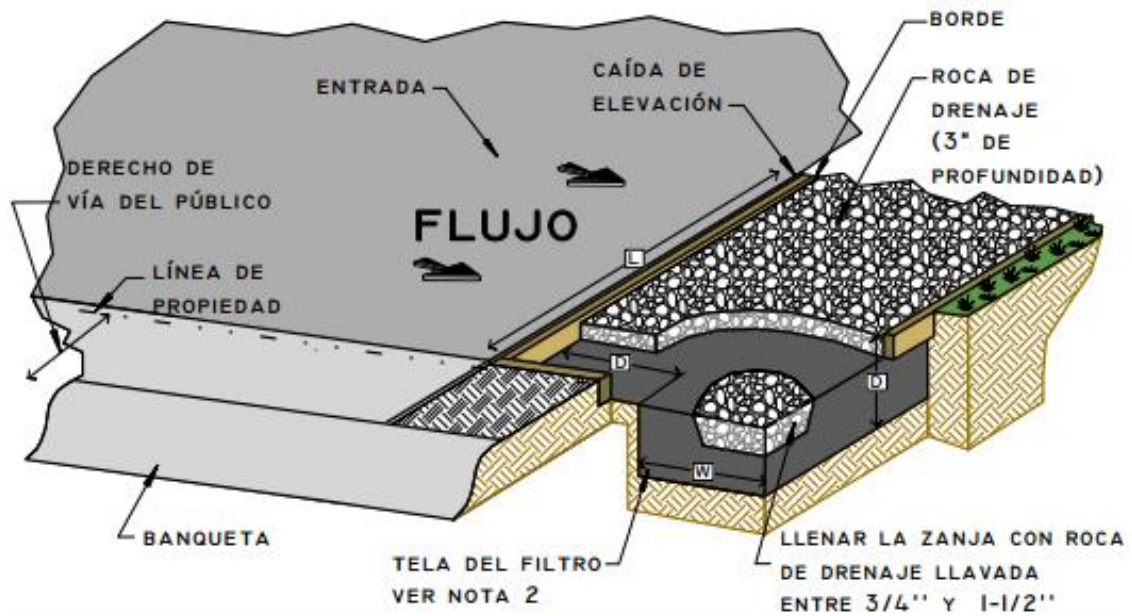


Figura 15. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ⁴⁹

⁴⁷ (Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente - Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación, 2003)

⁴⁸ (Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente - Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación, 2003)

⁴⁹ (Instituto Nacional de la infraestructura Física Educativa, 2012)



DIRECTRICES DE INSTALACIÓN

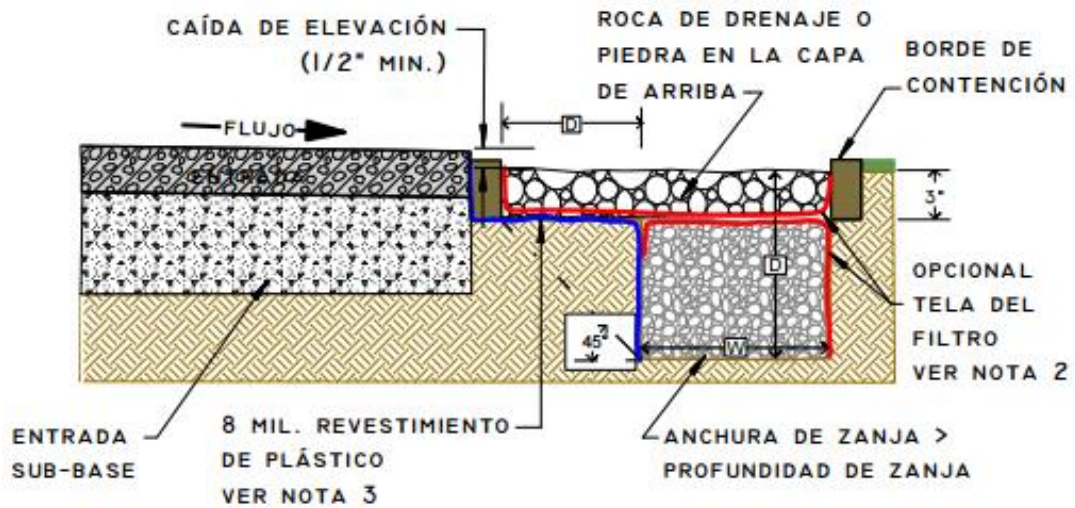


Figura 16. Zanja de infiltración de entrada

Tomado de: <http://tahoercd.org/wp-content/uploads/2013/03/Spanish-Lake-Tahoe-Standard-BMP-Drawings.pdf>

POZO DE ABSORCIÓN

1a. POSIBILIDAD: PARA TERRENOS SUAVES (CON TABIQUES)

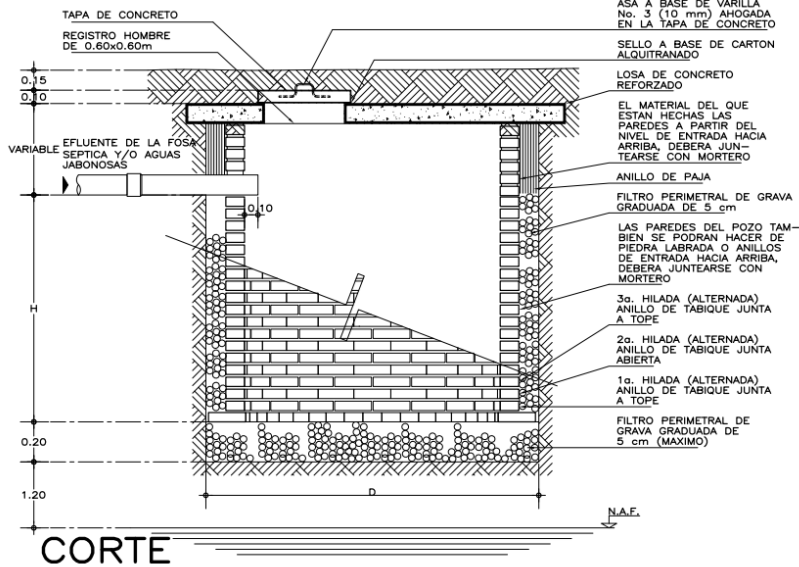


Figura 17. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ⁵⁰

POZO DE ABSORCIÓN

3a. POSIBILIDAD: PARA TERRENOS SUAVES (CON PIEDRA)

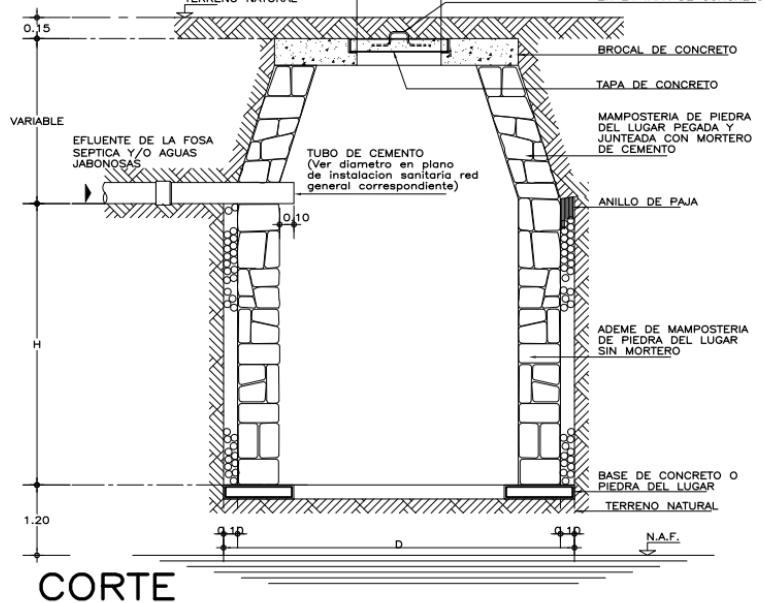


Figura 18. Pozo de absorción/infiltración Construido in-situ⁵¹

⁵⁰ (Instituto Nacional de la infraestructura Física Educativa, 2012)

Capítulo 3

Caso de estudio: Colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón Bogotá D.C.

Como caso de estudio en la aplicación de los pozos de infiltración para el control de escorrentía, se presenta a continuación un resumen del proyecto realizado para la recolección de aguas lluvias y su disposición mediante colectores, el fin de este capítulo es caracterizar el diseño realizado y aplicar los conceptos previamente explicados en los capítulos anteriores.

3.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INFRAESTRUCTURA: CASO DE ESTUDIO

3.1.1 Área de estudio.

El proyecto se desarrolla en la localidad de Fontibón (Localidad 9) específicamente en el sector ubicado sobre las calles 13 y 17 entre la Av. Ciudad de Cali y la Carrera 96B incluyendo la denominada “Ye” de Fontibón. Entre los cursos de agua más importantes que se encuentran en inmediaciones de la zona de proyecto se encuentra el Río Fucha y el Canal Cundinamarca. En la Figura 19 se presenta la localización general del proyecto.



Figura 19. Localización del colector sobre las calles 13 y 17 entre la Av. Ciudad de Cali y la Carrera 96B

Tomado de: Google Earth

⁵¹ (Instituto Nacional de la infraestructura Física Educativa, 2012)

3.1.2 Trabajos de campo

3.1.2.1 Levantamientos topográficos

A continuación, se presenta el listado de pozos proyectados para el colector de la calle 13, producto de los levantamientos topográficos, con el fin de adelantar los estudios y planteamientos de alternativas al drenaje superficial del área del proyecto.

Pozos y coordenadas

Tabla 3. Localización de los pozos y cámaras proyectado/existentes.

Cámara	Coordenadas		Cotas
	Este	Norte	Cota rasante
	[m]	[m]	[msnm]
PD11	93393.9805	107099.559	2544.20
PD12	93329.006	107175.349	2543.85
PD13	93265.8278	107251.815	2543.80
PD14	93201.9637	107323.285	2543.80
PD15	93128.5151	107390.937	2543.10
PD16	93041.5925	107439.198	2542.85
PD17	92997.2224	107458.361	2542.80
PD18	92934.9027	107483.301	2542.65
PD19	92841.7551	107519.193	2542.50
PD10	92825.6596	107559.856	2542.25
CAMARA_69E	92802.1481	107580.897	2542.67
PD1	93431.3138	107115.486	2544.05
PD2	93364.7385	107187.905	2543.85
PD3	93301.2488	107265.080	2543.35
PD4	93235.3009	107340.171	2543.10
PD5	93158.9706	107404.724	2543.00
PD6	93096.6858	107449.120	2543.05
PD7	93023.2615	107485.133	2543.50
PD8	92936.9332	107518.326	2542.30
PD9	92872.2423	107543.410	2542.27
P84	92599.25	107160.530	2535.98
P82	92608.352	107321.441	2536.06
P80_2	92795.28	107577.760	2542.67
P83	92603.01	107323.410	2536.06

Cámara	Coordenadas		Cotas
	Este	Norte	Cota rasante
	[m]	[m]	[msnm]
P85	92593.73	107163.140	2535.98
DES_P86	92586.2	107150.740	2535.65
DES_P87	92583.95	107154.810	2535.65
P80_1	92799.871	107574.871	2542.67

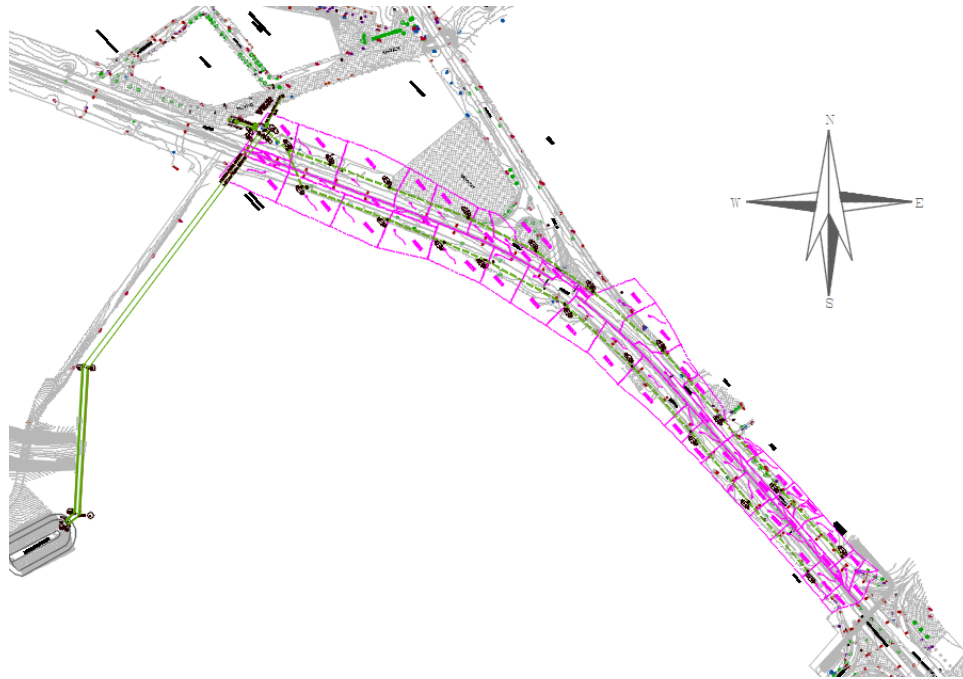


Figura 20. Planta general de localización de las estructuras proyectadas/existentes.

3.1.2.2 Exploración del subsuelo

En los trabajos de campo correspondientes a la exploración del subsuelo, se realizaron 37 perforaciones a lo largo del trazado de la tubería. La profundidad de perforación fue de 5 a 9 m. La Tabla 4 muestra un resumen de los trabajos de perforación realizados y su ubicación.

Tabla 4. Ubicación y Profundidad de Perforaciones.

SONDEO	PROFUNDIDAD (m)	UBICACIÓN
PF-1	6	E 93408.49 N 107123.51
PF-2	5	E 93376.38 N 107160.79
PF-3	6	E 93344.32 N 107198.09
PF-4	6	E 93312.33 N 107235.51
PF-5	7	E 93280.38 N 107272.94
PF-6	6	E 93247.76 N 107310.21
PF-7	7	E 93215.17 N 107347.56
PF-8	6	E 93182.70 N 107374.92
PF-9	2,5 (rechazo)	E 93150.25 N 107402.29
PF-10	6	E 93133.89 N 107413.82
PF-11	8	E 93117.53 N 107425.41
PF-12	6	E 93078.19 N 107446.63
PF-13	9	E 93038.35 N 107468.17
PF-14	7	E 92996.33 N 107483.77
PF-15	6	E 92953.95 N 107499.49
PF-16	6	E 92912.32 N 107515.95
PF-17	8	E 92870.25 N 107532.59
PF-18	3 (rechazo)	E 92838.35 N 107544.52
PF-19	9,5	E 92805.89 N 107556.67
PF-20	7	E 92800.77 N 107566.92
PF-21	6	E 93398.04 N 107113.55
PF-22	5	E 93366.21 N 107150.88
PF-23	7	E 93333.72 N 107188.83
PF-24	1,5 (rechazo)	E 93301.93 N 107225.54
PF-25	7	E 93269.83 N 107262.72
PF-26	6	E 93240.84 N 107296.44
PF-27	8	E 93211.33 N 107330.77
PF-28	6	E 93176.69 N 107361.37
PF-29	7	E 93141.49 N 107392.35
PF-30	6	E 93099.67 N 107418.36
PF-31	7	E 93057.24 N 107444.79
PF-32	6	E 93033.29 N 107455.21
PF-33	8	E 93008.84 N 107465.94
PF-34	6	E 92976.07 N 107478.62
PF-35	7	E 92942.76 N 107491.54
PF-36	7	E 92896.79 N 107508.64
PF-37	8	E 92850.52 N 107525.94

La Figura 21 muestra la ubicación de los sondeos realizados a lo largo del trazado de la tubería.

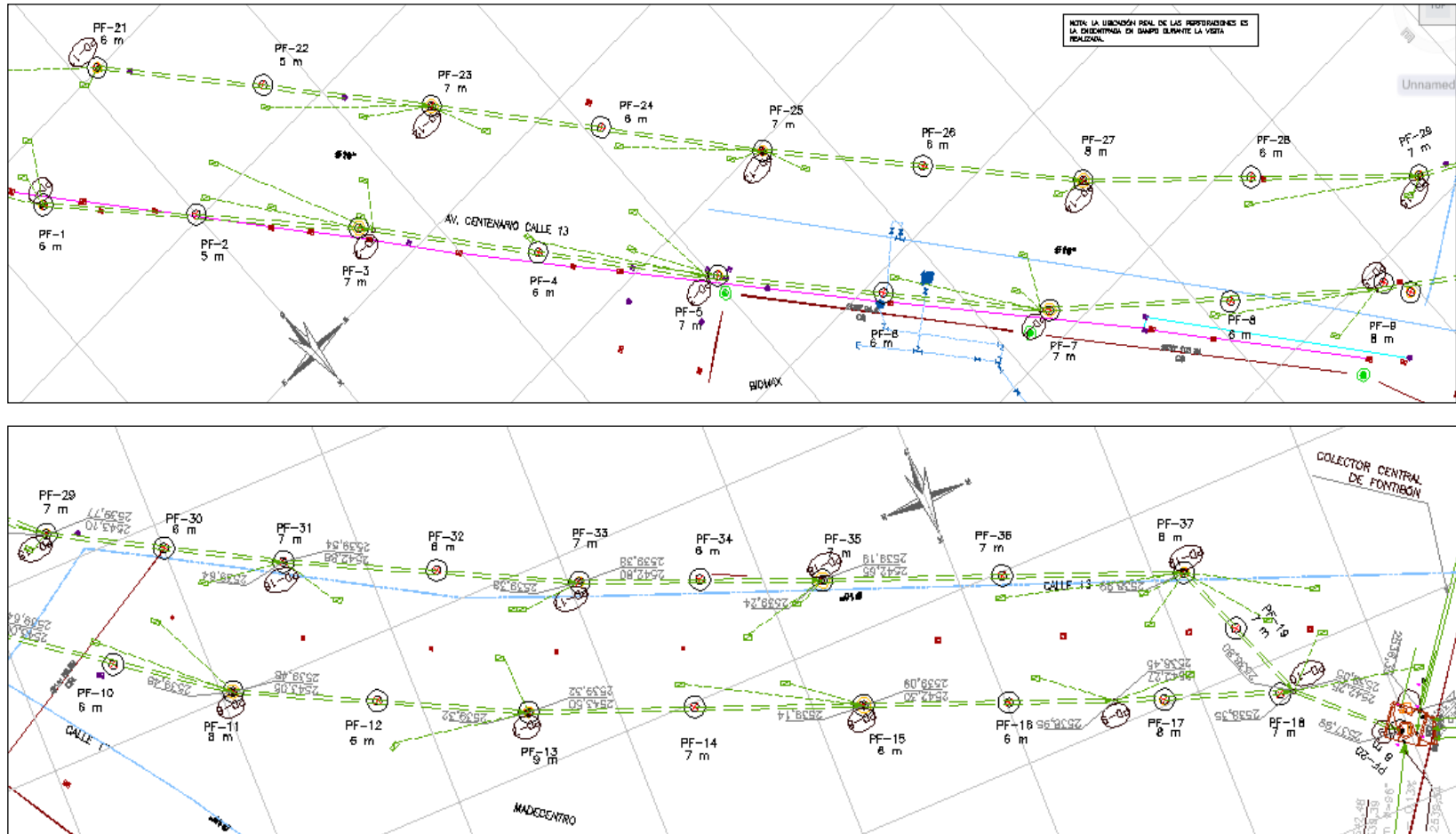


Figura 21. Localización de Perforaciones Realizadas

Nivel Freático

En cada uno de los sondeos realizados en la zona del proyecto se registró el nivel freático encontrado. La Tabla 5 muestra la profundidad del nivel freático para el costado oriental de la vía mientras que la muestra la Tabla 6 profundidad del nivel freático para el costado occidental.

Tabla 5. Nivel Freático Costado Oriental

Sondeo	NF (m)
PF-1	2
PF-2	2,5
PF-3	3,8
PF-4	ND
PF-5	ND
PF-6	4
PF-7	ND
PF-8	ND
PF-9	ND
PF-10	3
PF-11	3,7
PF-12	2,6
PF-13	2,5
PF-14	2,55
PF-15	ND
PF-16	1,1
PF-17	ND
PF-18	ND

Tabla 6. Nivel Freático Costado Occidental

Sondeo	NF(m)
PF-19	2,0
PF-20	6,0
PF-21	2,0
PF-22	1,1
PF-23	1,4
PF-24	ND
PF-25	1,1
PF-26	1,4
PF-27	1,2
PF-28	1,5
PF-29	1,2
PF-30	ND
PF-31	1,0
PF-32	2,1
PF-33	1,5
PF-34	ND
PF-35	1,9
PF-36	2,4
PF-37	2,3

Para los análisis realizados se supusieron condiciones de suelo saturado ya que en varios casos el nivel freático se encontró a profundidades menores de 1,5 m.

Caracterización Geomecánica

Según los resultados de los ensayos de laboratorio realizados y la descripción de los materiales encontrados en el subsuelo durante las

perforaciones, se definieron dos capas de materiales con comportamiento geomecánico similar.

- **Capa 1:** Relleno arcillo limoso con gravas y residuos, predominantemente gris con humedades medias y de compactación baja a media.
- **Capa 2:** Subyaciendo la primera capa, se encontró una capa de arcilla y arcilla limosa de color gris, contenidos de humedad altos, alta plasticidad y consistencia blanda a media.

Humedad Natural y Límites de Atterberg

En la

Figura 22 se presentan los límites de Atterberg y la variación del contenido de humedad con la profundidad teniendo en cuenta los sondeos realizados. Se puede observar que el contenido de humedad natural se encuentra entre 4 y 55% para todo el perfil de suelo. En los puntos en que se determinaron el límite líquido y el límite plástico, se observa que la humedad natural se encuentra entre dichos valores.

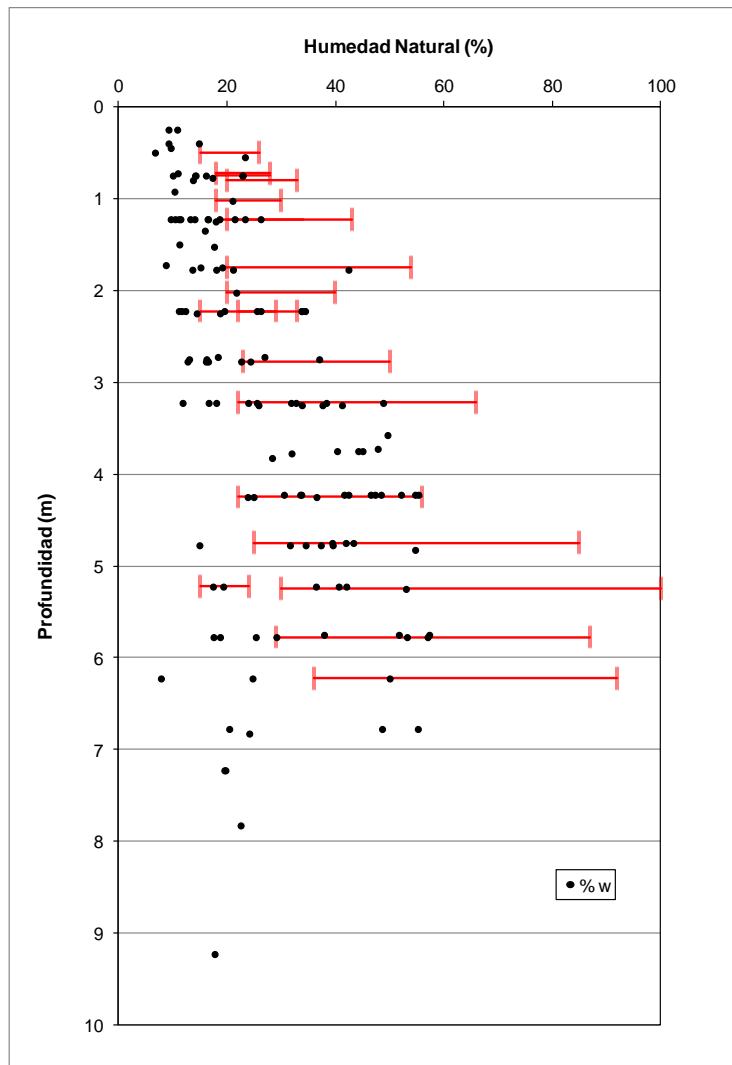


Figura 22. Variación del Contenido de Humedad con la Profundidad

Composición Granulométrica

Para cada una de las capas identificadas se determinó la composición granulométrica obteniendo los siguientes resultados:

- **Capa 1:** En la capa de relleno heterogéneo se detectó la presencia de gravas de 20 a 25% en la mayoría de ensayos. También se presentan arenas entre el 15 y el 40% y finos entre 35 y 50%.

- **Capa 2:** En la capa de arcilla y arcilla limosa no se detectó presencia de gravas mayor a 0,5%. Se presentaron altos porcentajes de finos de 87 a 98% y tasas de arenas del 2 al 7 %.

El porcentaje de finos, gravas y arenas obtenido para cada muestra, resultante del ensayo de granulometría, se muestra el Anexo IV de este trabajo.

Adicionalmente, se obtuvo un material compuesto de arena arcillosa a partir de los 6,5 m de profundidad en la zona correspondiente a las perforaciones PF-35, PF-36, PF-37 y PF-19.

El material encontrado a 6,2 m de profundidad con un porcentaje de gravas superior al 80% corresponde al hallado únicamente en la PF-20 realizada sobre la cámara existente. Este material se describe como un relleno recebo gravo limoso con sobre tamaños hasta 12", de color habano y compacidad baja.

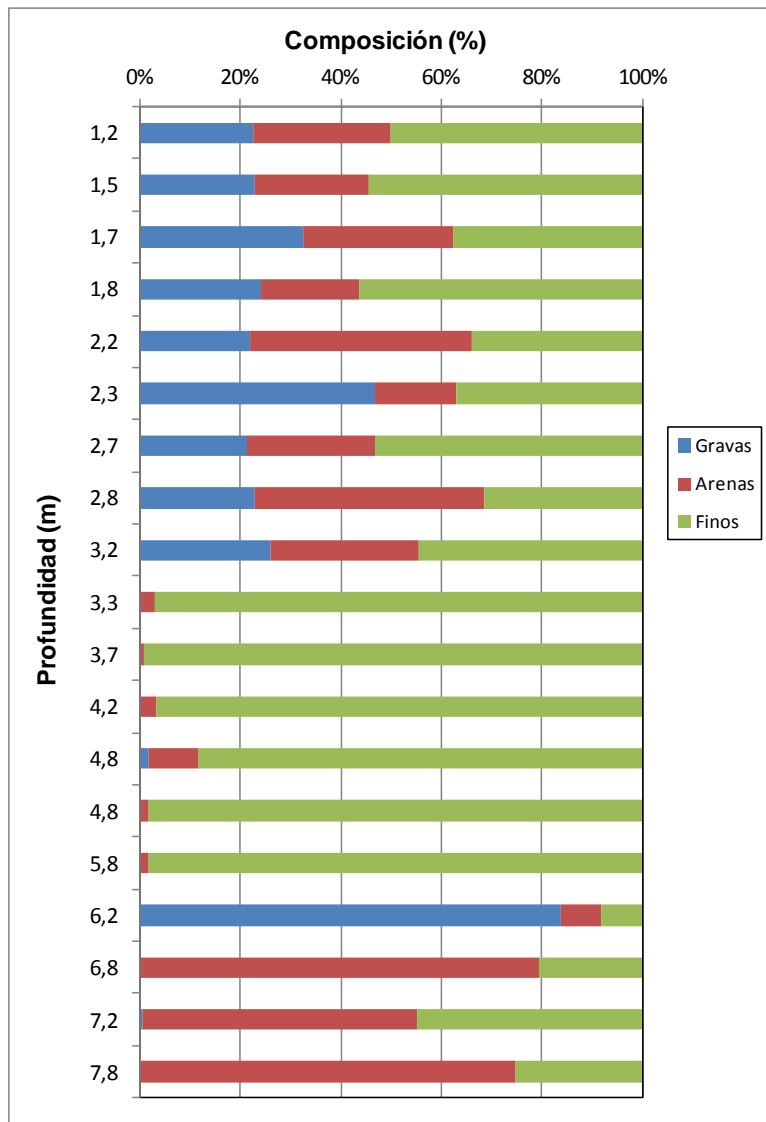


Figura 23. Composición Granulométrica

Perfil Geotécnico

A partir de los resultados de las perforaciones y ensayos de laboratorio, se definieron los parámetros mostrados en la Tabla 7 para cada capa de suelo.

Tabla 7. Parámetros Capas de Suelo

Capa de Suelo	Profundidad (m)	Descripción	γ (kN/m ³)	ϕ (°)	C (kPa)	Cu (kPa)
Capa 1	Varía de 0- 2 m hasta 0-4m	Relleno arcillo areno limoso	20	23-27°	-	37
Capa 2	Inicia de 2 a 4 m de profundidad	Arcilla o arcilla limosa	17	22	9	29

La Figura 24 y Figura 25 se muestra el perfil geotécnico determinado a partir de las perforaciones y ensayos en campo. La línea roja muestra la división entre las capas de suelo encontradas siendo en todos los casos la capa superior correspondiente al material descrito para la Capa 1 y la siguiente capa representa la Capa 2. En algunas perforaciones se encontró una tercera capa arena limosa en a una profundidad superior a la que se proyecta la tubería, este es el caso de las perforaciones PF-16, 17, 35, 36 y 37.

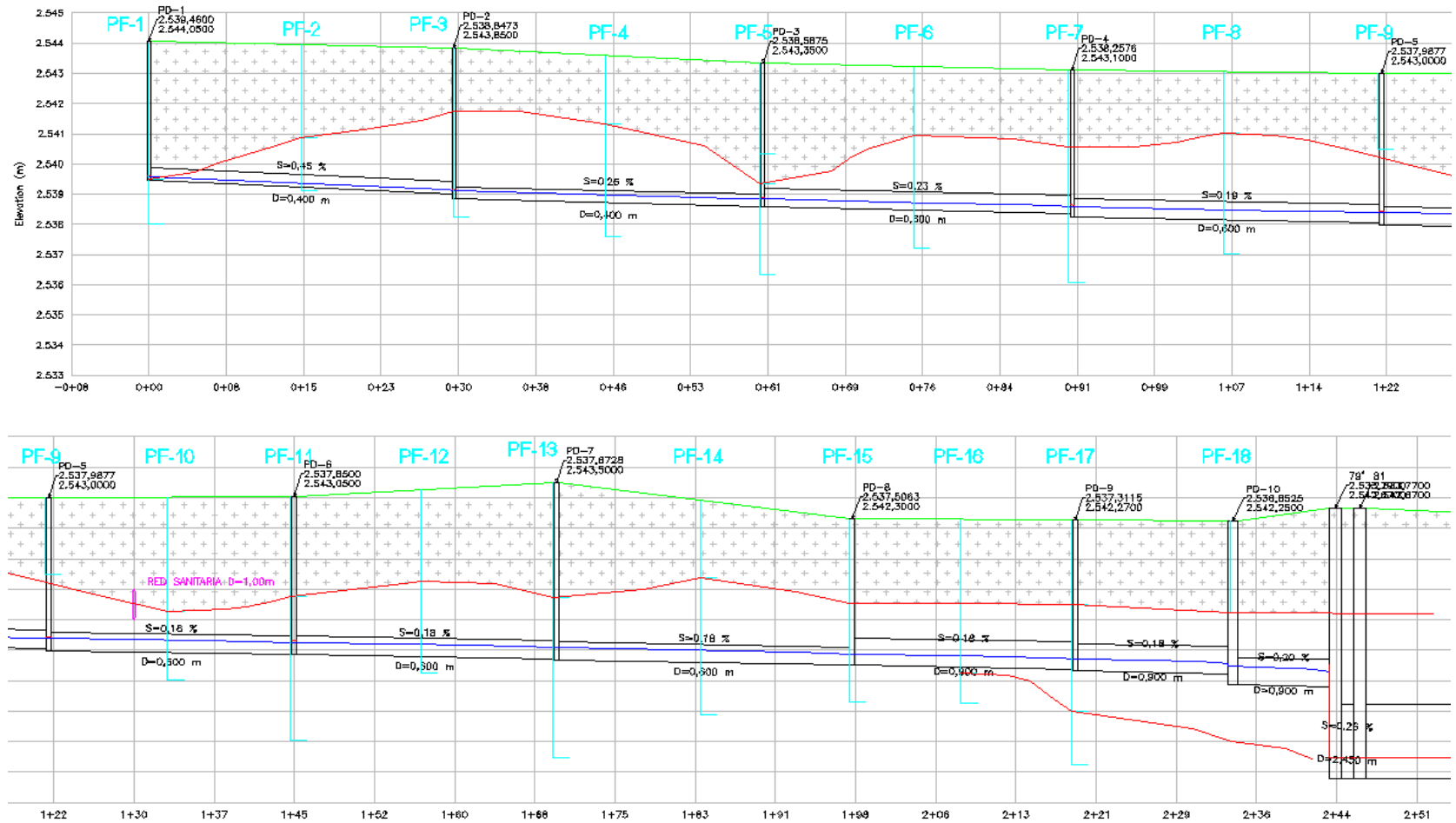


Figura 24. Perfil Geotécnico - 1

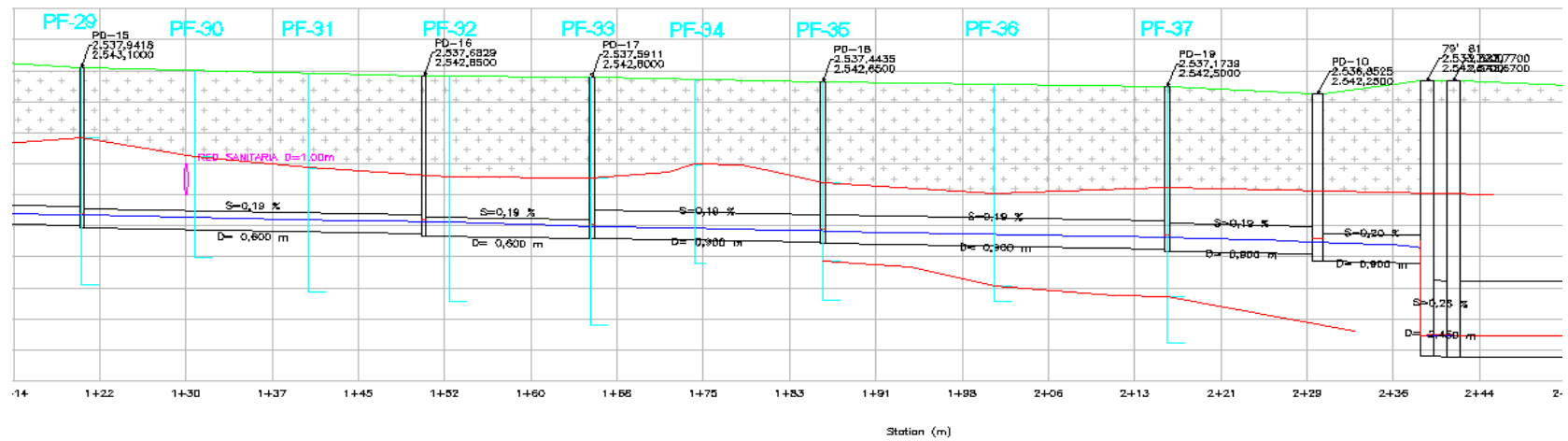
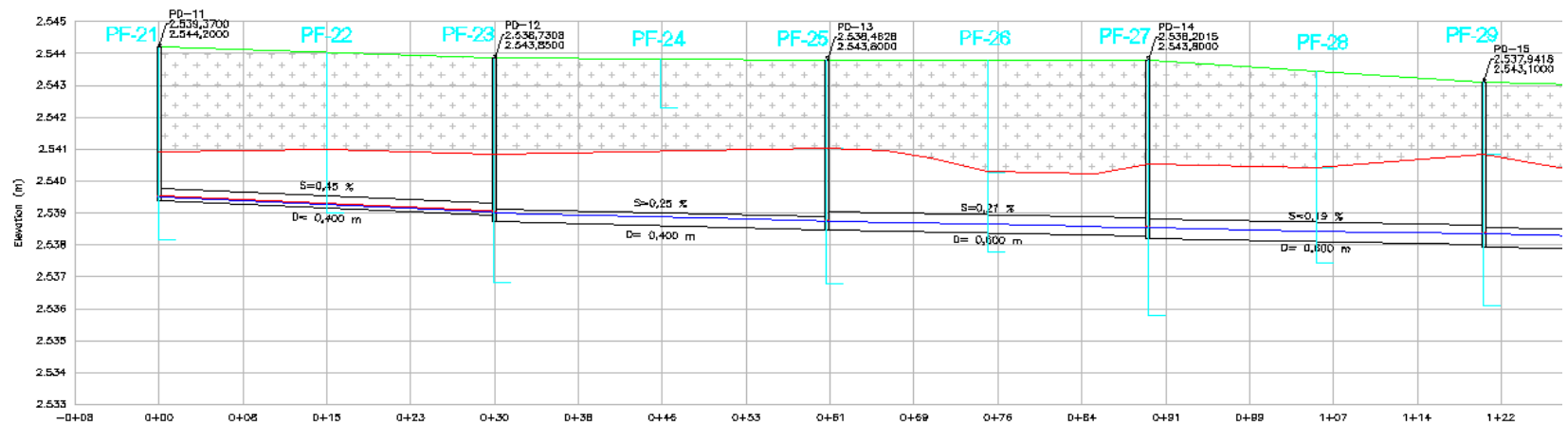


Figura 25. Perfil Geotécnico - 2

3.2 PARÁMETROS DE DISEÑO DE LOS COLECTORES

3.2.1 Caudales de diseño

Teniendo en cuenta que el área de drenaje del proyecto es menor a 80 ha, el cálculo de caudales se realiza utilizando el método racional.

Aplicando la teoría del método racional, se determina el caudal de diseño a partir de la siguiente expresión:

$$Q = C \cdot I \cdot A \quad (3-1)$$

Dónde:

Q = Descarga estimada en un sitio determinado [l/s]

C = Coeficiente de escorrentía (adimensional) [-]

I = Intensidad de la lluvia, para una duración igual al tiempo de concentración del área de drenaje y para el período de retorno determinado [mm/h]

A = Área de drenaje [ha]

3.2.1.1 Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía está en función del tipo de suelo, de la permeabilidad de la zona y de la pendiente del terreno. En la Tabla 8 se presentan los coeficientes de escorrentía de acuerdo con el tipo de superficie.

Tabla 8. Coeficientes de escorrentía⁵²

TIPO DE SUPERFICIE	C
Cubiertas	0,85
Superficies en asfalto	0,80
Superficies en concreto	0,85
Superficies adoquinadas	0,75
Vías no pavimentadas y superficies con suelos compactados	0,60
ZONAS VERDES (Jardines, parques, etc...)	
Terreno plano (Pendiente menor al 2%)	0,25
Terreno promedio (Pendiente entre el 2% y el 7%)	0,35
Terreno de alta pendiente (Pendiente superior al 7%)	0,40

Tomado de: RAS-2000

Para el diseño de los colectores de la Calle 13, se adopta el coeficiente de escorrentía $C = 0,80$.

3.2.1.2 Intensidad de las lluvias

La intensidad de la lluvia se determina a partir del periodo de retorno, frecuencia y duración de la tormenta de diseño. En este caso, La EAAB es la encargada de suministrar los datos para determinar la intensidad para los diferentes períodos de retorno, aplicando la siguiente expresión:

$$I = C_1(D + X_0)^{C_2} \quad (3-2)$$

Dónde:

I = Intensidad de lluvias [mm/hr/Ha]

D = Duración de la precipitación [min]

⁵² (Ministerio de desarrollo economico, 2000)

C_1, X_0, C^2 = Constantes suministradas por la EAAB para un punto específico de la ciudad de Bogotá, provenientes de los resultados del “Estudio para análisis y caracterización de tormentas en la Sabana de Bogotá” [-]

En este proyecto se adopta, en los pozos iniciales, un valor de tiempo de concentración mínimo de 15 minutos.

Para los pozos aguas abajo la duración es igual al tiempo de concentración más el tiempo de recorrido del flujo en el colector de aguas arriba. Para el cálculo del tiempo de recorrido Δt_c en un tramo, se utiliza la expresión:

$$\Delta t_c = \frac{L}{V} \quad (3-3)$$

Dónde:

Δt_c = Tiempo de recorrido del flujo en un tramo o conducto [s]

L = Longitud del tramo o conducto [m]

V = Velocidad del flujo en el tramo, calculada mediante flujo uniforme para el caudal de diseño [m/s]

La intensidad de lluvias se calcula a partir de las constantes C_1, C_2 y X_0 , cuyos valores se determinan a partir de las coordenadas del centroide del proyecto, que para este proyecto en particular son:

$$\text{ESTE} = 93014, \text{ NORTE} = 107529.$$

La EAB-ESP suministró los siguientes valores para las constantes C_1, C_2 y X_0 en las coordenadas mencionadas.

Tabla 9. Constantes de la EAB para el cálculo de la intensidad de lluvias

CONSTANTES IDF PROYECTO			
TR	C₁	X₀	C₂
3	2336,26	18,10	-1,02
5	2558,88	17,50	-1,01
10	3261,18	18,70	-1,03

3.2.1.3 Periodo de retorno

El periodo de retorno se determina teniendo en cuenta la importancia de las áreas, con los daños, perjuicios o molestias que las inundaciones periódicas puedan generar a los habitantes y al tráfico entre otros. Para efectos de este proyecto se adopta 5 años como periodo de retorno para el diseño de los colectores.

3.2.1.4 Áreas aferentes

Para la determinación del caudal y el dimensionamiento hidráulico de los colectores para dar solución al drenaje superficial de la Calle 13, las áreas aferentes consideradas corresponden a las áreas propias de la calzada norte y sur de la vía, así como las áreas del sector que actualmente se encuentran reservadas para la futura ampliación de la Avenida Centenario.

Para la evaluación de la capacidad hidráulica del sistema de drenaje superficial de la Calle 17 y la Cra 96B se tienen en cuenta las áreas aferentes con las que en algún momento se proyectaron los colectores existentes. En el caso de la Calle 17 además se tienen en cuenta las áreas propias de la vía en mención

3.2.2 Análisis hidráulico

3.2.2.1 Método de análisis hidráulico

Los colectores de alcantarillado deben diseñarse como conducciones a flujo libre por gravedad. El dimensionamiento hidráulico de la sección de un colector puede hacerse suponiendo que el flujo es uniforme. Sin embargo, sólo ocasionalmente, para colectores entre 600 mm y 900 mm, la EAB exige realizar el diseño con flujo gradualmente variado. Para el caso actual el diseño de los colectores se realiza mediante flujo uniforme, y posteriormente se valida empleando el flujo gradualmente variado.

Para el diseño y dimensionamiento hidráulico de colectores de alcantarillado, se emplea en general la ecuación de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \cdot R_{\text{HID}}^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (3-4)$$

Dónde:

- V = Velocidad promedio del flujo [m/s]
- N = Coeficiente de rugosidad de Manning
(adimensional) [-]
- R_{HID} = Radio hidráulico (Área mojada/Perímetro mojado)
[m]
- S = Pendiente del colector o conducto [m/m]

De igual manera se emplea en los cálculos la ecuación de continuidad:

$$Q = A \cdot V \quad (3-5)$$

Dónde:

Q = Caudal [m³/s]

A = Área de la sección transversal del conducto [m²]

V = Velocidad promedio del flujo [m/s]

3.2.2.2 Coeficientes de rugosidad de Manning

Los coeficientes de rugosidad de acuerdo con las propiedades físicas del material de las tuberías. En la se presentan los coeficientes de rugosidad de Manning establecidos por la EAB.

Tabla 10. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning para conductos cerrados

Característica interna del material	n
Interior Liso	0,010
Interior Semirrugoso	0,013
Interior rugoso	0,015

Tomado de: RAS-2000

La EAB-ESP considera que tuberías de PVC o GRP tienen interior liso, las tuberías de gres y concreto prefabricado tienen interior semirrugoso y los conductos de concreto fundido en sitio tienen interior rugoso.

3.2.2.3 Velocidad mínima

La velocidad mínima en el sistema debe ser aquella que permita tener condiciones de autolimpieza para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo tractivo (o esfuerzo cortante medio), que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\tau = \gamma \cdot R_{HID} \cdot S \quad (3-6)$$

Dónde:

τ	=	Esfuerzo cortante medio [N/m ²]
γ	=	Peso específico del agua [N/m ³]
R_{HID}	=	Radio hidráulico (área mojada/perímetro mojado) [m]
S	=	Pendiente del colector o conducto [m/m]

El valor del esfuerzo cortante medio debe ser mayor o igual a 3,0 N/m² (0,30 Kg/m²) para el caudal de diseño, y el valor del esfuerzo cortante medio debe ser mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 Kg/m²) para el 10% de la capacidad a tubo lleno.

En cuanto a velocidades máximas permisibles la EAB define su límite de acuerdo con el material de los conductos. En la se presentan las velocidades máximas permisibles para los materiales más comunes.

Tabla 11. Velocidad máxima permisible

Tipo de material	V (m/s)
Concreto prefabricado (tuberías)	6,0
PVC	9,0

Tomado de: RAS-2000

En el diseño de los colectores de alcantarillado pluvial el esfuerzo cortante mínimo encontrado es 0,30 Kg/m², garantizando las condiciones de autolimpieza de dichos colectores.

3.2.2.4 Pendientes

La pendiente de los conductos se selecciona de acuerdo con la topografía del terreno, de tal manera que las velocidades resultantes no se encuentren por fuera del rango establecido.

3.2.2.5 Dimensionamiento de la sección

El dimensionamiento de la sección en tuberías para alcantarillado pluvial se debe determinar asumiendo que el caudal a tubo lleno sea igual o mayor que el caudal de diseño.

En el dimensionamiento de la sección de los colectores de la Calle 13 se determinan tramos de 16", 24" y 36" en los cuales el caudal de diseño es menor que el caudal a tubo lleno.

3.2.3 Aspectos hidrológicos e hidráulicos

A continuación, se presentan los componentes hidrológicos e hidráulicos considerados en la sección definida para los pozos/zanjas de infiltración, teniendo presente tanto la caracterización de este control LID y la zona donde se pretenden proyectar. Así mismo, la caracterización de las cuencas de la zona del proyecto.

3.2.3.1 Referentes a los pozos/zanjas de infiltración

En el capítulo anterior se presenta una caracterización de cada uno de los componentes que hacen parte de esta estructura, es importante tener presente el nivel freático en la zona de estudio para definir si es posible el uso de estas estructuras. Otras características es el espacio requerido, pues es recomendado que entre más área de influencia de la cuenca pueda ser captada por esta estructura, es posible un mejor control de escorrentía. Los parámetros de diseño utilizados se presentarán en el capítulo Parámetros de controles LID.

3.2.3.2 Referentes a las condiciones de contorno

De acuerdo al tipo de material encontrado en la zona, es posible determinar la capacidad de infiltración del terreno y el uso de la estructura para atenuar las lluvias y permitir este proceso. Las cuencas delimitadas para el análisis se encuentran listadas previamente, localizadas geográficamente y de acuerdo al análisis de áreas aferentes del colector proyectado. La pendiente promedio serán de 0.5% como objeto de este análisis.

3.3 ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DEL ESCENARIO HIDROLOGICO

3.3.1 Objeto

Para la estimación de los caudales de diseño y el cálculo de las estructuras de drenaje urbano sostenible SUDS, es necesario realizar estudios pluviométricos que mediante el uso de métodos hidrometeorológicos determinen la lluvia correspondiente a un periodo de diseño. Los métodos empleados siguen los siguientes pasos, una vez prefijada la duración a considerar⁵³:

- Estimaciones de la cantidad de lluvia en un punto para dicha duración, directamente o a partir de valores obtenidos para otra duración de referencia.
- Reducción de los valores puntuales anteriores en función del tamaño de la cuenca para tener en cuenta el efecto de no simultaneidad de lluvia.
- Determinación de la distribución temporal de la lluvia para las duraciones definidas si el método hidrológico así lo requiere

⁵³ (Polo, 1996)

3.3.2 Obtención de los hietogramas a partir de curvas IDF

De acuerdo con la metodología presentada previamente, los hietogramas de diseño se determinan a partir de una curva IDF, estas contienen información global específica referente al comportamiento pluviométrico de una zona. Para construirla, se analizan los registros de datos de todas las tormentas y periodos intensos de precipitación registrados y realizando un análisis estadístico de los datos para distintos periodos de retorno. Las curvas IDF contienen la información histórica de la cuenca, sirven para construir la lluvia del proyecto.

Mediante el método de bloques alternados o alternos, se analizarán para el periodo de retorno escogido y se construirán la serie de datos que será parte de este análisis.

3.4 SIMULACIÓN MATEMÁTICA

3.4.1 El modelo SWMM

EPA-SWMM 5.1 es un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos.⁵⁴

El modelo EPA-SWMM permite:

- Manejar redes de tamaño ilimitado
- Utilizar una amplia variedad de geometrías para las conducciones, tanto abiertas como cerradas, así como los canales naturales.
- Modelar elementos especiales tales como unidades de almacenamiento y tratamiento, divisores de flujo, bombas, vertederos y orificios.

⁵⁴ ((EPA), 1971)

- Aplicar caudales externos y concentraciones para determinar la calidad del agua de las aguas superficiales.
- Considerar el intercambio de caudales con los acuíferos, los caudales de infiltración en los colectores dependientes de la precipitación, los caudales sanitarios en tiempo seco y los aportes externos definidos por el usuario.
- Realizar el análisis hidráulico por distintos métodos como el flujo uniforme, la onda cinemática o la modelación completa por onda dinámica.
- Modelar distintos regímenes de flujo como remanso, entrada en carga, flujo inverso y acumulación en superficie.
- Aplicar controles dinámicos definidos por el usuario para simular el funcionamiento de las bombas, abertura de los orificios o la posición de la cresta de un vertedero.

Análisis hidráulico realizado en la modelación

En el análisis realizado por los modelos previamente mencionados, se analiza el flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica mediante la solución de las ecuaciones de Saint-Venant (continuidad y cantidad de movimiento) en flujos no permanentes.

Se entiende que el proceso real de flujo en un canal abierto o tuberías a flujo libre varían en tres dimensiones espaciales y en dimensión temporal. Sin embargo, las variaciones espaciales de la velocidad a lo ancho del canal y con respecto a la profundidad del flujo pueden ignorarse, de tal manera que el proceso del flujo puede aproximarse variando solamente en una dimensión espacial; las ecuaciones utilizadas fueron desarrolladas por primera vez por Barre de Saint – Venant en 1871, las cuales, describen el flujo unidimensional no permanente en un canal abierto.⁵⁵

⁵⁵ (Santos, 2015)

Dentro de las suposiciones para deducir las ecuaciones previamente mencionadas se tienen:

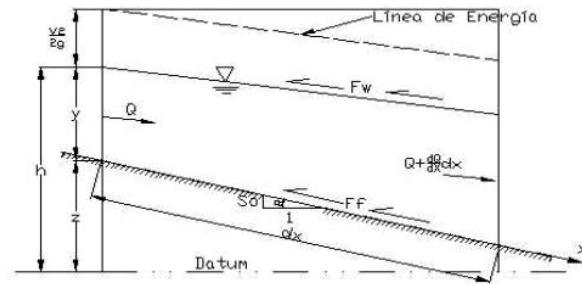
- El flujo es unidimensional; la profundidad y la velocidad varían solamente en la dirección longitudinal del canal implicando que la velocidad del agua es constante y que la superficie del agua es horizontal en cualquier sección transversal perpendicular al eje longitudinal del canal.
- Se supone que el flujo varía gradualmente a lo largo del canal de tal manera que la presión hidrostática prevalece y las aceleraciones verticales pueden despreciarse.
- La pendiente del fondo del canal es pequeña y el lecho es fijo: es decir, los efectos de socavación y deposición son despreciables.
- Los coeficientes de resistencia para un flujo uniforme permanente turbulento pueden utilizarse para describir los efectos de la fricción. (Como el coeficiente de Manning).
- El fluido es incompresible y de densidad constante a lo largo del flujo.

Ecuación de continuidad⁵⁶

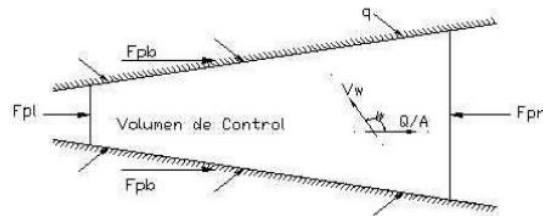
La ecuación de continuidad para un flujo no permanente de densidad variable en un canal a través de un volumen de control (V.C) elemental de longitud dx puede escribirse como:

⁵⁶ (Santos, 2015)

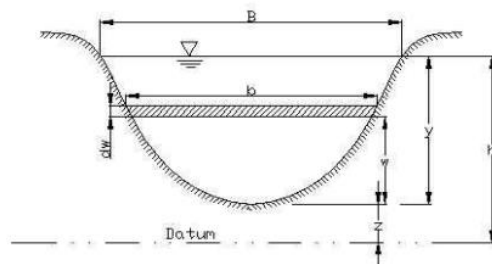
$$0 = \frac{d}{dt} \iiint_{V.C} \rho dV + \iint_{S.C} \rho V \cdot dA \quad (3-7)$$



a) Vista en alzada



b) Vista en planta



c) Sección Transversal

Figura 26 – Volumen de control, análisis ecuaciones de continuidad

La Figura 26 presenta en detalle una vista alzada, en planta y una sección transversal. El caudal de entrada al volumen de control es la suma del caudal Q que entra en el extremo de aguas arriba y del caudal lateral q que entra en forma distribuida por los datos del canal. Las dimensiones de q son las del caudal por unidad de longitud, luego la tasa de entrada de masa es:

$$\iint_{\text{entrada}} \rho V \cdot dA = -\rho (Q + q dx) \quad (3-8)$$

El valor es negativo debido a que los flujos de entrada son considerados negativos en el *teorema de transporte de Reynolds*. El flujo de masa hacia fuera del volumen de control es:

$$\iint_{\text{salida}} \rho V \cdot dA = \rho \left(Q + \frac{\partial Q}{\partial x} dx \right) \quad (3-9)$$

Donde $\partial Q/\partial x$ es la tasa de cambio del flujo en el canal con respecto a la distancia.

El volumen del elemento de canal es $A dx$, donde A es el área promedio de la sección transversal, luego la tasa de cambio de la masa almacenada entro del volumen de control es:

$$\frac{d}{dt} \iiint_{V.C.} \rho dV = \frac{\partial(\rho A dx)}{\partial t} \quad (3-10)$$

Donde usa la derivada parcial por que el volumen de control se define como un tamaño fijo (a pesar de que el nivel del agua puede varar dentro de él).

El flujo neto de la salida de masa del volumen de control se encuentra al sustituir las ecuaciones 3-8,3-9,3-10 en 3-7, luego:

$$\frac{\partial(\rho A dx)}{\partial t} - \rho (Q + q dx) + \rho \left(Q + \frac{\partial Q}{\partial x} dx \right) = 0 \quad (3-11)$$

La cual es aplicable en una sección transversal del canal tanto en canales prismáticos o no prismáticos.

La forma no conservativa de la ecuación de continuidad, en la cual la velocidad del flujo promedio V es una variable independiente, en lugar de Q . Esta forma de la ecuación de continuidad puede deducirse para un ancho unitario de flujo dentro del canal despreciando el flujo de entrada lateral, tal como sigue. Para un ancho unitario de flujo es:

$$\frac{\partial(Vy)}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \quad (3-12)$$

$$y \frac{\partial V}{\partial x} + V \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = 0 \quad (3-13)$$

Ecuación de conservación de la cantidad de movimiento⁵⁷

La segunda ley de Newton se escribe de acuerdo al teorema de transporte de Reynolds como:

$$\sum F = \frac{d}{dt} \iiint_{V.C} V \cdot \rho \cdot dV + \iint_{S.C} V \rho V \cdot dA \quad (3-14)$$

Esta ecuación establece que la suma de las fuerzas aplicadas es igual a la tasa de cambio de la cantidad de movimiento almacenado dentro del volumen de control más el flujo de salida neto de la cantidad de movimiento a través de la superficie de control.

Existen cinco fuerzas que actúan en el volumen de control

a) Gravedad:

$$F_g = \rho \cdot g \cdot A \cdot dx \cdot \sin \theta \hat{\approx} \rho \cdot g \cdot A \cdot S_0 \cdot dx \quad (3-15)$$

⁵⁷ (Santos, 2015)

b) Fricción:

$$F_f = -\rho \cdot g \cdot A \cdot S_f \cdot dx \quad (3-16)$$

c) Contracción / Expansión:

$$F_e = -\rho \cdot g \cdot A \cdot S_e \cdot dx \quad (3-17)$$

d) Fuerza cortante por viento:

$$F_w = \tau_w \cdot B \cdot dx \quad (3-18)$$

$$\tau_w = \frac{-\rho \cdot C_f \cdot |V_r| \cdot V_r}{2} \quad (3-19)$$

$$V_r = \frac{Q}{A} - V_w \cdot \cos \omega \quad (3-20)$$

$$F_w = \frac{-\rho \cdot C_f \cdot |V_r| \cdot V_r \cdot B \cdot dx}{2} = -W_f \cdot B \cdot \rho \cdot dx \quad (3-21)$$

W_f =factor de corte del viento

e) Presión: La fuerza de desbalance de presión es la resultante de la fuerza hidrostática en el lado izquierdo del volumen de control, F_{pl} , la fuerza hidrostática en el lado derecho del volumen de control F_{pr} y la fuerza de presión ejercida por las bancas sobre el volumen de control, F_{pb} .

$$F_p = F_{pl} - F_{pr} + F_{pb} \quad (3-22)$$

$$F_{pl} = \int_0^y \rho \cdot g \cdot (y - w) \cdot b \cdot dw \quad (3-23)$$

$$F_{pr} = \left(F_{pl} + \frac{\partial F_{pl}}{\partial x} \right) \quad (3-24)$$

$$F_{pb} = \left[\int_0^y \rho \cdot g \cdot (y - w) \cdot \frac{\partial b}{\partial x} \cdot dw \right] \quad (3-25)$$

Sustituyendo y simplificando las ecuaciones 3-23, 3-24, 3-25 en 3-22:

$$F_p = -\rho \cdot g \cdot A \cdot \frac{\partial y}{\partial x} \cdot dx \quad (3-26)$$

Sumando y sustituyendo las cinco fuerzas en la ecuación (3-14):

$$\sum F = \rho \cdot g \cdot A \cdot S_0 \cdot dx - \rho \cdot g \cdot A \cdot S_f \cdot dx - \rho \cdot g \cdot A \cdot S_e \cdot dx - W_f \cdot B \cdot \rho \cdot dx - \rho \cdot g \cdot A \cdot \frac{\partial y}{\partial x} \cdot dx \quad (3-27)$$

Los dos términos en la parte derecha de la ecuación (3-14) representan la tasa de cambio de almacenamiento de cantidad de movimiento en el volumen de control y el flujo neto de salida de cantidad de movimiento a través de la superficie de control respectivamente.

Almacenamiento de cantidad de movimiento

La tasa de cambio de la cantidad de movimiento almacenado en el volumen de control se calcula utilizando el hecho que el volumen de canal elemental es $A \cdot dx$, luego su cantidad de movimiento es $\rho \cdot A \cdot dx \cdot V$ o $\rho \cdot Q \cdot dx$ y por consiguiente:

$$\frac{d}{dt} \cdot \iiint_{V.C} V \cdot \rho \cdot dV = \rho \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} \cdot dx \quad (25) \quad (3-28)$$

Sustituyendo los términos de las fuerzas en la ecuación (3-27) y los términos de cantidad de movimiento, dividiendo y simplificado la ecuación por $\rho \cdot dx$, reemplazando V por Q/A y organizando se obtiene la forma conservativa de la ecuación de cantidad de movimiento:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\beta \cdot Q^2/A)}{\partial x} + g \cdot A \cdot \left(\frac{\partial y}{\partial x} - S_0 + S_f + S_e \right) - \beta \cdot q \cdot v_x + W_f \cdot B = 0 \quad (3-29)$$

La profundidad y en la ecuación (3-29) puede reemplazarse por la elevación h de la superficie del agua usando:

$$h = y + z \quad (3-30)$$

donde z es la elevación del fondo del canal por encima de un *datum*. La derivada de la ecuación (3-30) con respecto a la distancia longitudinal del canal es:

$$\frac{\partial h}{\partial x} = \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 \quad (3-31)$$

En términos de h :

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(\beta \cdot Q^2/A)}{\partial x} + g \cdot A \cdot \left(\frac{\partial h}{\partial x} + S_f + S_e \right) - \beta \cdot q \cdot v_x + W_f \cdot B = 0 \quad (3-32)$$

La forma no conservativa de la ecuación de cantidad de movimiento puede deducirse de manera similar a la ecuación de continuidad, despreciando las pérdidas por corriente de Eddy, los efectos del esfuerzo cortante por viento y el flujo lateral, la forma no conservativa de la ecuación de cantidad de movimiento para un ancho unitario de flujo utilizada es:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + V \cdot \frac{\partial V}{\partial x} + g \cdot \frac{\partial y}{\partial x} - g \cdot (S_0 - S_f) = 0 \quad (3-33)$$

Resumen de las ecuaciones de SAINT-VENANT

Ecuaciones de continuidad

Forma Conservativa:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial A}{\partial t} - q = 0$$

Forma no Conservativa:

$$y \cdot \frac{\partial V}{\partial x} + V \cdot \frac{\partial y}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial t} = 0$$

Ecuaciones de cantidad de movimiento

Forma Conservativa

$$\frac{1}{A} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{1}{A} \cdot \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{1}{A} + g \cdot \frac{\partial y}{\partial x} - g \cdot (S_0 - S_f) = 0$$

Término de la aceleración local

+

Término de la aceleración convectiva

+

Término de la fuerza de presión

-

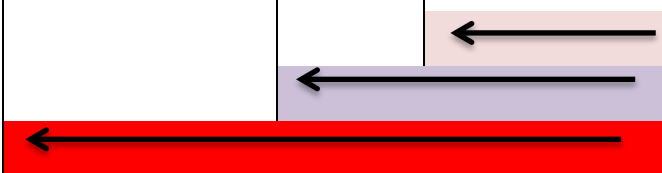
Término de la fuerza gravitacional

Término de la fuerza de fricción

=

0

Forma no Conservativa

$$\left| \frac{\partial V}{\partial t} + V \cdot \frac{\partial V}{\partial x} \right| + \left| g \cdot \frac{\partial y}{\partial x} - g \cdot (S_0 - S_f) \right| = 0$$


Onda Cinemática

Onda de Difusión

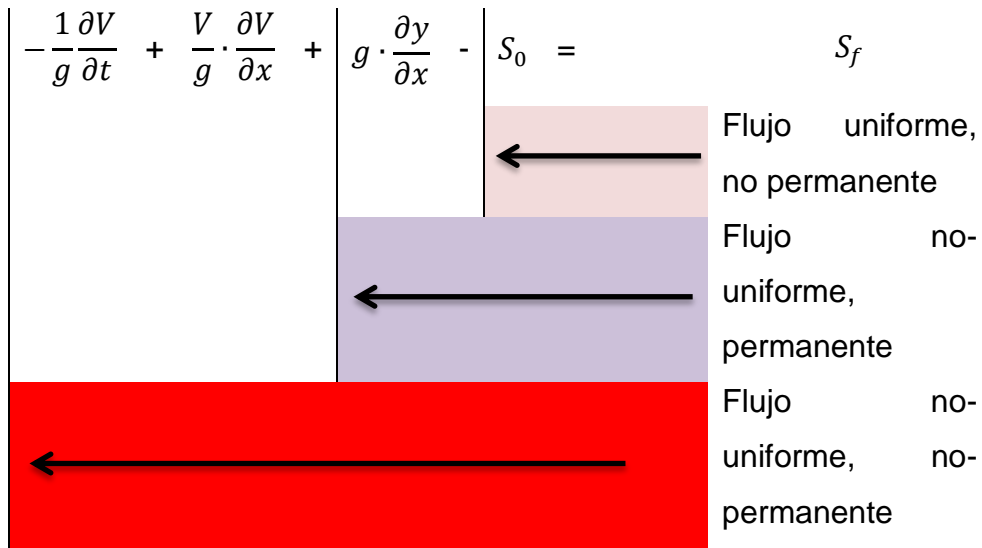
Onda Dinámica

Ecuación de cantidad de movimiento

Forma Conservativa

$$-\frac{1}{gA} \cdot \frac{\partial Q}{\partial t} - \frac{1}{gA} \frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\beta \cdot Q^2}{A} \right) - \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 = S_f$$

Forma no Conservativa

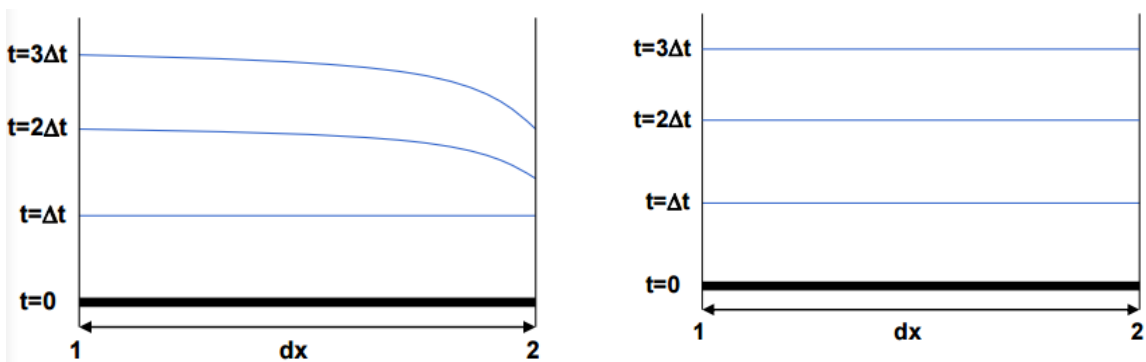
$$\left| -\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{V}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial x} + \right| \left| g \cdot \frac{\partial y}{\partial x} - S_0 = S_f \right.$$


Flujo uniforme, no permanente

Flujo no-uniforme, permanente

Flujo no-uniforme, no-permanente

Resultado grafico de la modelación que describe el flujo:



Perfil del flujo generado con el análisis con onda dinámica (OD)

Perfil del flujo generado con el análisis con onda cinemática (OC)

Figura 27. Perfiles del flujo onda dinámica vs onda cinemática

3.4.1.1 Módulo de escorrentía o hidrológico

El módulo de escorrentía de SWMM funciona con una serie de subcuencas en las cuales cae el agua de lluvia y se genera la escorrentía.⁵⁸ Algunos de los procesos que considera permite⁵⁹:

- Variabilidad temporal de las precipitaciones.
- Evaporación de las aguas superficiales estancadas.
- Acumulación y deshielo de nieve.
- Intercepción de precipitaciones por almacenamiento en depresiones.
- Infiltración de las precipitaciones en la zona no saturada del suelo.
- Recarga de acuíferos.
- Intercambio de flujo entre sistemas acuíferos y sistemas de transporte.
- Considerar el modelo de embalse no lineal para el flujo superficial.
- Capturar y retener parte de lluvia y/o escorrentía mediante diferentes técnicas de SUDS.

3.4.1.2 Módulo de transporte o hidráulico

El módulo de transporte de SWMM analiza el recorrido de estas aguas a través de un sistema compuesto por tuberías, canales, dispositivos de almacenamiento y tratamiento, bombas y elementos reguladores.⁶⁰

El conjunto de herramientas disponibles permite⁶¹:

- Manejar grandes redes de drenaje.

⁵⁸ (Agency, 2015)

⁵⁹ (Haba, 2011)

⁶⁰ (Agency, 2015)

⁶¹ (Haba, 2011)

- Utilizar una gran variedad de geometrías de conducciones (abiertas y cerradas) y de cauces naturales.
- Modelar elementos especiales, como unidades de almacenamiento y tratamiento, divisores de flujo, bombas, vertederos y orificios.
- Aplicar caudales externos y concentraciones para determinar la calidad del agua,
- el intercambio de caudales entre sistemas acuíferos, caudales en tiempo seco y aportes externos.
- Realizar el análisis hidráulico mediante distintos métodos, como el flujo uniforme, onda cinemática u onda dinámica.
- Modelar distintos regímenes de flujo.
- Aplicar controles dinámicos para simular el funcionamiento de las bombas, la abertura de los orificios o la posición del labio de los vertederos.

3.4.1.3 Módulo de cálculo controles LID (Low Impact Development)

El módulo de controles LID (Hidrología), es una de las características importantes que se presentan en el programa SWMM versión 5.1, pues ofrece la posibilidad de controlar la cantidad y la calidad de las escorrentías urbanas. En el capítulo I se realiza un análisis detallado de las ventajas y desventajas de los elementos que ofrece para su aplicación en sistemas de drenaje urbano.

El módulo LID permite modelar estos procesos de captura, retención e infiltración de escorrentías urbanas mediante la incorporación de diferentes técnicas de SUDS en la zona de estudio.

3.4.1.4 Errores de continuidad⁶²

Cuando la simulación se completa con éxito, los errores en la ecuación de continuidad se muestran en la ventana de la simulación.

Estos errores representan la diferencia en porcentaje (%) entre el almacenaje inicial más el flujo que entra y el almacenamiento final más el flujo que sale. Si esta diferencia excede un nivel razonable (un 10%) los resultados de simulación pueden ser cuestionables. La razón más común para un excesivo error de continuidad suele ser que el intervalo de cálculo hidráulico es grande.

El error de continuidad global en cualquier momento durante la simulación no es más que el ingreso total menos el flujo total. El ingreso total es el tiempo seco, lluvia, agua subterránea y el almacenamiento de la red inicial. El flujo total es la cantidad de inundaciones en superficie, el flujo de desagüe, reacción o de flujo y el almacenamiento final.

$$\text{Error de continuidad} = \text{Total INGRESO} - \text{Total de EGRESOS}$$

3.4.2 Conceptualización del sistema

La zona de estudio analizada en SWMM 5.1 comprende distintas áreas aferentes al colector de la calle 13. A cada área se le asigna un control LID, con un dimensionamiento previo realizado en la hoja de entrada de datos elaborada en Excel, la cual, genera el modelo para analizar en SWMM.

Los caudales adicionales son aportados en los nudos (caudal en litros por segundo). En una etapa inicial, se realizará el análisis de los resultados obtenidos

⁶² (Sánchez, 2012)

mediante onda cinemática y dinámica bajo condiciones normales, es decir sin ningún tipo de control de escorrentía (LID).

Para el control de escorrentías en la red proyectada y analizada en la zona, se utilizará la técnica de pozo/zanja de infiltración de acuerdo con los parámetros establecidos para cada una de las áreas donde se presentará este control.

3.4.3 Parámetros adoptados

Los parámetros adoptados en el modelo SWMM son basados en la propia definición de la estructura, así mismo los valores recomendados y de acuerdo con las características asumidas presentados en capítulos anteriores y este capítulo, también de acuerdo con la información recopilada de los estudios realizados. A continuación, se presentan los parámetros que fueron adoptados para los escenarios simulados.

3.4.3.1 Parámetros de la cuenca

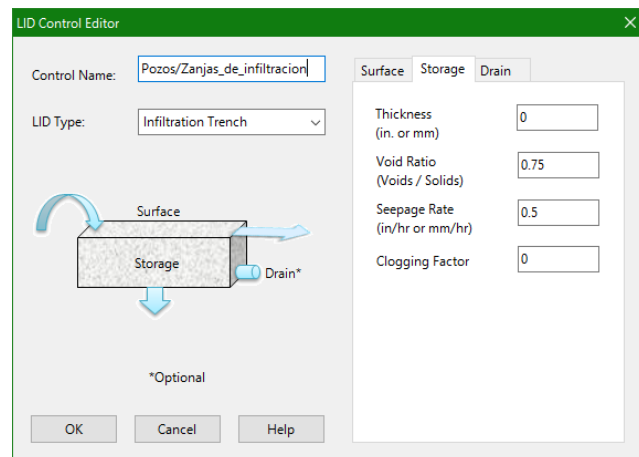
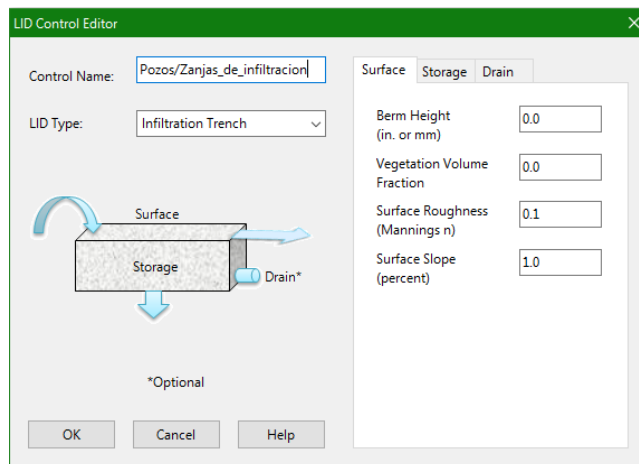
Los parámetros de la cuenca de drenaje permiten definir sus propiedades tanto geométricas como hidrológicas e hidráulicas. La cuenca considera un porcentaje permeable y otro impermeable, de acuerdo con la caracterización y desarrollo de la zona, de igual manera, se definen los coeficientes de rugosidad de Manning.

Por otra parte, se ha considerado que se produce un 25% (valor parametrizado en SWMM) almacenamiento en depresión dada la condición de impermeabilidad de la superficie de la cuenca. El modelo de infiltración usado para la modelación de la percolación es el de Horton (debido a que es el que mejor se ajusta a los datos iniciales recogidos), de acuerdo con los parámetros definidos por el manual de usuario del SWMM y presentado en el capítulo de Criterios generales

de diseño. La última información, sobre la cuenca es la serie histórica de la curva obtenida de acuerdo a la zona, por la EAB-ESP.

3.4.3.2 Parámetros de controles LID

Seleccionando la opción de pozos/zanjas de infiltración “Infiltration Trench” en el “LID control editor” del módulo LID, se definen los parámetros de la estructura correspondientes a las capas de superficie (*surface*), sub-base o almacenamiento (*storage*) y drenaje (*drain*). A continuación, se describen los parámetros adoptados, en la Figura 28 se presentan los campos mencionados.



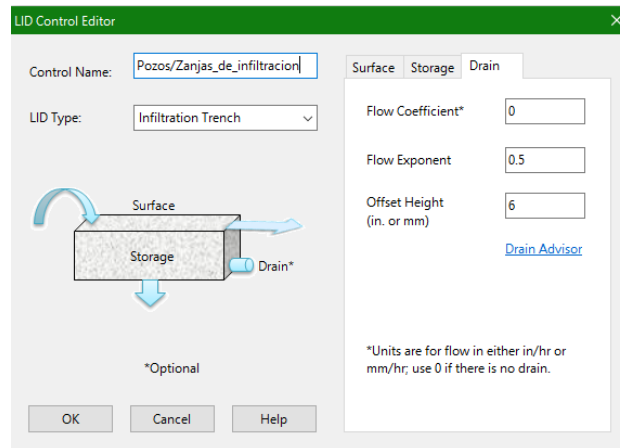


Figura 28. LID Control Editor – Infiltration Trench

Superficie (Surface)

Profundidad de almacenamiento (Berm Height or Storage Depth)

La berma se dimensiona para 152.40 mm con el fin de permitir la infiltración lenta.

Fracción del volumen de vegetación (Vegetation Volume Fraction)

La fracción de volumen de la vegetación, que se define como la fracción de la zona de almacenamiento que está lleno de vegetación, se establece en 0,9.

Rugosidad de la superficie (Surface Roughness)

La rugosidad de la superficie y la pendiente no se tuvieron en cuenta para zanjas de infiltración.

Almacenamiento (Storage)

Espesor de capa de grava o altura del barril (Thickness or Barrel Height)

El espesor de la capa de grava tasa se establece en 450 mm, tal como se recomienda la EPA⁶³

Relación de vacíos (Void Ratio)

la relación de vacíos se establece en 0.75 tal como se recomienda la EPA⁶⁴

Tasa de infiltración (Seepage Rate)

La tasa de infiltración se establece en 750 mm / h, tal como se recomienda la EPA⁶⁵

Factor de obstrucción (Clogging Factor)

El factor de obstrucción no se tuvo en cuenta para zanjas de infiltración, luego su valor será 0.

Drenaje (Drain):

Coeficiente de drenaje (flujo) y exponente de drenaje (flujo) (Drain Coefficient and Drain Exponent)

El Coeficiente de flujo, C, se ajustó a 1,86 y se calcula utilizando la Ecuación (3-34).⁶⁶

⁶³ (Agency, 2015)

⁶⁴ (Agency, 2015)

⁶⁵ (Agency, 2015)

⁶⁶ (Agency, 2015)

$$C = \frac{2 \cdot D^{1/2}}{T} \quad (3-34)$$

Dónde:

- C = Coeficiente de drenaje.
- D = Altura de agua a drenar.
- T = Tiempo de drenaje requerido.

La altura del rebose se delimito en 6 mm.

3.4.3.3 Funcionamiento hidráulico de los pozos/zanjas de infiltración

Luego de consolidar el modelo de simulación empleado en la aplicación del caso de estudio, y analizando específicamente el modulo que permite modelar diferentes técnicas de drenaje urbano sostenible (módulo de controles LID), se presenta la respuesta hidráulica de los pozos/zanjas de infiltración frente a un evento de lluvia aislado de una determinada duración, obtenida mediante SWMM.

Se han diseñado los pozos/zanjas de infiltración a partir del análisis realizado en la hoja de cálculo de Excel para este fin y explicado en este capítulo para el caso de estudio elegido. Finalmente, se introduce los datos característicos en el modelo matemático y posteriormente realizar la simulación. Se han considerado los mismos parámetros de cuenca y la mayoría de los parámetros del módulo LID fijados en el caso de estudio.

3.4.4 Escenarios simulados

De acuerdo con la infraestructura descrita en capítulos anteriores y este capítulo, se detallan los tres escenarios simulados en SWMM 5.1 a partir de la serie de precipitaciones obtenida a partir de la curva IDF. Estos escenarios se plantean con el objetivo de analizar la influencia de los pozos/zanjas de infiltración en el control de la escorrentía al colector sobre la calle 13 analizado.

3.4.4.1 Escenario 1: Análisis del flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica.

Se analiza mediante flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica el comportamiento del flujo en el colector que se está diseñando, teniendo presente como funcionaria la red proyectada convencionalmente.

3.4.4.2 Escenario 2: Análisis del flujo mediante onda dinámica sin controles LID

Se analiza el comportamiento del flujo mediante el análisis por onda dinámica, teniendo presente que no se implementará ningún tipo de control de escorrentía.

3.4.4.3 Escenario 3: Análisis del flujo mediante onda dinámica con controles LID

Se analiza el comportamiento del flujo mediante el análisis por onda dinámica, teniendo presente que se implementara para el control de escorrentía los pozos/zanjas de infiltración.

3.5 CONSIDERACIONES

Cuando se genera un modelo hidrológico o hidráulico se deben adoptar una serie de parámetros con un claro sentido físico, al mismo tiempo suponer sus valores, simplificando las múltiples variables que se presentan en la realidad, lo que no son totalmente representativos de fenómenos concretos. Aunque es una práctica habitual fijar los parámetros de un modelo a partir de valores de referencia de los manuales de diseño, no es lo mejor. Para que los resultados obtenidos sean fiables, es recomendable calibrar los modelos; contrastando los resultados obtenidos con los datos reales.

Para abordar la calibración del modelo es necesario disponer de los datos reales. Estos se consiguen mediante la instrumentación adecuada que permita determinar aquellos parámetros influyentes en la respuesta de la infraestructura frente a una determinada solicitud. Un ejemplo de la instrumentación necesaria para medir la respuesta hidráulica de una red de drenaje, estaría compuesta por un pluviómetro para medir la precipitación caída en la cuenca, y un caudalímetro para registrar el hidrograma en un determinado punto de la red. De la comparación entre los hidrogramas simulado y registrado, se determinará si el modelo reproduce la realidad de un modo suficientemente fiel, y hasta qué punto algunos parámetros han sido sobreestimados o infraestimados⁶⁷.

Lastimosamente, no siempre se dispone de tiempo suficiente ni de medios económicos para abordar un proceso de calibración. Este es el caso de la aplicación práctica que se presenta en este trabajo de grado. Además de no o se tiene en cuenta o se simplifican fenómenos como la evaporación, y se considera un factor de seguridad frente a la colmatación. Es por esto que se recomienda ser lo suficientemente prudente en la interpretación de los resultados obtenidos que se presentan en el siguiente capítulo

⁶⁷ (Polo, 1996)

Capítulo 4

Resultados y Discusión

El en presente capítulo se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis de información del caso de estudio descrito en el capítulo anterior. En caso de la aplicación a otro tipo de proyecto, se deberá recopilar información de diferentes estudios técnicos como: hidrológicos, hidráulicos, topográficos, de suelos y otros; con el fin de proyectar redes de alcantarillado pluvial y así mismo realizar un análisis dirigido al control de escorrentías usando técnicas como los pozos/zanjas de infiltración.

Para este fin y como propósito de este trabajo de grado de realizo un análisis en una hoja de cálculo de Excel, donde se recopila y lista un análisis inicial por metodología convencional de diseño de colectores de aguas lluvias y se desarrolla la herramienta para poder corroborarlo mediante flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica con el programa SWMM 5.1, adicionando la aplicación de controles LID.

4.1 HOJA DE DISEÑO SWMM (EXCEL)

Con el propósito de tener un mayor control en la información recolectada de los estudios relacionados previamente y cumpliendo con uno de los objetivos de este trabajo de grado, se presenta a continuación un libro de cálculo elaborado en Microsoft Excel en donde se realiza un análisis del que se pretenderá diseñar y aplicar los controles LID en consecuente con los sistemas de drenaje urbano sostenible SUDS. Dentro del libro de cálculo se presentan tres hojas, listadas de la siguiente manera:

1. Análisis flujo uniforme
2. Hietogramas de diseño
3. Modelo EPA SWMM

Es importante que la configuración que en configuración región/Formatos/Números/Sistema de medida; sea seleccionado el sistema métrico (EEUU) que indique que el símbolo decimal será el punto “.” Para que cuando sea generado el modelo hidráulico e hidrológico este no tenga conflicto con el programa o resultados.

4.1.1 Análisis Flujo Uniforme

Información de los pozos

En la Figura 29 y Figura 30 se presenta los campos o celdas que deben ser diligenciados para empezar a analizar la información y continuar con el diseño hidráulico del colector de manera convencional, teniendo presente todos los parámetros que están contemplados en el Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (RAS 2012 y 2000).

TESIS: Control de escorrentías urbanas mediante pozos de infiltración: Aplicación práctica a un tramo del Colector de aguas lluvias de la localidad de Fontibón Bogotá D.C.

Nombre del proyecto: _____

Fecha: 21/8/2016

Diseñador: Duván Cubides

Esta hoja de cálculo permite diseñar a flujo libre y comprobar alcantarillados pluviales por análisis del flujo uniforme, onda cinemática u onda dinámica, generando el modelo hidráulico e hidrológico en el Software gratuito desarrollado por la EPA (United States Environmental Protection Agency), EPA SWMM.

Parámetros hidráulicos de entrada						
Tiempo de concentración inicial (SCS)						
Cobertura de la superficie	Pendiente %	a	Velocidad(m/s)	Longitud (m)	Tc(minutos)	
Antejardín	2.5	2	0.316	5.20	0.2741	
Tejado	25	2.7	1.350	12.50	0.1543	
Via	0.3	6.5	0.356	110.60	5.1776	
					Tc	10

Parámetros hidrológicos de entrada			
Constantes IDF Proyecto			
TR	C1	Xo	C2
3	2336.26	18.1	-1.02
5	2558.88	17.5	-1.01
10	3261.18	18.7	-1.03

Elija la metodología para la determinación de caudales

Figura 29. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme – 1

INFORMACIÓN DE LOS POZOS								
Camara	Tipo 1 Pozo 2 Descarga 3 Divisor	Tipo de descarga ó divisor	Descarga a la salida	Profundidad fija del pozo [m]	Coordenadas		Cotas	
					Este [m]	Norte [m]	Cota rasante [msnm]	Cota terreno [msnm]
PD11	Tipo_1				93393.9805	107099.559	2544.2	
PD12	Tipo_1				93329.006	107175.349	2543.85	
PD13	Tipo_1				93265.8278	107251.815	2543.8	
PD14	Tipo_1		No aplica		93201.9637	107323.285	2543.8	
PD15	Tipo_1		No aplica		93128.5151	107390.937	2543.1	
PD16	Tipo_1		No aplica		93041.5925	107439.198	2542.85	
PD17	Tipo_1		No aplica		92997.2224	107458.361	2542.8	
PD18	Tipo_1		No aplica		92934.9027	107483.301	2542.65	
PD19	Tipo_1		No aplica		92841.7551	107519.193	2542.5	
PD10	Tipo_1		No aplica		92825.6596	107559.856	2542.25	
CAMARA 69E	Tipo_1		No aplica		92802.1481	107580.897	2542.67	
PD1	Tipo_1		No aplica		93431.3138	107115.486	2544.05	
PD2	Tipo_1		No aplica		93364.7385	107187.905	2543.85	
PD3	Tipo_1		No aplica		93301.2488	107265.080	2543.35	
PD4	Tipo_1		No aplica		93235.3009	107340.171	2543.1	
PD5	Tipo_1		No aplica		93168.0706	107404.724	2543	
PD6	Tipo_1		No aplica		93096.6858	107449.120	2543.05	
PD7	Tipo_1		No aplica		93023.2615	107485.133	2543.5	
PD8	Tipo_1		No aplica		92936.9332	107518.326	2542.3	
PD9	Tipo_1		No aplica		92872.2423	107543.410	2542.27	
P82	Tipo_1		No aplica		92608.352	107321.441	2542	
DESCARGA	Tipo_2	NORMAL	Con compuerta		92586.2	107150.740	2541.5	

Figura 30. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme - 2

Determinación del caudal

Para determinar el caudal que será transportado en los colectores proyectados, es necesario elegir la metodología como se presenta en la Figura 31.

Elija la metodología para la determinación de caudales

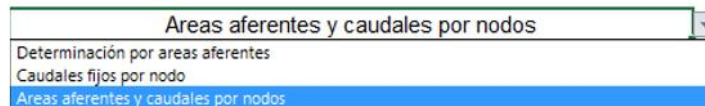


Figura 31. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme - 3

Una vez elegida la metodología, es necesario listar los tramos que se van a diseñar a flujo uniforme y posteriormente analizar por el programa SWMM 5.1, como se presenta en la siguiente figura.

Identificador de parcelas/camara inicial 1 ó **	Cotas rasante		Cotas rasante		Longitud del tramo [m]	Caudales por nodo [l/s]	Áreas tributarias aguas lluvias			Punto más alejado			Período de Retorno		INACCIÓN DEL CAUDAL			
	Inicial	Final	Inicial	Final			Propia	Otras		Totales	Punto alto	Punto bajo	Distancia	Pendiente		Ti. Calculado	Ti. Adoptado	
	[m]	[m]	[m]	[m]			Ap [m²]	A1 [m²]	A2 [m²]	A3 [m²]	[m]	[m]	[m]	[%]		[años]	[años]	
1	PD11	PD12	2543.20	2543.85	0.00	0.00	99.83	0.156	0.156	0.156	0.15	0	100	0.2%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO

Propia	Ponderado	Tiempo de entrada [min]	Velocidad supuesta [m/s]	Tiempo de transito [min]	Tiempo de concentración [min]	Área de otros tramos [Ha]	Área total del tramo [Ha]	Área total acumulada [Ha]	Intensidad de la lluvia [l/s_Ha]	Caudal acumulado calculado aguas lluvias metodo areas afereas [l/s]	Caudal de otros tramos metodo caudales por nodo [l/s]	Caudal total calculado aguas lluvias metodo caudales por nodo [l/s]	Caudal acumulado calculado aguas lluvias metodo caudales por nodo [l/s]	Caudal de diseño acumulado [l/s]	Velocidad real [m/s]	Tiempo transito real [min]	Diferencia [%]
0.800	0.800	18.52864166	5.435	0.306	18.83	0.156	0.156	0.156	67.94	8.483	25.000	25.000	25.000	33.483	21.453	0.0776	-294.7%

Figura 32. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme - 4

Diseño hidráulico

Una vez completada la información de los colectores que se van a proyectar, se procede a realizar el diseño hidráulico, teniendo presente los parámetros y recomendaciones presentados como objeto de este trabajo de grado y según el RAS.

Cámara		Longitud del tramo	Material de la tubería	Coefficiente de rugosidad de Manning	Dámetro interior adoptado	Dámetro interior	Pendiente	Numero de Frouds	Tipo de flujo	Rotación de caudales	Velocidad Real	Recubrimiento	Caida Adicional en el pozo Inicial	Cota clave restrictiva	Cota clave		Cota Batea		Cota de energía		Esfuerzo Cortante	Esfuerzo Cortante	
Inicial	Final	[m]	[]	[]	Pulgadas	[m]	[‰]	[]	[]	Ord/Do	Vr	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Q 100%	Q 10%
PD11	PD12	99.83	PVC	0.0125	10	0.25	0.5	0.863	Subcrítico	0.7659	0.988	1.00	1.15			2543.20	2542.70	2542.96	2542.46	2543.17	2542.67		0.375
PD12	PD13	99.19	PVC	0.0125	12	0.3	0.5	0.887	Subcrítico	0.7634	0.978	1.15	1.60			2542.70	2542.20	2542.40	2541.90	2542.66	2542.17		0.449
PD13	PD14	99.89	PVC	0.0125	14	0.35	0.5	0.728	Subcrítico	0.6688	1.009	1.50	2.08			2542.20	2541.74	2541.87	2541.38	2542.18	2541.69		0.517
PD14	PD15	99.86	PVC	0.0125	12	0.3	0.5	0.484	Subcrítico	1.1927	1.177	2.19	1.95			2541.67	2541.12	2541.31	2540.82	2541.66	2541.16		0.428
PD15	PD16	99.42	PVC	0.0125	14	0.35	0.5	0.521	Subcrítico	0.8959	1.177	1.92	2.22			2541.13	2540.63	2540.78	2540.28	2541.15	2540.65		0.520
PD16	PD17	93.33	PVC	0.0125	16	0.4	0.5	0.469	Subcrítico	0.8653	1.201	2.20	2.65			2540.65	2540.15	2540.25	2539.75	2540.61	2540.11		0.608
PD17	PD18	67.12	PVC	0.0125	16	0.4	0.5	0.855	Subcrítico	0.9822	1.220	2.44	2.82			2540.38	2540.03	2539.98	2539.63	2540.38	2540.04		0.608
PD18	PD19	99.84	PVC	0.0125	16	0.4	0.5	0.818	Subcrítico	0.9448	1.301	2.66	3.05			2539.99	2539.49	2539.69	2539.09	2540.03	2539.53		0.921
PD19	PD10	43.73	PVC	0.0125	18	0.45	0.5	0.864	Subcrítico	0.9228	1.378	3.04	3.00			2539.48	2538.95	2539.01	2538.69	2539.49	2538.97		0.883
PD1	PD2	98.97	PVC	0.0125	10	0.25	0.5	0.759	Subcrítico	0.1901	0.677	1.00	1.20			2543.05	2542.56	2542.80	2542.31	2542.90	2542.41		0.228
PD2	PD3	99.99	PVC	0.0125	10	0.25	0.5	0.698	Subcrítico	0.9380	0.885	1.30	1.30			2542.48	2541.98	2542.21	2541.71	2542.40	2541.90		0.358
PD3	PD4	99.94	PVC	0.0125	10	0.25	0.5	0.635	Subcrítico	0.8726	0.902	1.45	1.70			2541.90	2541.40	2541.65	2541.15	2541.89	2541.39		0.380
PD4	PD5	98.97	PVC	0.0125	12	0.3	0.5	0.674	Subcrítico	0.8074	0.986	1.70	2.10			2541.40	2540.90	2541.10	2540.60	2541.56	2541.06		0.624
PD5	PD6	99.49	PVC	0.0125	14	0.35	0.5	0.704	Subcrítico	0.7957	1.053	2.00	2.34			2540.90	2540.40	2540.56	2540.17	2540.85	2540.35		0.524
PD6	PD7	81.78	PVC	0.0125	14	0.35	0.5	0.687	Subcrítico	0.7848	1.004	2.25	3.40			2540.59	2540.10	2540.15	2539.75	2540.48	2540.07		0.627
PD7	PD8	92.49	PVC	0.0125	14	0.35	0.5	0.697	Subcrítico	0.8889	1.156	3.44	2.75			2540.09	2539.69	2539.71	2539.25	2540.05	2539.59		0.532
PD8	PD9	89.38	PVC	0.0125	16	0.4	0.5	0.724	Subcrítico	0.7400	1.178	2.68	3.00			2539.62	2539.27	2539.22	2538.87	2539.58	2539.23		0.597
PD9	PD10	49.40	PVC	0.0125	16	0.45	0.5	0.748	Subcrítico	0.6970	1.269	3.01	3.24			2539.28	2538.91	2538.91	2538.56	2539.01	2538.65		0.665
PD10	CAMARA_89 E	31.55	PVC	0.0125	24	0.6	0.5	0.757	Subcrítico	0.8019	1.577	3.32	3.90			2538.93	2538.77	2538.33	2538.17	2538.91	2538.75		0.908
CAMARA_89 E	PIB	302.84	PVC	0.0125	24	0.6	0.5	0.763	Subcrítico	0.7833	1.566	3.95	4.80			2538.72	2537.11	2538.12	2536.51	2538.70	2537.09		0.905
PIB	DESCARGA	172.13	PVC	0.0125	24	0.6	0.5	0.760	Subcrítico	0.7930	1.572	4.95	5.31			2537.05	2536.19	2536.46	2535.69	2537.03	2536.17		0.903

Figura 33. Datos de entrada – Hoja 1. Análisis de flujo uniforme – 5

4.1.2 Hietogramas de diseño

En la hoja 2, “2. Hietogramas de diseño”, se deberá llenar las celdas en blanco para el cálculo del hietograma correspondiente como se presenta en la siguiente figura.

Selección: CARGAR

Formato de la lluvia: VOLUME

Inicio de la lluvia: 0:00

Duración de la lluvia: 1:12

Intervalo de la lluvia: 00:01:00

Origen de Datos: TIMESERIES

Factor Nieve: 1

Nombre Pluviometro: Hietograma_Tr_3_años

Coordenadas Pluviometro: Este (X) [msnm]: 93481.3138, Norte (Y) [msnm]: 107580.8969

Tr: 3 años

Precipitación aplicada [mm]: 28.44

Precipitación efectiva [mm]:

Ptotal [mm]: 28.44

% P total: 1.00

P cuenca: 28.44

Duración (horas): 1.20

Nombre de la serie: Serie_VOL_Tr_3_años

Hietograma calculado: Gráfico de barras que muestra la precipitación efectiva en mm a lo largo de un día (0:00 a 24:00). El pico de precipitación ocurre entre las 18:00 y 21:00 horas, alcanzando aproximadamente 2.0 mm por hora.

Figura 34. Datos de entrada – Hoja 2. Hietogramas de diseño

4.1.3 Modelo EPA SWMM

Una vez realizado mediante metodología convencional el diseño del colector en referencia y los Hietogramas de diseño para generar el modelo, se dispone la aplicación de los pozos/zanjas de infiltración en las áreas previamente asociadas. Para ello, es necesario ir a la pestaña 3 “3. Modelo EPA SWMM”; en la cual, se

selecciona el tipo de análisis a realizar, el tiempo de duración y si se pretende colocar un fondo para ayudar a localizar las redes proyectadas, en la siguiente figura se presenta las celdas que deberán seleccionarse.

Figura 35. Datos de entrada – Hoja 3. Modelo EPA SWMM – 1

Información para el análisis del flujo (Uniforme, Onda cinemática u Onda dinámica)

En la Figura 36 se diligencia información del ducto, si es circular, canal u otra consideración. Así mismo, la cantidad de ductos y se presenta la información procesada del diseño a flujo uniforme previamente realizado.

TRAMO		DIMENSIONES BOX CULVERT		Cantidad de ductos	Para secciones trapezoidales		Cota batea inicial	Cota batea final	Profundidad pozo inicial	Profundidad pozo final	Desnivel inicial (medida desde el fondo del pozo) [m]	Desnivel final (medida desde el fondo del pozo) [m]
ID	Tipo del ducto	Ancho B [m]	Alto H [m]		Zi	Zd	[msnm]	[msnm]	[m]	[m]	[m]	[m]
PD11-PD12	CIRCULAR			1			2542.95	2542.45	1.3	1.4	0	0.09
PD12-PD13	CIRCULAR			1			2542.36	2541.86	1.5	1.9	0	0.05
PD13-PD14	CIRCULAR			1			2541.81	2541.34	2.0	2.5	0	0.07
PD14-PD15	CIRCULAR			1			2541.26	2540.77	2.5	2.3	0	0.05
PD15-PD16	CIRCULAR			1			2540.72	2540.22	2.4	2.6	0	0.04

Figura 36. Datos de entrada – Hoja 3. Modelo EPA SWMM – 1

En la

Figura 37 se deberá diligencias las características de los pozos/zanjas de infiltración de acuerdo al análisis realizado en capítulos anteriores y consideraciones presentadas en la hoja de cálculo.

Descripción de las áreas asociadas al pozo															
ID	Pluviometro asociado	Área Subcuena [Ha]	Porcentaje de área impermeable [%]	Coefficiente de Manning área impermeable []	Coefficiente de Manning área permeable []	Profundidad de la depresión de almacenamiento en el área impermeable [m]	Profundidad de la depresión de almacenamiento en el área permeable [m]	Porcentaje de área impermeable sin almacenamiento en depresiones [%]	Elección de enrutamiento interno entre sub-áreas permeables e impermeables	Porcentaje de la escorrentía enrutada entre subáreas [%]	Ancho de la trayectoria de flujo superficial [m]	Pendiente de la superficie [%]	longitud de acera (si es necesario para las funciones de acumulación de contaminantes) [m]	Nombre del conjunto de parámetros de la capa de nieve (para el análisis de derretimiento de la nieve solamente)	
Area_PD11_PD12	Hietograma_Tr_3_años	0.16		Smooth concrete	0.012	Smooth concrete	0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	15.61	0.15%	0.00
Area_PD12_PD13	Hietograma_Tr_3_años	0.37		Smooth concrete	0.012	Smooth concrete	0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	36.97	0.15%	0.00
Area_PD13_PD14	Hietograma_Tr_3_años	0.31		Smooth concrete	0.012	Smooth concrete	0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	31.36	0.15%	0.00
Area_PD14_PD15	Hietograma_Tr_3_años	0.26		Smooth concrete	0.012	Smooth concrete	0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	26.12	0.15%	0.00
Area_PD15_PD16	Hietograma_Tr_3_años	0.42		Smooth concrete	0.012	Smooth concrete	0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	42.30	0.15%	0.00

Información requerida para el análisis de infiltración (Método de Horton)				
Índice máximo en la curva de infiltración de Horton [mm/hr]	Índice mínimo en la curva de infiltración de Horton [mm/hr]	Constante de desintegración [1/hr]	Tiempo de secado [días]	Máximo volumen posible de infiltración (si no aplica colocar 0)
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00

Control LID	Low Impact Development (LID) CONTROLS												
	Area del control LID [m²]	Numero de unidades [un]	Ancho de la superficie por unidad [m]	Porcentaje inicialmente saturado [%]	Porcentaje de área impermeable tratada [%]	Enviar el drenaje del flujo a:	Superficie	Almacenamiento	Drenaje				
Pozos/Zanjas de infiltración	El control LID Ocupa otro valor	2	1	0.2	60.00	Devolver todo el flujo de salida hacia la zona anterior	Profundidad de almacenamiento	Relación de vacíos	Tasa de infiltración	Factor de obstrucción	Coefficiente de drenaje C	Exponente de drenaje n	Desfase de altura [cm]
Pozos/Zanjas de infiltración	El control LID Ocupa otro valor	2	1	0.2	60.00	Envíe el drenaje del flujo a:	Fracción del volumen de vegetación [%]	Rugosidad de la superficie	Pendiente de la superficie [%]	Espesor de capa de grava o altura del barril [mm]	Relación de vacíos	Tasa de infiltración	Factor de obstrucción
Pozos/Zanjas de infiltración	El control LID Ocupa otro valor	2	1	0.2	60.00	Envíe el drenaje del flujo a:	Fracción del volumen de vegetación [%]	Rugosidad de la superficie	Pendiente de la superficie [%]	Espesor de capa de grava o altura del barril [mm]	Relación de vacíos	Tasa de infiltración	Factor de obstrucción
Pozos/Zanjas de infiltración	El control LID Ocupa otro valor	2	1	0.2	60.00	Envíe el drenaje del flujo a:	Fracción del volumen de vegetación [%]	Rugosidad de la superficie	Pendiente de la superficie [%]	Espesor de capa de grava o altura del barril [mm]	Relación de vacíos	Tasa de infiltración	Factor de obstrucción
Pozos/Zanjas de infiltración	El control LID Ocupa otro valor	2	1	0.2	60.00	Envíe el drenaje del flujo a:	Fracción del volumen de vegetación [%]	Rugosidad de la superficie	Pendiente de la superficie [%]	Espesor de capa de grava o altura del barril [mm]	Relación de vacíos	Tasa de infiltración	Factor de obstrucción
Pozos/Zanjas de infiltración	El control LID Ocupa otro valor	2	1	0.2	60.00	Envíe el drenaje del flujo a:	Fracción del volumen de vegetación [%]	Rugosidad de la superficie	Pendiente de la superficie [%]	Espesor de capa de grava o altura del barril [mm]	Relación de vacíos	Tasa de infiltración	Factor de obstrucción

Figura 37. Datos de entrada – Hoja 3. Modelo EPA SWMM – 2

4.2 RESULTADOS DE LOS ESCENARIOS SIMULADOS

A continuación, se presentan los resultados de los escenarios simulados, siguiendo la metodología previamente descrita y aclarando otros aspectos que solo pueden notarse al comparar numéricamente y gráficamente los resultados de los modelos. En el Anexo I y II, se presentan todos los resultados (reportes) exportados o generados por SWMM 5.1.

4.2.1 Resultados Escenario 1: Análisis del flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica.

Se realiza un análisis inicial y se presenta la hoja de cálculo en Excel adecuada para este fin. Se contemplan los parámetros de diseño de acuerdo al RAS. En el análisis pueden revisarse parámetros como capacidad hidráulica, velocidad del colector, Esfuerzo cortante, entre otros. Se realizan un diseño eligiendo un material comercial para las tuberías que sea beneficioso para el proyecto o caso de estudio.

Una vez se realiza este diseño, la Hoja de Excel prepara la información del colector para generar un modelo hidráulico y se comparas los resultados obtenidos contra los de la modelación con SWMM 5.1. A continuación, se presenta el diseño del colector del caso de estudio.

Análisis del flujo uniforme

INFORMACIÓN DE LOS POZOS								
Camara	Tipo 1 Pozo 2 Descarga 3 Divisor	Tipo de descarga ó divisor	Descarga a la salida	Profundidad fija del pozo	Coordenadas		Cotas	
					Este	Norte	Cota rasante	Cota terreno
				[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]
PD11	Tipo_1		No aplica		93393.9805	107099.559	2544.20	
PD12	Tipo_1		No aplica		93329.006	107175.349	2543.85	
PD13	Tipo_1		No aplica		93265.8278	107251.815	2543.80	
PD14	Tipo_1		No aplica		93201.9637	107323.285	2543.80	
PD15	Tipo_1		No aplica		93128.5151	107390.937	2543.10	
PD16	Tipo_1		No aplica		93041.5925	107439.198	2542.85	
PD17	Tipo_1		No aplica		92997.2224	107458.361	2542.80	
PD18	Tipo_1		No aplica		92934.9027	107483.301	2542.65	
PD19	Tipo_1		No aplica		92841.7551	107519.193	2542.50	
PD10	Tipo_1		No aplica		92825.6596	107559.856	2542.25	
CAMARA_69E	Tipo_3	OVERFLOW	No aplica		92802.1481	107580.897	2542.67	
PD1	Tipo_1		No aplica		93431.3138	107115.486	2544.05	
PD2	Tipo_1		No aplica		93364.7385	107187.905	2543.85	
PD3	Tipo_1		No aplica		93301.2488	107265.080	2543.35	
PD4	Tipo_1		No aplica		93235.3009	107340.171	2543.10	
PD5	Tipo_1		No aplica		93158.9706	107404.724	2543.00	
PD6	Tipo_1		No aplica		93096.6858	107449.120	2543.05	
PD7	Tipo_1		No aplica		93023.2615	107485.133	2543.50	
PD8	Tipo_1		No aplica		92936.9332	107518.326	2542.30	
PD9	Tipo_1		No aplica		92872.2423	107543.410	2542.27	
P84	Tipo_1		No aplica		92599.25	107160.530	2535.98	
P82	Tipo_1		No aplica		92608.352	107321.441	2536.06	
P80_2	Tipo_1		No aplica		92795.28	107577.760	2542.67	
P83	Tipo_1		No aplica		92603.01	107323.410	2536.06	
P85	Tipo_1		No aplica		92593.73	107163.140	2535.98	
DES_P86	Tipo_2	NORMAL	No aplica		92586.2	107150.740	2535.65	
DES_P87	Tipo_2	NORMAL	No aplica		92583.95	107154.810	2535.65	
P80_1	Tipo_1		No aplica		92799.871	107574.871	2542.67	

Figura 38. Análisis del Flujo Uniforme – Información de los pozos - Hoja 1. Escenario 1

Identificador de pozo/camara inicial 1 ó ""	Camaras		Cota rasante		Cota rasante		Longitud del tramo [m]	Caudales por nodo [l/s]	Areas tributaria aguas lluvias	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final			Propia	Total
			[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]				
1	PD11	PD12	2544.20	2543.85	0.00	0.00	99.83		0.156	0.156
	PD12	PD13	2543.85	2543.80	0.00	0.00	99.19		0.370	0.370
	PD13	PD14	2543.80	2543.80	0.00	0.00	95.85		0.314	0.314
	PD14	PD15	2543.80	2543.10	0.00	0.00	99.86		0.261	0.261
	PD15	PD16	2543.10	2542.85	0.00	0.00	99.42		0.423	0.423
	PD16	PD17	2542.85	2542.80	0.00	0.00	48.33		0.446	0.446
	PD17	PD18	2542.80	2542.65	0.00	0.00	67.12		0.275	0.275
	PD18	PD19	2542.65	2542.50	0.00	0.00	99.82		0.239	0.239
	PD19	PD10	2542.50	2542.25	0.00	0.00	43.73		0.793	0.793
1	PD1	PD2	2544.05	2543.85	0.00	0.00	98.37		0.155	0.155
	PD2	PD3	2543.85	2543.35	0.00	0.00	99.93		0.323	0.323
	PD3	PD4	2543.35	2543.10	0.00	0.00	99.94		0.226	0.226
	PD4	PD5	2543.10	2543.00	0.00	0.00	99.97		0.354	0.354
	PD5	PD6	2543.00	2543.05	0.00	0.00	76.49		0.434	0.434
	PD6	PD7	2543.05	2543.50	0.00	0.00	81.78		0.056	0.056
	PD7	PD8	2543.50	2542.30	0.00	0.00	92.49		0.207	0.207
	PD8	PD9	2542.30	2542.27	0.00	0.00	69.38		0.327	0.327
	PD9	PD10	2542.27	2542.25	0.00	0.00	49.40		0.598	0.598
	PD10	CAMARA_69 E	2542.25	2542.67	0.00	0.00	31.55		0.212	0.212
	CAMARA_69 E	P80_2	2542.67	2542.67	0.00	0.00	7.55		0	0.000
	P80_2	P83	2542.67	2536.06	0.00	0.00	318.84	3800.00	0	0.000
	P83	P85	2536.06	2535.98	0.00	0.00	160.54		0	0.000
	P85	DES_P87	2535.98	2535.65	0.00	0.00	12.85		0	0.000
1	CAMARA_69 E	P80_1	2542.67	2542.67	0.00	0.00	6.44		0	0
	P80_1	P82	2542.67	2536.06	0.00	0.00	317.66	3800.00	0	0
	P82	P84	2536.06	2535.98	0.00	0.00	161.17		0	0
	P84	DES_P86	2535.98	2535.65	0.00	0.00	16.31		0	0

Figura 39. Análisis del Flujo Uniforme – Determinación del Caudal - Hoja 1. Escenario 1 - 1

Punto mas alejado				Periodo de Retorno		Coeficiente de Escorrentía			
Punto alto cuenca	Punto bajo cuenca	Distancia	Pendiente	Tr Calculado	Tr Adoptado	Característica de la superficie		Propia	Ponderado
[msnm]	[msnm]	[m]	[%]	[años]	[años]	Condición	Tipo	Cp	CPONDERADO
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800
0.5	0	100	0.5%	3	5	AREAS DESARROLLADAS	CONCRETO/TECHO	0.800	0.800

Figura 40. Análisis del Flujo Uniforme – Determinación del Caudal - Hoja 1. Escenario 1 – 2

Cálculo caudal aguas lluvias															
Tiempo de entrada	Velocidad supuesta	Tiempo de tránsito	Tiempo de concentración	Área de otros tramos	Área total del tramo	Área total acumulada	Intensidad de la lluvia	Caudal acumulado calculado aguas lluvias metodo areas aferentes	Caudal aguas lluvias de otros tramos metodo caudales por nodo	Caudal total calculado aguas lluvias metodo caudales por nodo	Caudal acumulado calculado aguas lluvias metodo caudales por nodo	Caudal de diseño acumulado	Velocidad real	Tiempo tránsito real	Diferencia
[min]	[m/s]	[min]	[min]	[Ha]	[Ha]	[Ha]	[l/s_Ha]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[m/s]	[min]	[%]
12.40368325	6.561	0.254	12.66		0.156	0.156	82.01	10.240		0.000	0.000	10.240	6.561	0.2536	0.0%
12.40368325	6.561	0.252	12.66		0.370	0.526	82.01	34.496		0.000	0.000	34.496	6.561	0.2520	0.0%
12.40368325	6.563	0.243	12.65		0.314	0.839	82.04	55.087		0.000	0.000	55.087	6.563	0.2434	0.0%
12.40368325	6.561	0.254	12.66		0.261	1.101	82.01	72.202		0.000	0.000	72.202	6.561	0.2537	0.0%
12.40368325	6.561	0.253	12.66		0.423	1.523	82.01	99.955		0.000	0.000	99.955	6.561	0.2526	0.0%
12.40368325	6.590	0.122	12.53		0.446	1.969	82.37	129.782		0.000	0.000	129.782	6.590	0.1222	0.0%
12.40368325	6.579	0.170	12.57		0.275	2.245	82.24	147.691		0.000	0.000	147.691	6.579	0.1700	0.0%
12.40368325	6.561	0.254	12.66		0.239	2.484	82.01	162.980		0.000	0.000	162.980	6.561	0.2536	0.0%
12.40368325	6.592	0.111	12.51		0.793	3.277	82.40	216.027		0.000	0.000	216.027	6.592	0.1106	0.0%
12.40368325	6.561	0.250	12.65		0.155	0.155	82.02	10.139		0.000	0.000	10.139	6.562	0.2499	0.0%
12.40368325	6.561	0.254	12.66		0.323	0.477	82.01	31.314		0.000	0.000	31.314	6.561	0.2539	0.0%
12.40368325	6.561	0.254	12.66		0.226	0.703	82.01	46.115		0.000	0.000	46.115	6.561	0.2539	0.0%
12.40368325	6.561	0.254	12.66		0.354	1.056	82.01	69.310		0.000	0.000	69.310	6.561	0.2540	0.0%
12.40368325	6.574	0.194	12.60		0.434	1.491	82.17	97.984		0.000	0.000	97.984	6.574	0.1939	0.0%
12.40368325	6.571	0.207	12.61		0.056	1.546	82.14	101.593		0.000	0.000	101.593	6.571	0.2074	0.0%
12.40368325	6.565	0.235	12.64		0.207	1.753	82.06	115.081		0.000	0.000	115.081	6.565	0.2348	0.0%
12.40368325	6.578	0.176	12.58		0.327	2.080	82.22	136.798		0.000	0.000	136.798	6.578	0.1758	0.0%
12.40368325	6.589	0.125	12.53		0.598	2.677	82.36	176.404		0.000	0.000	176.404	6.589	0.1250	0.0%
12.40368325	6.599	0.080	12.48		0.212	6.166	82.49	406.907		0.000	0.000	406.907	6.599	0.0797	0.0%
12.40368325	6.612	0.019	12.42		0.000	6.166	82.66	407.740		0.000	0.000	407.740	6.613	0.0190	0.0%
12.40368325	6.433	0.826	13.23		0.000	6.166	80.47	396.927		3800.000	3800.000	4196.927	6.437	0.8255	-0.1%
12.40368325	6.526	0.410	12.81		0.000	6.166	81.58	402.429		0.000	3800.000	4202.429	6.527	0.4100	0.0%
12.40368325	6.609	0.032	12.44		0.000	6.166	82.62	407.557		0.000	3800.000	4207.557	6.610	0.0324	0.0%
12.40368325	6.612	0.016	12.42		0.000	6.166	82.67	407.779		0.000	0.000	407.779	6.613	0.0162	0.0%
12.40368325	6.438	0.822	13.23		0.000	6.166	80.48	396.974		3800.000	3800.000	4196.974	6.438	0.8223	0.0%
12.40368325	6.525	0.412	12.82		0.000	6.166	81.58	402.407		0.000	3800.000	4202.407	6.526	0.4116	0.0%
12.40368325	6.607	0.041	12.44		0.000	6.166	82.60	407.436		0.000	3800.000	4207.436	6.608	0.0411	0.0%

Figura 41. Análisis del Flujo Uniforme – Determinación del Caudal - Hoja 1. Escenario 1 - 3

Camaras		Longitud del tramo	Material de la tubería	Coeficiente de rugosidad de Manning	Diámetro interior adoptado	Diámetro interior	Pendiente del terreno	Pendiente	Numero de Froude	Tipo de Flujo	Relación de caudales	Velocidad Real
Inicial	Final								NF		Qd/Qo	Vr
		[m]	[]	[]	Pulgadas	[m]	[%]	[%]	[]	[]	[]	[m/s]
PD11	PD12	99.83	PVC	0.0125	10	0.25	0.35	0.4	0.671	Subcrítico	0.2618	0.566
PD12	PD13	99.19	PVC	0.0125	12	0.3	0.05	0.4	0.653	Subcrítico	0.5423	0.792
PD13	PD14	95.85	PVC	0.0125	14	0.35	0.00	0.3	0.562	Subcrítico	0.6630	0.806
PD14	PD15	99.86	PVC	0.0125	14	0.35	0.70	0.3	0.521	Subcrítico	0.8690	0.873
PD15	PD16	99.42	PVC	0.0125	16	0.4	0.25	0.3	0.539	Subcrítico	0.8426	0.946
PD16	PD17	48.33	PVC	0.0125	18	0.45	0.10	0.3	0.560	Subcrítico	0.7991	1.008
PD17	PD18	67.12	PVC	0.0125	18	0.45	0.22	0.3	0.533	Subcrítico	0.9094	1.047
PD18	PD19	99.82	PVC	0.0125	20	0.5	0.15	0.3	0.578	Subcrítico	0.7577	1.064
PD19	PD10	43.73	PVC	0.0125	24	0.6	0.57	0.3	0.622	Subcrítico	0.6176	1.131
PD1	PD2	98.37	PVC	0.0125	10	0.25	0.20	0.6	0.829	Subcrítico	0.2116	0.651
PD2	PD3	99.93	PVC	0.0125	10	0.25	0.50	0.6	0.753	Subcrítico	0.6536	0.908
PD3	PD4	99.94	PVC	0.0125	12	0.3	0.25	0.6	0.790	Subcrítico	0.5920	0.995
PD4	PD5	99.97	PVC	0.0125	14	0.35	0.10	0.6	0.811	Subcrítico	0.5898	1.102
PD5	PD6	76.49	PVC	0.0125	16	0.4	-0.07	0.6	0.830	Subcrítico	0.5840	1.201
PD6	PD7	81.78	PVC	0.0125	16	0.4	-0.55	0.6	0.825	Subcrítico	0.6056	1.214
PD7	PD8	92.49	PVC	0.0125	18	0.45	1.30	0.6	0.864	Subcrítico	0.5011	1.242
PD8	PD9	69.38	PVC	0.0125	18	0.45	0.04	0.6	0.844	Subcrítico	0.5956	1.307
PD9	PD10	49.40	PVC	0.0125	20	0.5	0.04	0.6	0.862	Subcrítico	0.5799	1.391
PD10	CAMARA_69 E	31.55	PVC	0.0125	27	0.7	-1.33	0.35	0.671	Subcrítico	0.7140	1.413
CAMARA_69 E	P80_2	7.55	PVC	0.0125	60	1.5	0.00	0.35	0.872	Subcrítico	0.0937	1.291
P80_2	P83	318.84	PVC	0.0125	60	1.5	2.07	0.5	0.880	Subcrítico	0.8074	2.911
P83	P85	160.54	PVC	0.0125	60	1.5	0.05	0.5	0.880	Subcrítico	0.8084	2.913
P85	DES_P87	12.85	PVC	0.0125	60	1.5	2.58	0.5	0.880	Subcrítico	0.8094	2.914
CAMARA_69 E	P80_1	6.44	PVC	0.0125	60	1.5	0.00	0.35	0.872	Subcrítico	0.0938	1.291
P80_1	P82	317.66	PVC	0.0125	60	1.5	2.08	0.5	0.880	Subcrítico	0.8074	2.911
P82	P84	161.17	PVC	0.0125	60	1.5	0.05	0.5	0.880	Subcrítico	0.8084	2.913
P84	DES_P86	16.31	PVC	0.0125	60	1.5	2.03	0.5	0.880	Subcrítico	0.8094	2.914

Figura 42. Análisis del Flujo Uniforme – Diseño hidráulico - Hoja 1. Escenario 1 - 1

Recubrimiento		Caida Adicional en el pozo inicial	Cota clave restrictiva		Cota clave		Cota Batea		Cota de energía		Esfuerzo Cortante
Superior	Inferior		Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Q 100%
[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[Kg/m ²]
1.20	1.25				2543.00	2542.60	2542.75	2542.35	2542.86	2542.46	0.210
1.30	1.65				2542.55	2542.15	2542.25	2541.85	2542.46	2542.06	0.333
1.66	1.95				2542.14	2541.85	2541.79	2541.50	2542.05	2541.77	0.307
2.01	1.61				2541.79	2541.49	2541.44	2541.14	2541.76	2541.46	0.319
1.61	1.65				2541.49	2541.20	2541.09	2540.80	2541.45	2541.15	0.364
1.66	1.75				2541.19	2541.05	2540.74	2540.60	2541.13	2540.99	0.408
1.80	1.86				2541.00	2540.79	2540.55	2540.34	2540.97	2540.76	0.411
1.83	1.98				2540.82	2540.52	2540.32	2540.02	2540.74	2540.44	0.450
1.93	1.82				2540.57	2540.43	2539.97	2539.83	2540.42	2540.29	0.517
1.20	1.59				2542.85	2542.26	2542.60	2542.01	2542.71	2542.12	0.286
1.70	1.80				2542.15	2541.55	2541.90	2541.30	2542.11	2541.51	0.437
1.79	2.14				2541.56	2540.96	2541.26	2540.66	2541.50	2540.90	0.512
2.14	2.64				2540.96	2540.36	2540.61	2540.01	2540.89	2540.29	0.596
3.15	3.66	0.5			2539.85	2539.39	2539.45	2538.99	2539.77	2539.31	0.680
4.18	5.12	0.5			2538.87	2538.38	2538.47	2537.98	2538.80	2538.31	0.686
5.61	4.96	0.5			2537.89	2537.34	2537.44	2536.89	2537.78	2537.22	0.730
5.53	5.92	0.5			2536.77	2536.35	2536.32	2535.90	2536.69	2536.27	0.769
6.44	6.72	0.5			2535.83	2535.53	2535.33	2535.03	2535.74	2535.44	0.848
7.25	7.78	0.5			2535.00	2534.89	2534.30	2534.19	2534.90	2534.79	0.727
7.62	7.65	0.65			2535.05	2535.02	2533.55	2533.52	2533.95	2533.93	0.668
8.88	3.87				2533.79	2532.19	2532.29	2530.69	2533.86	2532.26	2.267
3.87	4.59				2532.19	2531.39	2530.69	2529.89	2532.26	2531.46	2.267
4.59	4.32				2531.39	2531.33	2529.89	2529.83	2531.46	2531.39	2.267
7.63	7.65	6.43			2535.04	2535.02	2533.54	2533.52	2533.94	2533.92	0.668
8.89	3.86				2533.78	2532.20	2532.28	2530.70	2533.85	2532.26	2.267
3.86	4.59				2532.20	2531.39	2530.70	2529.89	2532.26	2531.46	2.267
4.59	4.34				2531.39	2531.31	2529.89	2529.81	2531.46	2531.38	2.267

Figura 43. Análisis del Flujo Uniforme – Diseño hidráulico - Hoja 1. Escenario 1 - 2

Hietogramas de diseño

Para determinar los Hietogramas de diseño, se utilizó la metodología del bloque alterno explicada en capítulos anteriores a partir de la curva IDF del proyecto, en este caso la curva contiene los siguientes parámetros de acuerdo con la información tomada de la EAB-ESP.

Tabla 12. Parámetros de la Curva IDF de la zona del proyecto y cálculo de intensidad para distintas duraciones y periodos de retorno.

TR	C1	Xo	C2
3	2336.26	18.1	-1.02
5	2558.88	17.5	-1.01
10	3261.18	18.7	-1.03

Periodo de retorno Tr (años)	Duración de la lluvia D (minutos)								
	5	10	15	30	60	90	120	150	180
3	94.98	77.78	65.81	44.95	27.42	19.68	15.33	12.54	10.61
5	110.24	90.02	76.04	51.83	31.61	22.72	17.72	14.51	12.29
10	125.14	102.74	87.08	59.60	36.35	26.07	20.28	16.57	14.00

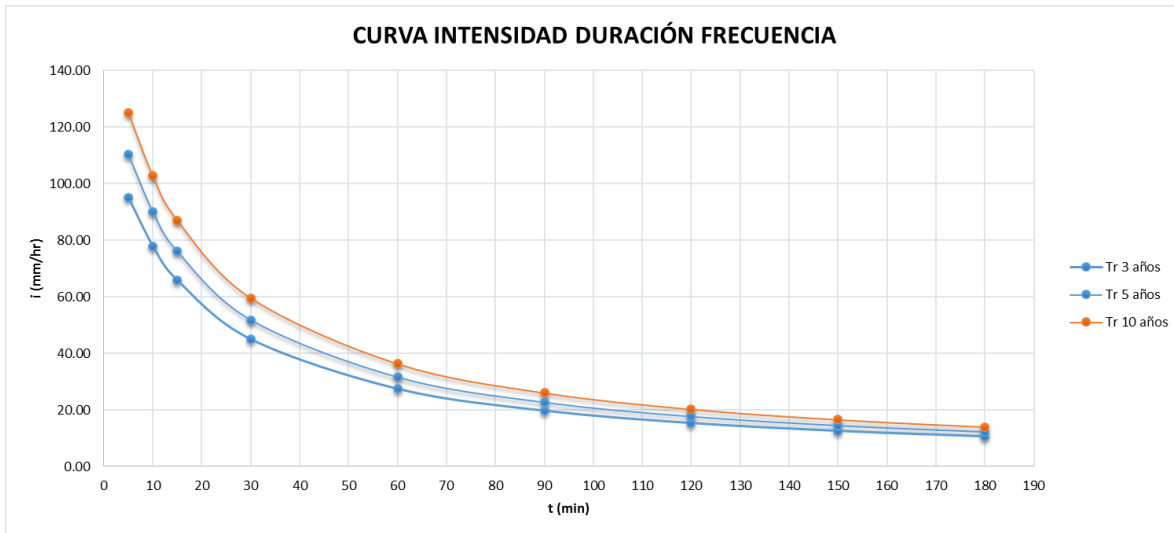


Figura 44. Curva IDF de la zona del proyecto

A continuación, se presentan los Hietogramas calculados para la zona del proyecto; estos, se determinaron para intervalos de lluvia de 1 minuto e iniciando el evento a la misma hora del análisis que se realiza en SWMM

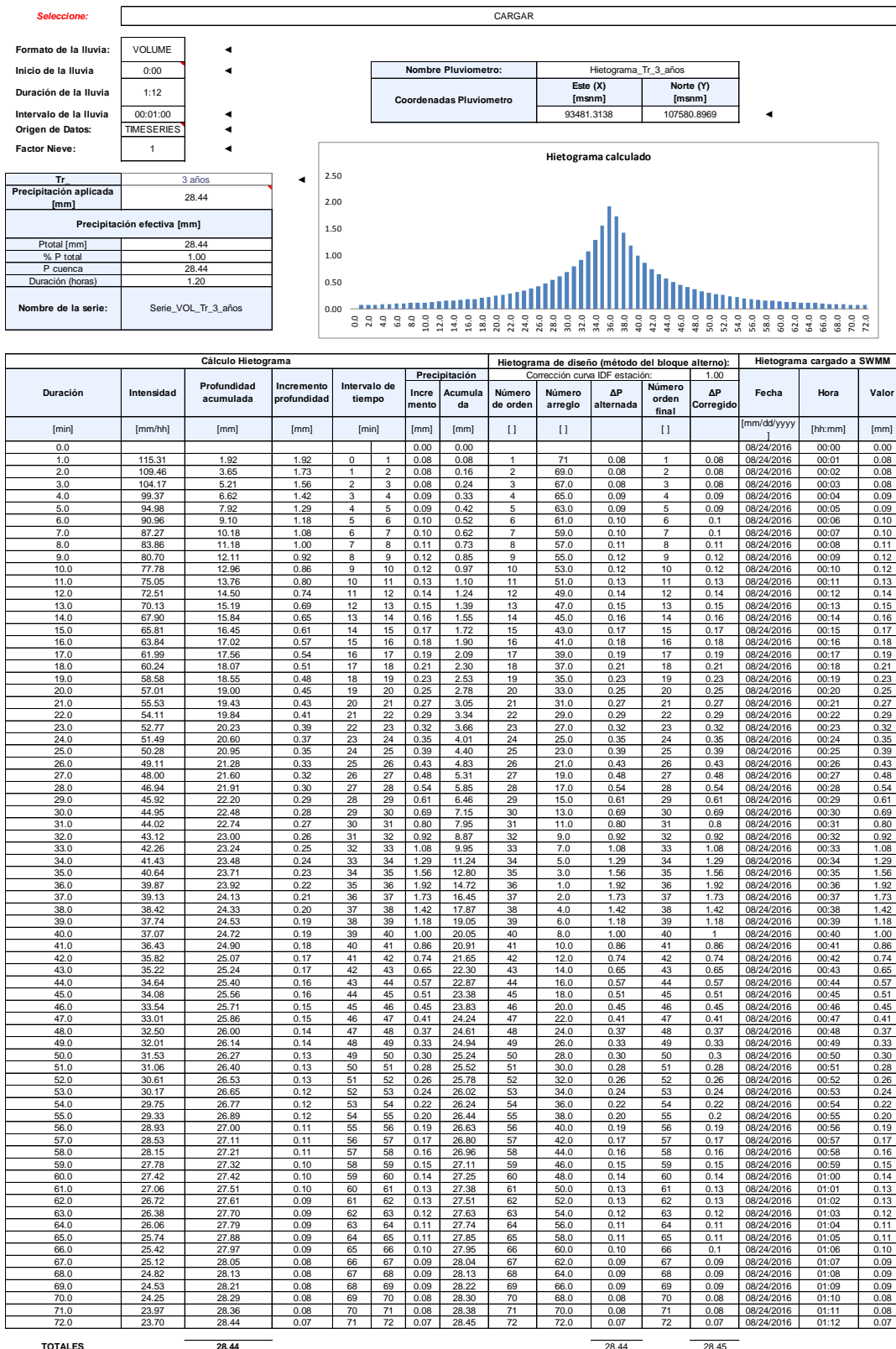


Figura 45. Hietograma generado método bloque alternativo – Periodo de retorno

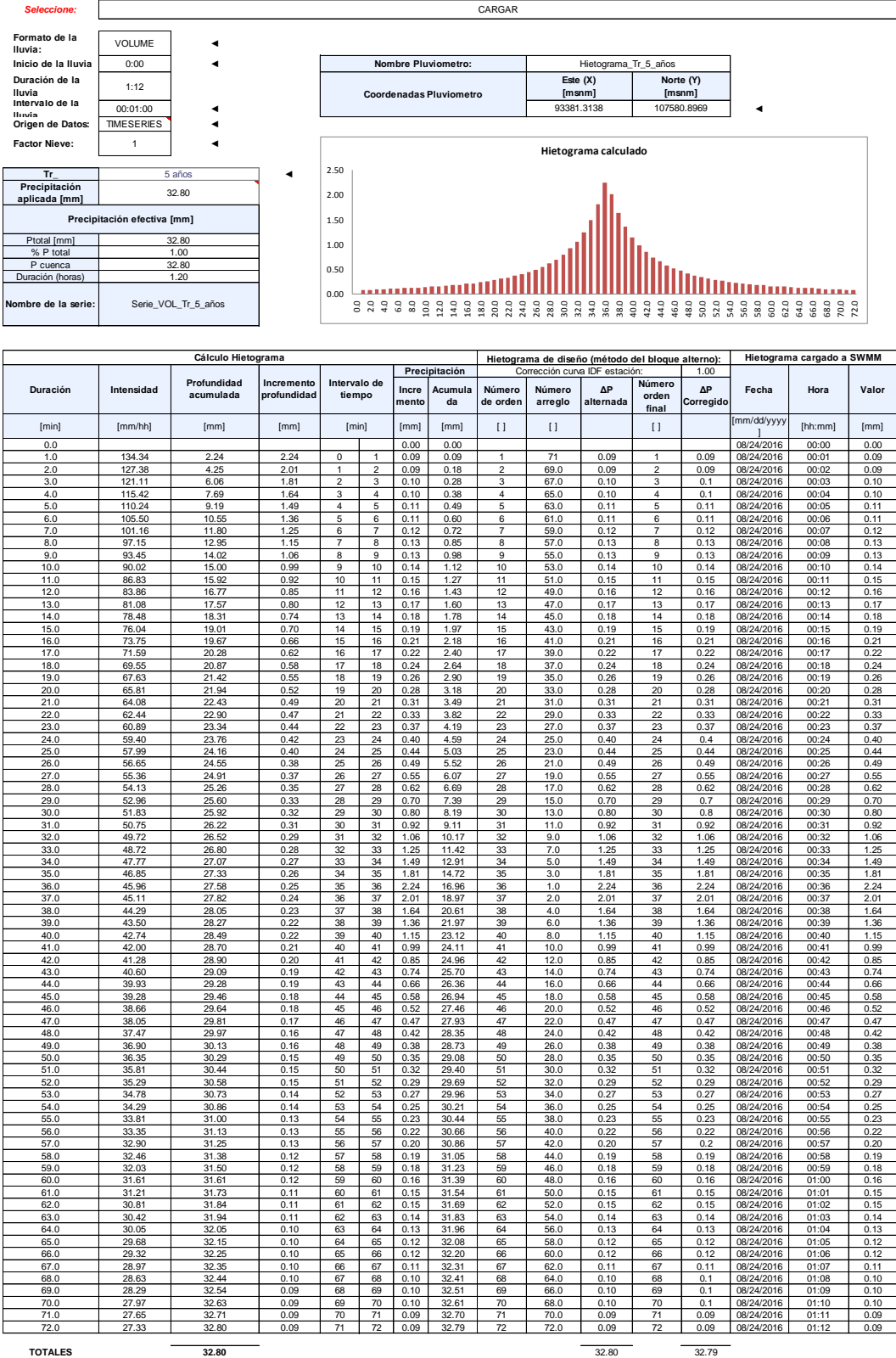
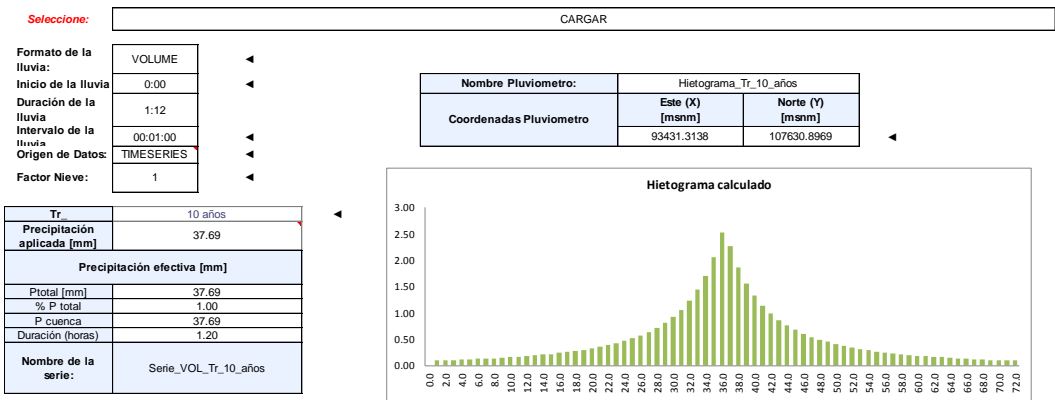


Figura 46. Hietograma generado método bloque alterno – Periodo de retorno 5 años



Cálculo Hietograma					Hietograma de diseño (método del bloque alternó)						Hietograma cargado a SWMM					
Duración	Intensidad	Profundidad acumulada	Incremento profundidad	Intervalo de tiempo	Precipitación		Corrección curva IDF estación:				Fecha	Hora	Valor			
					Incre-mento	Acumula-da	Número de orden	Número arreglo	ΔP alternada	Número orden final				ΔP Corregido		
[min]	[mm/hh]	[mm]	[mm]	[min]	[mm]	[mm]	[]	[]	[]	[]	[mm/d/yy y]	[hh:mm]	[mm]			
0.0					0.00	0.00					08/24/2016	00:00	0.00			
1.0	151.38	2.52	2.52	0	1	0.10	0.10	1	71	0.10	1	0.1	08/24/2016	00:01	0.10	
2.0	143.86	4.80	2.27	1	2	0.10	0.20	2	69.0	0.10	2	0.1	08/24/2016	00:02	0.10	
3.0	137.03	6.85	2.06	2	3	0.11	0.31	3	67.0	0.11	3	0.11	08/24/2016	00:03	0.11	
4.0	130.82	8.72	1.87	3	4	0.12	0.43	4	65.0	0.12	4	0.12	08/24/2016	00:04	0.12	
5.0	125.14	10.43	1.71	4	5	0.12	0.55	5	63.0	0.12	5	0.12	08/24/2016	00:05	0.12	
6.0	119.92	11.99	1.56	5	6	0.13	0.68	6	61.0	0.13	6	0.13	08/24/2016	00:06	0.13	
7.0	115.12	13.43	1.44	6	7	0.14	0.82	7	59.0	0.14	7	0.14	08/24/2016	00:07	0.14	
8.0	110.68	14.76	1.33	7	8	0.14	0.96	8	57.0	0.14	8	0.14	08/24/2016	00:08	0.14	
9.0	106.57	15.98	1.23	8	9	0.15	1.11	9	55.0	0.15	9	0.15	08/24/2016	00:09	0.15	
10.0	102.74	17.12	1.14	9	10	0.16	1.27	10	53.0	0.16	10	0.16	08/24/2016	00:10	0.16	
11.0	99.18	18.18	1.06	10	11	0.17	1.44	11	51.0	0.17	11	0.17	08/24/2016	00:11	0.17	
12.0	95.86	19.17	0.99	11	12	0.18	1.62	12	49.0	0.18	12	0.18	08/24/2016	00:12	0.18	
13.0	92.74	20.09	0.92	12	13	0.20	1.82	13	47.0	0.20	13	0.2	08/24/2016	00:13	0.20	
14.0	89.82	20.96	0.86	13	14	0.21	2.03	14	45.0	0.21	14	0.21	08/24/2016	00:14	0.21	
15.0	87.08	21.77	0.81	14	15	0.22	2.25	15	43.0	0.22	15	0.22	08/24/2016	00:15	0.22	
16.0	84.50	22.53	0.76	15	16	0.24	2.49	16	41.0	0.24	16	0.24	08/24/2016	00:16	0.24	
17.0	82.06	23.25	0.72	16	17	0.26	2.75	17	39.0	0.26	17	0.26	08/24/2016	00:17	0.26	
18.0	79.76	23.93	0.68	17	18	0.28	3.03	18	37.0	0.28	18	0.28	08/24/2016	00:18	0.28	
19.0	77.58	24.57	0.64	18	19	0.30	3.33	19	35.0	0.30	19	0.3	08/24/2016	00:19	0.30	
20.0	75.51	25.17	0.60	19	20	0.33	3.66	20	33.0	0.33	20	0.33	08/24/2016	00:20	0.33	
21.0	73.56	25.74	0.57	20	21	0.36	4.02	21	31.0	0.36	21	0.36	08/24/2016	00:21	0.36	
22.0	71.70	26.29	0.54	21	22	0.39	4.41	22	29.0	0.39	22	0.39	08/24/2016	00:22	0.39	
23.0	69.93	26.80	0.52	22	23	0.42	4.83	23	27.0	0.42	23	0.42	08/24/2016	00:23	0.42	
24.0	68.24	27.30	0.49	23	24	0.47	5.30	24	25.0	0.47	24	0.47	08/24/2016	00:24	0.47	
25.0	66.63	27.76	0.47	24	25	0.52	5.82	25	23.0	0.52	25	0.52	08/24/2016	00:25	0.52	
26.0	65.10	28.21	0.45	25	26	0.57	6.39	26	21.0	0.57	26	0.57	08/24/2016	00:26	0.57	
27.0	63.63	28.63	0.42	26	27	0.64	7.03	27	19.0	0.64	27	0.64	08/24/2016	00:27	0.64	
28.0	62.23	29.04	0.41	27	28	0.72	7.75	28	17.0	0.72	28	0.72	08/24/2016	00:28	0.72	
29.0	60.88	29.43	0.39	28	29	0.81	8.56	29	15.0	0.81	29	0.81	08/24/2016	00:29	0.81	
30.0	59.60	29.80	0.37	29	30	0.92	9.48	30	13.0	0.92	30	0.92	08/24/2016	00:30	0.92	
31.0	58.36	30.15	0.36	30	31	1.06	10.54	31	11.0	1.06	31	1.06	08/24/2016	00:31	1.06	
32.0	57.18	30.49	0.34	31	32	1.23	11.77	32	9.0	1.23	32	1.23	08/24/2016	00:32	1.23	
33.0	56.04	30.82	0.33	32	33	1.44	13.21	33	7.0	1.44	33	1.44	08/24/2016	00:33	1.44	
34.0	54.94	31.13	0.31	33	34	1.71	14.92	34	5.0	1.71	34	1.71	08/24/2016	00:34	1.71	
35.0	53.89	31.44	0.30	34	35	2.06	16.98	35	3.0	2.06	35	2.06	08/24/2016	00:35	2.06	
36.0	52.87	31.72	0.29	35	36	2.52	19.50	36	1.0	2.52	36	2.52	08/24/2016	00:36	2.52	
37.0	51.90	32.00	0.28	36	37	2.27	21.77	37	2.0	2.27	37	2.27	08/24/2016	00:37	2.27	
38.0	50.95	32.27	0.27	37	38	1.87	23.64	38	4.0	1.87	38	1.87	08/24/2016	00:38	1.87	
39.0	50.05	32.53	0.26	38	39	1.56	25.20	39	6.0	1.56	39	1.56	08/24/2016	00:39	1.56	
40.0	49.17	32.78	0.25	39	40	1.33	26.53	40	8.0	1.33	40	1.33	08/24/2016	00:40	1.33	
41.0	48.32	33.02	0.24	40	41	1.14	27.67	41	10.0	1.14	41	1.14	08/24/2016	00:41	1.14	
42.0	47.50	33.25	0.23	41	42	0.99	28.66	42	12.0	0.99	42	0.99	08/24/2016	00:42	0.99	
43.0	46.71	33.47	0.22	42	43	0.86	29.52	43	14.0	0.86	43	0.86	08/24/2016	00:43	0.86	
44.0	45.94	33.69	0.22	43	44	0.76	30.28	44	16.0	0.76	44	0.76	08/24/2016	00:44	0.76	
45.0	45.20	33.90	0.21	44	45	0.68	30.96	45	18.0	0.68	45	0.68	08/24/2016	00:45	0.68	
46.0	44.48	34.10	0.20	45	46	0.60	31.56	46	20.0	0.60	46	0.6	08/24/2016	00:46	0.60	
47.0	43.78	34.29	0.20	46	47	0.54	32.10	47	22.0	0.54	47	0.54	08/24/2016	00:47	0.54	
48.0	43.10	34.48	0.19	47	48	0.49	32.59	48	24.0	0.49	48	0.49	08/24/2016	00:48	0.49	
49.0	42.45	34.67	0.18	48	49	0.45	33.04	49	26.0	0.45	49	0.45	08/24/2016	00:49	0.45	
50.0	41.81	34.84	0.18	49	50	0.41	33.45	50	28.0	0.41	50	0.41	08/24/2016	00:50	0.41	
51.0	41.20	35.02	0.17	50	51	0.37	33.82	51	30.0	0.37	51	0.37	08/24/2016	00:51	0.37	
52.0	40.60	35.18	0.17	51	52	0.34	34.16	52	32.0	0.34	52	0.34	08/24/2016	00:52	0.34	
53.0	40.01	35.34	0.16	52	53	0.31	34.47	53	34.0	0.31	53	0.31	08/24/2016	00:53	0.31	
54.0	39.45	35.50	0.16	53	54	0.29	34.76	54	36.0	0.29	54	0.29	08/24/2016	00:54	0.29	
55.0	38.89	35.65	0.15	54	55	0.27	35.03	55	38.0	0.27	55	0.27	08/24/2016	00:55	0.27	
56.0	38.36	35.80	0.15	55	56	0.25	35.28	56	40.0	0.25	56	0.25	08/24/2016	00:56	0.25	
57.0	37.84	35.94	0.14	56	57	0.23	35.51	57	42.0	0.23	57	0.23	08/24/2016	00:57	0.23	
58.0	37.33	36.08	0.14	57	58	0.22	35.73	58	44.0	0.22	58	0.22	08/24/2016	00:58	0.22	
59.0	36.83	36.22	0.14	58	59	0.20	35.93	59	46.0	0.20	59	0.2	08/24/2016	00:59	0.20	
60.0	36.35	36.35	0.13	59	60	0.19	36.12	60	48.0	0.19	60	0.19	08/24/2016	01:00	0.19	
61.0	35.88	36.48	0.13	60	61	0.18	36.30	61	50.0	0.18	61	0.18	08/24/2016	01:01	0.18	
62.0	35.42	36.60	0.12	61	62	0.17	36.47	62	52.0	0.17	62	0.17	08/24/2016	01:02	0.17	
63.0	34.98	36.73	0.12	62	63	0.16	36.63	63	54.0	0.16	63	0.16	08/24/2016	01:03	0.16	
64.0	34.54	36.84	0.12	63	64	0.15	36.78	64	56.0	0.15	64	0.15	08/24/2016	01:04	0.15	
65.0	34.12	36.96	0.12	64	65	0.14	36.92	65	58.0	0.14	65	0.14	08/24/2016	01:05	0.14	
66.0	33.70	37.07	0.11	65	66	0.13	37.05	66	60.0	0.13	66	0.13	08/24/2016	01:06	0.13	
67.0	33.30	37.18	0.11	66	67	0.12	37.17	67	62.0	0.12	67	0.12	08/24/2016	01:07	0.12	
68.0	32.90	37.29	0.11	67	68	0.12	37.29	68	64.0	0.12	68	0.12	08/24/2016	01:08	0.12	
69.0	32.52	37.39	0.10	68	69	0.11	37.40	69	66.0	0.11	69	0.11	08/24/2016	01:09	0.11	
70.0	32.14	37.49	0.10	69	70	0.11	37.51	70	68.0	0.11	70	0.11	08/24/2016	01:10	0.11	
71.0	31.77	37.59	0.10	70	71	0.10	37.61	71	70.0	0.10	71	0.1	08/24/2016	01:11	0.10	
72.0	31.41	37.69	0.10	71	72	0.10	37.71	72	72.0	0.10	72	0.1	08/24/2016	01:12	0.10	
TOTALES														37.69	37.69	37.71

Figura 47. Hietograma generado método bloque alternó – Periodo de retorno 10 años

Modelo EPA SWMM

En el análisis inicial de flujo uniforme mediante la hoja de Excel, hoja “1. Análisis Flujo Uniforme”, se determinan las características de cada área para encontrar el caudal que puede transportarse en dicha área. En el caso de la generación del modelo en SWMM se deberá seleccionar el tipo de superficie se realiza el transporte, su almacenamiento, profundidades de depresión, porcentajes de áreas impermeables o permeables y el método de infiltración de acuerdo a lo descrito en este trabajo de grado y de acuerdo con las recomendaciones presentadas en el manual del software. A continuación, se presentan los parámetros adoptados para el escenario descrito.

Información para el análisis del flujo (Uniforme, Onda cinemática u Onda dinámica)												
TRAMO	Tipo del ducto	DIMENSIONES BOX CULVERT		Cantidad de ductos	Para secciones trapezoidales		Cota batea inicial	Cota batea final	Profundidad pozo inicial	Profundidad pozo final	Desnivel inicial (medida desde el fondo del pozo) [m]	Desnivel final (medida desde el fondo del pozo) [m]
		Ancho B [m]	Alto H [m]		Zi	Zf	[msnm]	[msnm]	[m]	[m]	[m]	[m]
PD11-PD12	CIRCULAR			1			2542.75	2542.35	1.4	1.5	0	0.10
PD12-PD13	CIRCULAR			1			2542.25	2541.85	1.6	2.0	0	0.06
PD13-PD14	CIRCULAR			1			2541.79	2541.50	2.0	2.3	0	0.05
PD14-PD15	CIRCULAR			1			2541.44	2541.14	2.4	2.0	0	0.05
PD15-PD16	CIRCULAR			1			2541.09	2540.80	2.0	2.1	0	0.05
PD16-PD17	CIRCULAR			1			2540.74	2540.60	2.1	2.2	0	0.05
PD17-PD18	CIRCULAR			1			2540.55	2540.34	2.3	2.3	0	0.02
PD18-PD19	CIRCULAR			1			2540.32	2540.02	2.3	2.5	0	0.06
PD19-PD10	CIRCULAR			1			2539.97	2539.83	2.5	2.4	0	5.53
PD1-PD2	CIRCULAR			1			2542.60	2542.01	1.4	1.8	0	0.11
PD2-PD3	CIRCULAR			1			2541.90	2541.30	2.0	2.0	0	0.04
PD3-PD4	CIRCULAR			1			2541.26	2540.66	2.1	2.4	0	0.05
PD4-PD5	CIRCULAR			1			2540.61	2540.01	2.5	3.0	0	0.56
PD5-PD6	CIRCULAR			1			2539.45	2538.99	3.6	4.1	0	0.52
PD6-PD7	CIRCULAR			1			2538.47	2537.98	4.6	5.5	0	0.54
PD7-PD8	CIRCULAR			1			2537.44	2536.89	6.1	5.4	0	0.57
PD8-PD9	CIRCULAR			1			2536.32	2535.90	6.0	6.4	0	0.58
PD9-PD10	CIRCULAR			1			2535.33	2535.03	6.9	7.2	0	0.72
PD10-CAMARA_69 E-P80_2	CIRCULAR			1			2534.30	2534.19	7.9	8.5	0	0.65
CAMARA_69 E-P80_2	CIRCULAR			1			2533.55	2533.52	9.1	9.1	0.007756672	1.23
P80_2-P83	CIRCULAR			1			2532.29	2530.69	10.4	5.4	0	0.00
P83-P85	CIRCULAR			1			2530.69	2529.89	5.4	6.1	0	0.00
P85-DES_P87	CIRCULAR			1			2529.89	2529.83	6.1	5.8	0	0.00
CAMARA_69 E-P80_1	CIRCULAR			1			2533.54	2533.52	9.1	9.2	0	1.23
P80_1-P82	CIRCULAR			1			2532.28	2530.70	10.4	5.4	0	0.00
P82-P84	CIRCULAR			1			2530.70	2529.89	5.4	6.1	0	0.00
P84-DES_P86	CIRCULAR			1			2529.89	2529.81	6.1	5.8	0	0.00

Figura 48. Información requerida para generar el modelo en SWMM

Descripción de las áreas asociadas al pozo														
ID	Pluviómetro asociado	Área Subsecuencia (Ha)	Porcentaje de área impermeable [%]	Coefficiente de Manning área impermeable [1]	Coefficiente de Manning área permeable [1]	Profundidad de la depresión de almacenamiento en el área impermeable [m]	Profundidad de la depresión de almacenamiento en el área permeable [m]	Porcentaje de área impermeable sin almacenamiento en depresiones [%]	Elección de enrutamiento interno entre sub-áreas permeables e impermeables	Porcentaje de la escorrentía enrutada entre subáreas [%]	Ancho de la trayectoria de flujo superficial [m]	Pendiente de la superficie [%]	longitud de acera (si es necesario para las funciones de acumulaciones de contaminantes) [m]	Nombre del conjunto de parámetros de la capa de nieve (para el análisis de derretimiento de la nieve solamente)
Area_PD11_PD12	Hietograma_Tt_3_años	0.16		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	15.61	0.50%	0.00	
Area_PD12_PD13	Hietograma_Tt_3_años	0.37		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	36.97	0.50%	0.00	
Area_PD13_PD14	Hietograma_Tt_3_años	0.31		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	31.38	0.50%	0.00	
Area_PD14_PD15	Hietograma_Tt_3_años	0.26		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	26.12	0.50%	0.00	
Area_PD15_PD16	Hietograma_Tt_3_años	0.42		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	42.30	0.50%	0.00	
Area_PD16_PD17	Hietograma_Tt_3_años	0.45		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	44.60	0.50%	0.00	
Area_PD17_PD18	Hietograma_Tt_3_años	0.28		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	27.54	0.50%	0.00	
Area_PD18_PD19	Hietograma_Tt_3_años	0.24		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	23.93	0.50%	0.00	
Area_PD19_PD10	Hietograma_Tt_3_años	0.79		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	79.28	0.50%	0.00	
Area_PD1_PD2	Hietograma_Tt_5_años	0.15		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	15.45	0.50%	0.00	
Area_PD2_PD3	Hietograma_Tt_5_años	0.32		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	32.28	0.50%	0.00	
Area_PD3_PD4	Hietograma_Tt_5_años	0.23		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	22.56	0.50%	0.00	
Area_PD4_PD5	Hietograma_Tt_5_años	0.35		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	35.36	0.50%	0.00	
Area_PD5_PD6	Hietograma_Tt_5_años	0.43		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	43.41	0.50%	0.00	
Area_PD6_PD7	Hietograma_Tt_5_años	0.06		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	5.56	0.50%	0.00	
Area_PD7_PD8	Hietograma_Tt_5_años	0.21		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	20.69	0.50%	0.00	
Area_PD8_PD9	Hietograma_Tt_5_años	0.33		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	32.67	0.50%	0.00	
Area_PD9_PD10	Hietograma_Tt_5_años	0.60		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	59.75	0.50%	0.00	
Area_PD10_CAMARA_A_69E	Hietograma_Tt_5_años	0.21		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	21.19	0.50%	0.00	
Area_CAMARA_69E_P80_2	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_P80_2_P83	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_P83_P85	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_P85_DES_P87	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_CAMARA_69E_P80_1	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_P80_1_P82	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_P82_P84	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	
Area_P84_DES_P86	Hietograma_Tt_5_años	0.00		Smooth concrete 0.012	Smooth concrete 0.012	0.05	0.05	25.00	OUTLET	100	0.00	0.50%	0.00	

Figura 49. Descripción de las áreas asociadas al pozo

Información requerida para el análisis de infiltración (Método de Horton)				
Índice máximo en la curva de infiltración de Horton [mm/hr]	Índice mínimo en la curva de infiltración de Horton [mm/hr]	Constante de desintegración [1/hr]	Tiempo de secado [días]	Máximo volumen posible de infiltración (si no aplica colocar 0)
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00
3.00	0.50	4.00	7.00	0.00

Figura 50. Información requerida para el análisis de infiltración (Método de Horton)

Modelo generado

Una vez se completa la información requerida, se genera el modelo SWMM, en la misma carpeta donde se encuentre la hoja de diseño elaborada en Microsoft Excel. A continuación, se presenta el modelo generado a partir de la información previamente descrita.

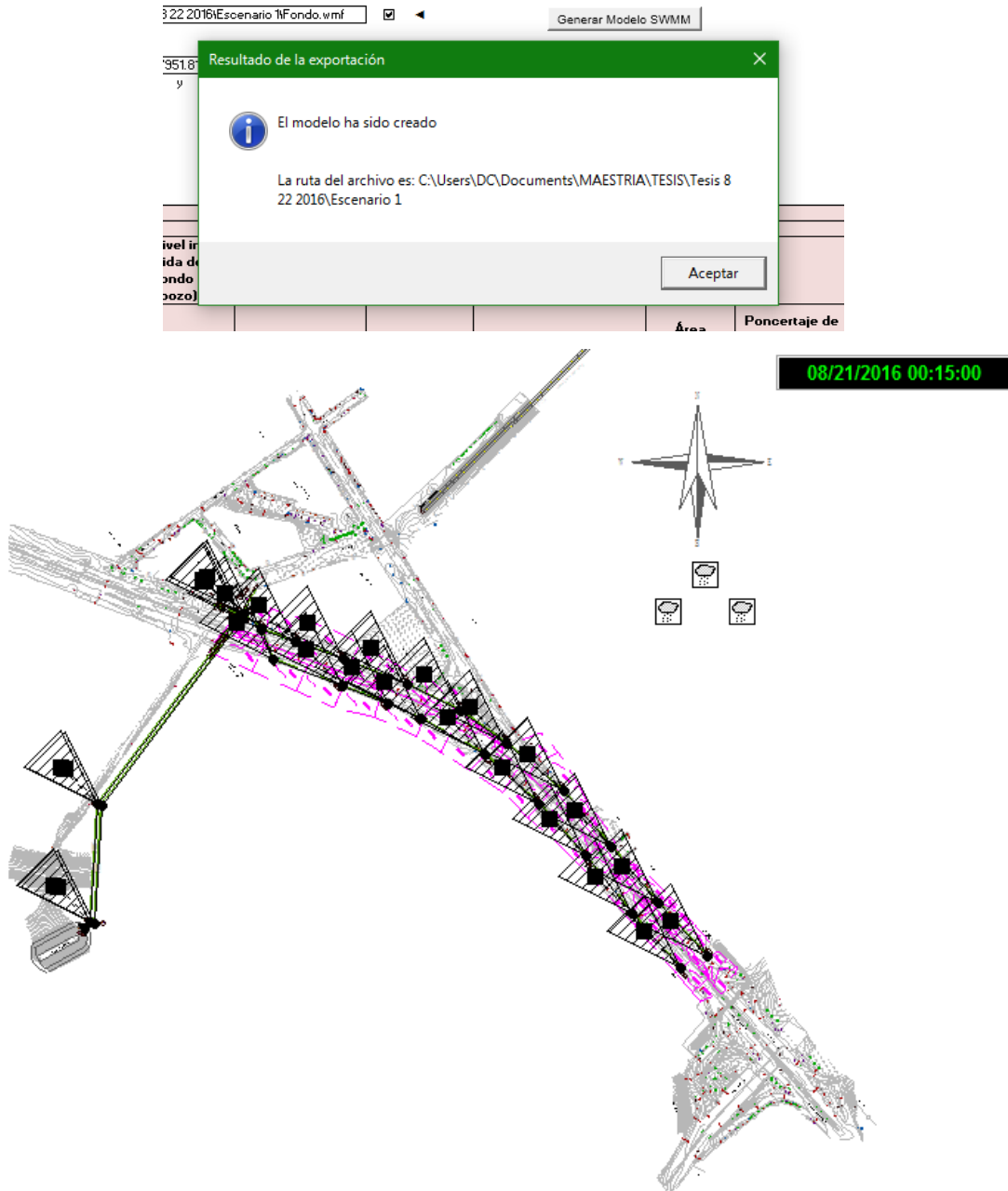


Figura 51. Planta general del colector proyectado

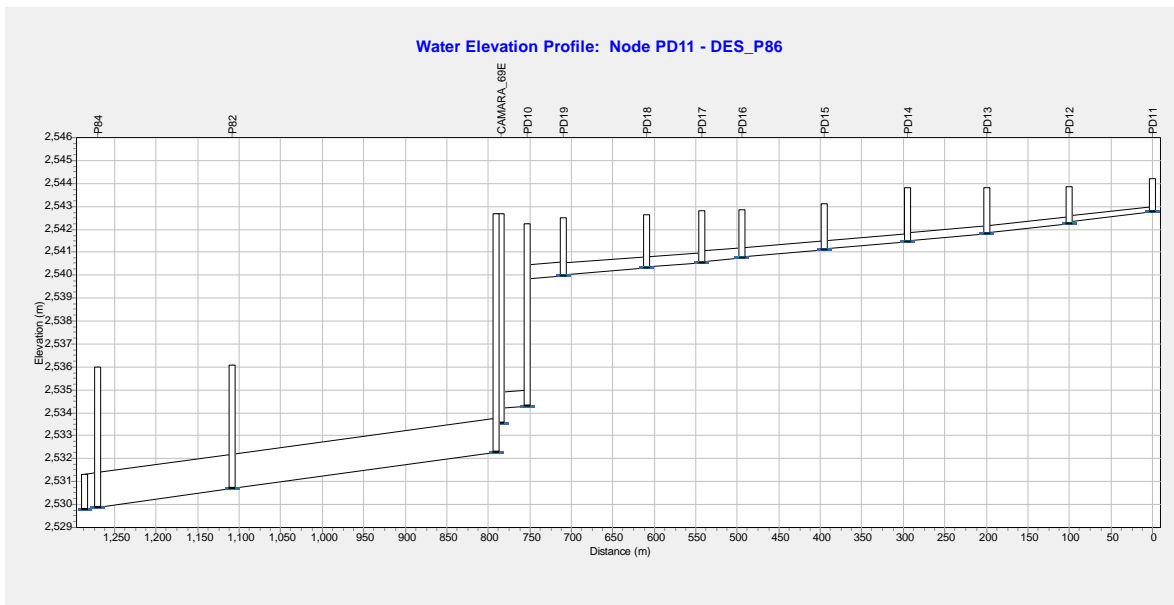


Figura 52. Perfil del colector proyectado – 1

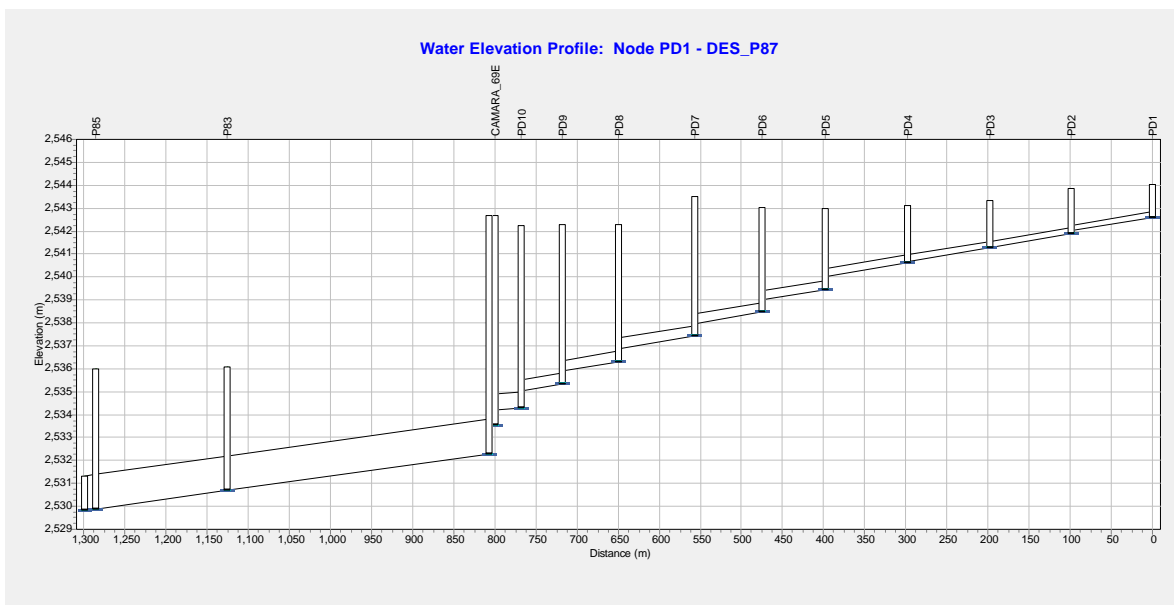


Figura 53. Perfil del colector proyectado – 2

Para comparar los resultados obtenidos mediante flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica se analizarán los valores obtenidos de la lámina de agua en cada uno de los tramos que hacen parte del colector, su capacidad hidráulica ($Q/Q_{\text{máx.}}$) y caudal en la hora pico.

Resultados obtenidos del análisis del colector mediante flujo uniforme

A continuación, se presenta la planta general a las 00:45 horas del inicio del análisis, cuando ocurre el caudal pico para un Tr de 5 años (periodo de diseño tomado).

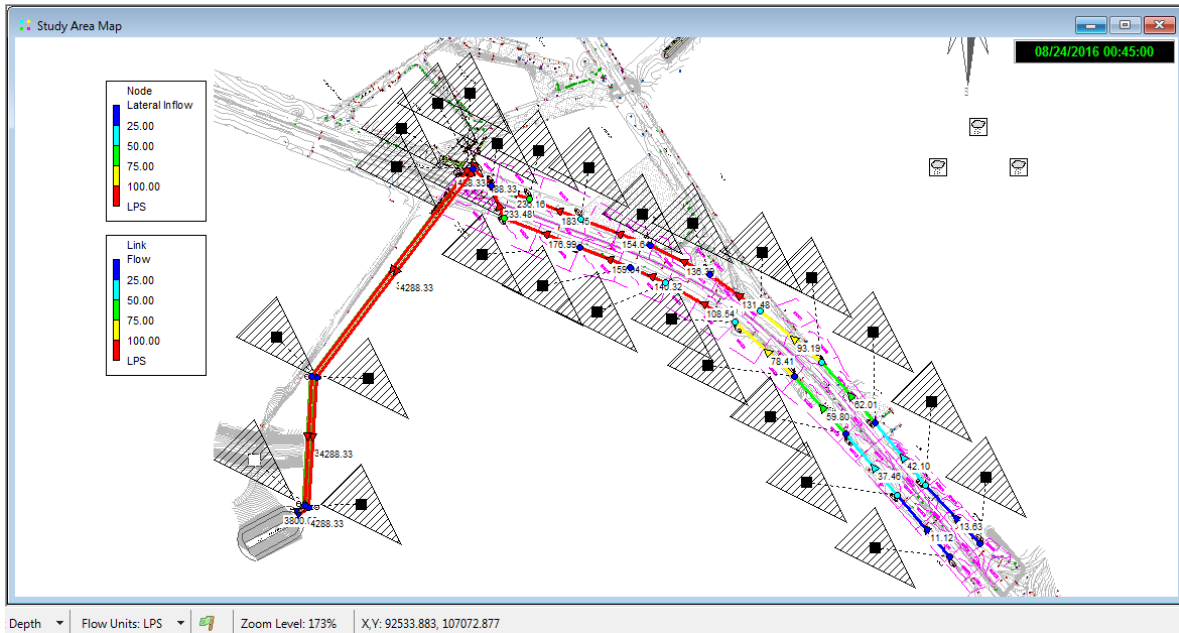


Figura 54. Planta general, caudales por tramos – Flujo uniforme

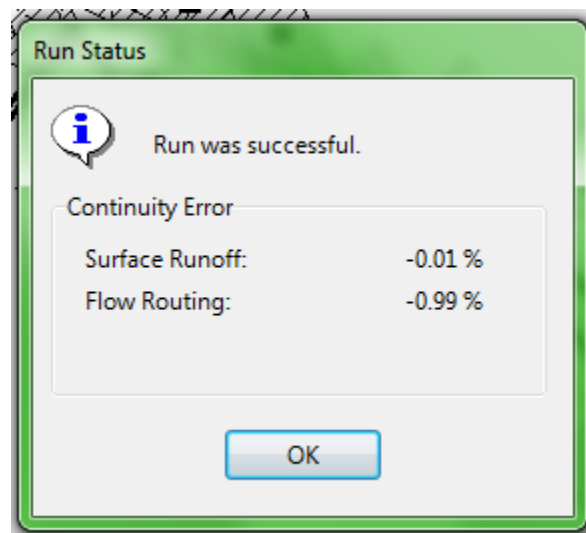


Figura 55. Error de continuidad – Flujo uniforme

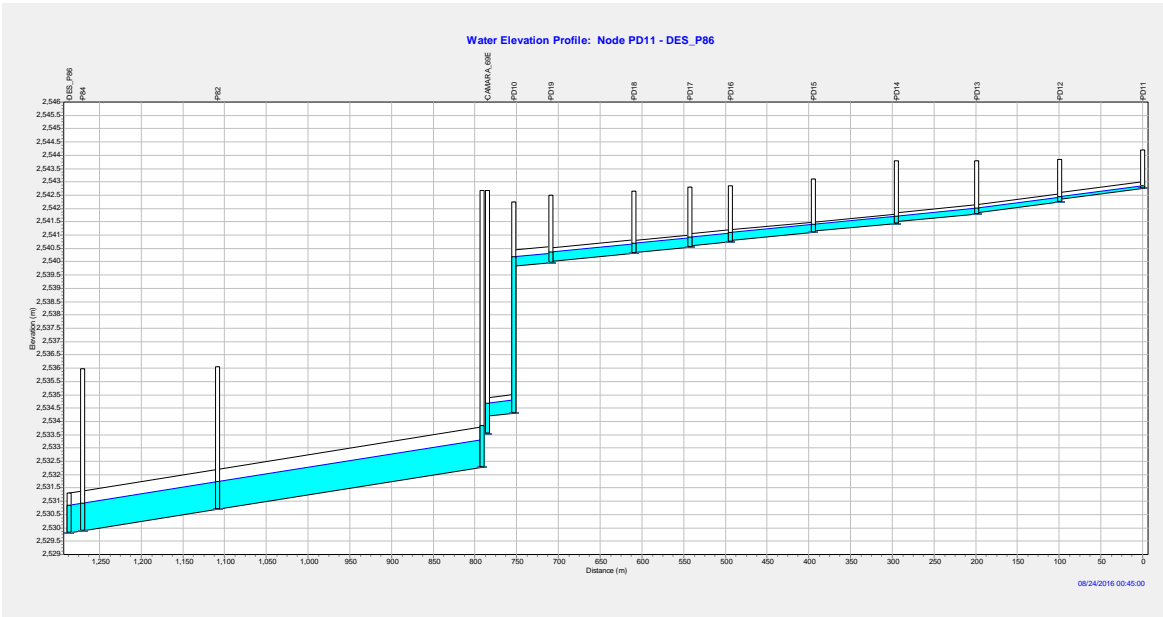


Figura 56. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Flujo uniforme – 1

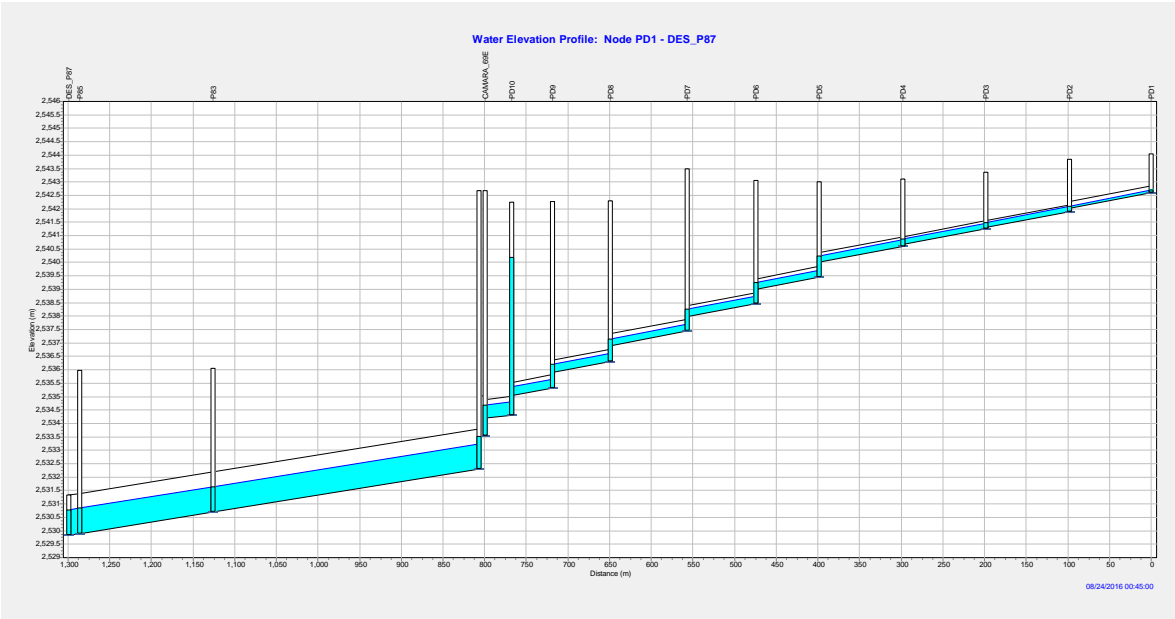


Figura 57. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Flujo uniforme – 2

Tabla 13. Lámina de agua de los colectores proyectados

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0	0:46	0.03
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0	0:47	0.03
PD2	JUNCTION	0.14	0.2	2542.1	0	0:46	0.06
PD12	JUNCTION	0.13	0.2	2542.44	0	0:47	0.06
PD3	JUNCTION	0.09	0.22	2541.48	0	0:46	0.07
PD13	JUNCTION	0.11	0.23	2542.02	0	0:47	0.07
PD4	JUNCTION	0.11	0.26	2540.86	0	0:46	0.08
PD14	JUNCTION	0.12	0.28	2541.72	0	0:47	0.08
PD15	JUNCTION	0.12	0.32	2541.42	0	0:47	0.1
PD16	JUNCTION	0.13	0.36	2541.1	0	0:47	0.11
PD17	JUNCTION	0.14	0.38	2540.92	0	0:47	0.11
PD18	JUNCTION	0.12	0.39	2540.71	0	0:47	0.12
PD19	JUNCTION	0.15	0.4	2540.37	0	0:47	0.12
PD6	JUNCTION	0.59	0.79	2539.26	0	0:46	0.24
PD5	JUNCTION	0.62	0.79	2540.24	0	0:46	0.24
PD7	JUNCTION	0.61	0.81	2538.25	0	0:46	0.25
PD8	JUNCTION	0.64	0.84	2537.16	0	0:46	0.26
PD9	JUNCTION	0.66	0.88	2536.21	0	0:46	0.27

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
P85	JUNCTION	0.95	0.95	2530.84	0	0:00	0.29
P83	JUNCTION	0.95	0.95	2531.65	0	0:00	0.29
DES_P87	OUTFALL	0.95	0.95	2530.78	0	0:00	0.29
P82	JUNCTION	0.97	1.04	2531.74	0	0:46	0.32
DES_P86	OUTFALL	0.97	1.04	2530.85	0	0:46	0.32
P84	JUNCTION	0.97	1.04	2530.93	0	0:46	0.32
CAMARA_69E	DIVIDER	0.79	1.16	2534.7	0	0:46	0.35
P80_2	JUNCTION	1.23	1.23	2533.52	0	0:00	0.38
P80_1	JUNCTION	1.33	1.57	2533.86	0	0:46	0.48
PD10	JUNCTION	5.63	5.89	2540.19	0	0:47	1.79

Tabla 14. Capacidad hidráulica de los colectores proyectados

Link	Type	Maximum Flow LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum Velocity m/sec	Max/Full Flow	Max/Full Depth
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	491.15	0	0:46	1.63	0.11	0.23
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	491.15	0	0:46	1.63	0.11	0.23
PD11-PD12	CONDUIT	11.21	0	0:47	0.69	0.29	0.37
PD1-PD2	CONDUIT	13.69	0	0:46	0.84	0.29	0.37
PD12-PD13	CONDUIT	37.78	0	0:47	0.94	0.59	0.55
PD19-PD10	CONDUIT	235.45	0	0:47	1.33	0.67	0.6
PD7-PD8	CONDUIT	155.26	0	0:46	1.55	0.68	0.6
P80_2-P83	CONDUIT	3800	0	0:00	3.21	0.73	0.63
P85-DES_P87	CONDUIT	3800	0	0:00	3.21	0.73	0.63
PD13-PD14	CONDUIT	60.31	0	0:47	0.94	0.73	0.63
P83-P85	CONDUIT	3800	0	0:00	3.21	0.73	0.63
PD9-PD10	CONDUIT	237.12	0	0:46	1.71	0.78	0.66
PD5-PD6	CONDUIT	132.02	0	0:46	1.48	0.79	0.67
PD8-PD9	CONDUIT	184.2	0	0:46	1.6	0.8	0.68
PD4-PD5	CONDUIT	93.57	0	0:46	1.36	0.8	0.67
PD3-PD4	CONDUIT	62.26	0	0:46	1.22	0.8	0.68
PD6-PD7	CONDUIT	136.94	0	0:46	1.49	0.82	0.69
P82-P84	CONDUIT	4291.15	0	0:46	3.29	0.83	0.69
PD18-PD19	CONDUIT	178.49	0	0:47	1.22	0.83	0.7
P84-DES_P86	CONDUIT	4291.15	0	0:46	3.29	0.83	0.69
P80_1-P82	CONDUIT	4291.15	0	0:46	3.29	0.83	0.69
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	491.15	0	0:46	1.66	0.86	0.72
PD16-PD17	CONDUIT	141.51	0	0:47	1.15	0.87	0.72
PD2-PD3	CONDUIT	42.27	0	0:46	1.1	0.88	0.73
PD15-PD16	CONDUIT	109.46	0	0:47	1.07	0.92	0.76
PD14-PD15	CONDUIT	79.07	0	0:47	0.98	0.95	0.78
PD17-PD18	CONDUIT	161.3	0	0:47	1.16	0.99	0.81

Hidrogramas de salida

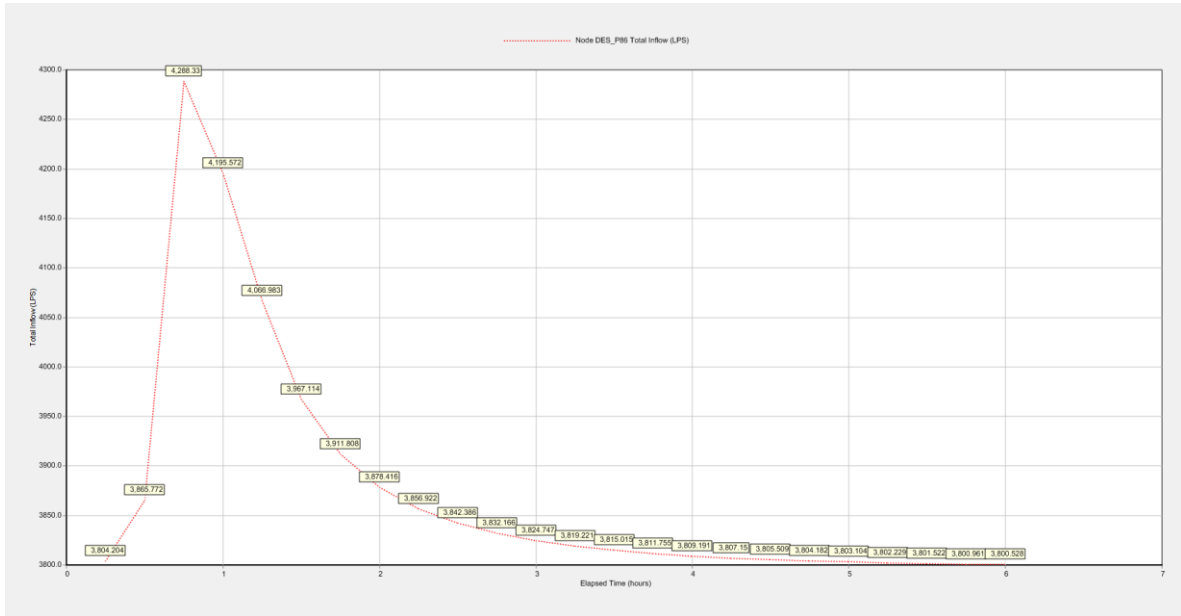


Figura 58. Hidrograma de salida nodo DESP86 – Flujo uniforme

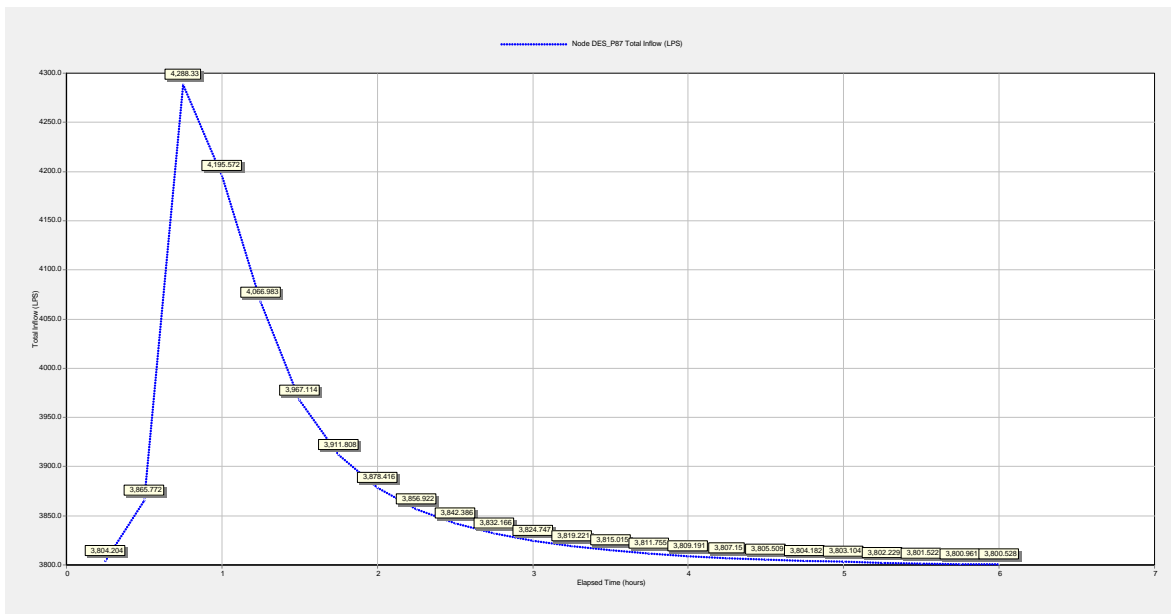


Figura 59. Hidrograma de salida nodo DESP87 – Flujo uniforme

Tabla 15. Datos hidrograma salida nodo

DESP86 – Flujo uniforme

Node DES_P86 Total Inflow (LPS)	
Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)
0.25	3804.2043
0.5	3865.772
0.75	4288.3301
1	4195.5723
1.25	4066.9829
1.5	3967.1138
1.75	3911.8081
2	3878.416
2.25	3856.9219
2.5	3842.3865
2.75	3832.1655
3	3824.7471
3.25	3819.2209
3.5	3815.0146
3.75	3811.7549
4	3809.1909
4.25	3807.1497
4.5	3805.509
4.75	3804.1816
5	3803.1035
5.25	3802.2288
5.5	3801.5225
5.75	3800.9612
6	3800.5283

Tabla 16. Datos hidrograma salida nodo

DESP87 – Flujo uniforme

Node DES_P87 Total Inflow (LPS)	
Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)
0.25	3804.2043
0.5	3865.772
0.75	4288.3301
1	4195.5723
1.25	4066.9829
1.5	3967.1138
1.75	3911.8081
2	3878.416
2.25	3856.9219
2.5	3842.3865
2.75	3832.1655
3	3824.7471
3.25	3819.2209
3.5	3815.0146
3.75	3811.7549
4	3809.1909
4.25	3807.1497
4.5	3805.509
4.75	3804.1816
5	3803.1035
5.25	3802.2288
5.5	3801.5225
5.75	3800.9612
6	3800.5283

Resultados obtenidos del análisis del colector mediante Onda cinemática

A continuación, se presenta la planta general a las 01:00 horas del inicio del análisis, donde ocurre el caudal pico para un Tr de 5 años (periodo de diseño tomado).

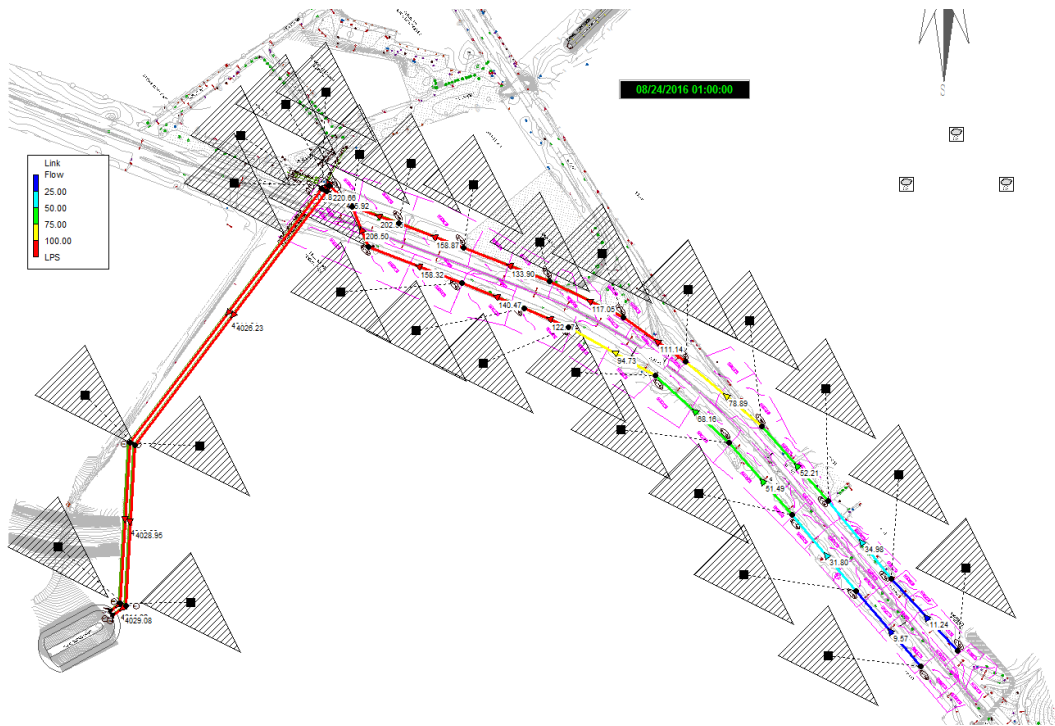


Figura 60. Planta general, caudales por tramos – Onda cinemática

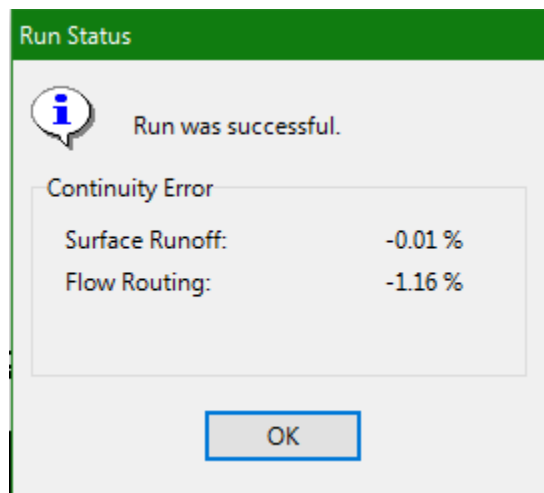


Figura 61. Error de continuidad – Onda cinemática

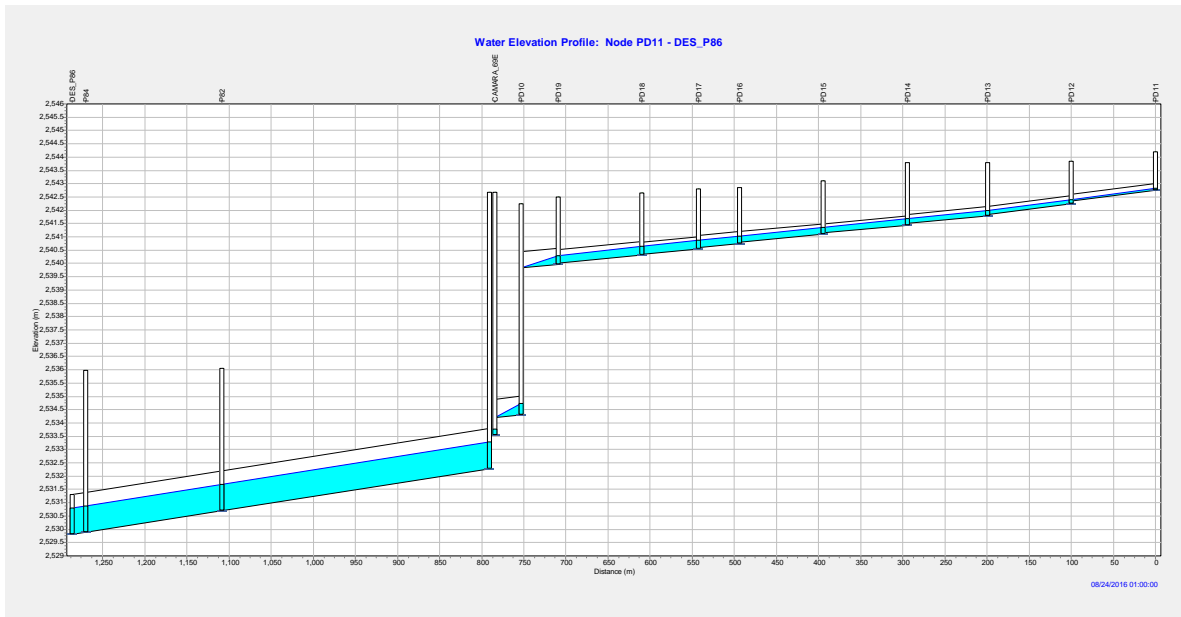


Figura 62. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda cinemática - 1

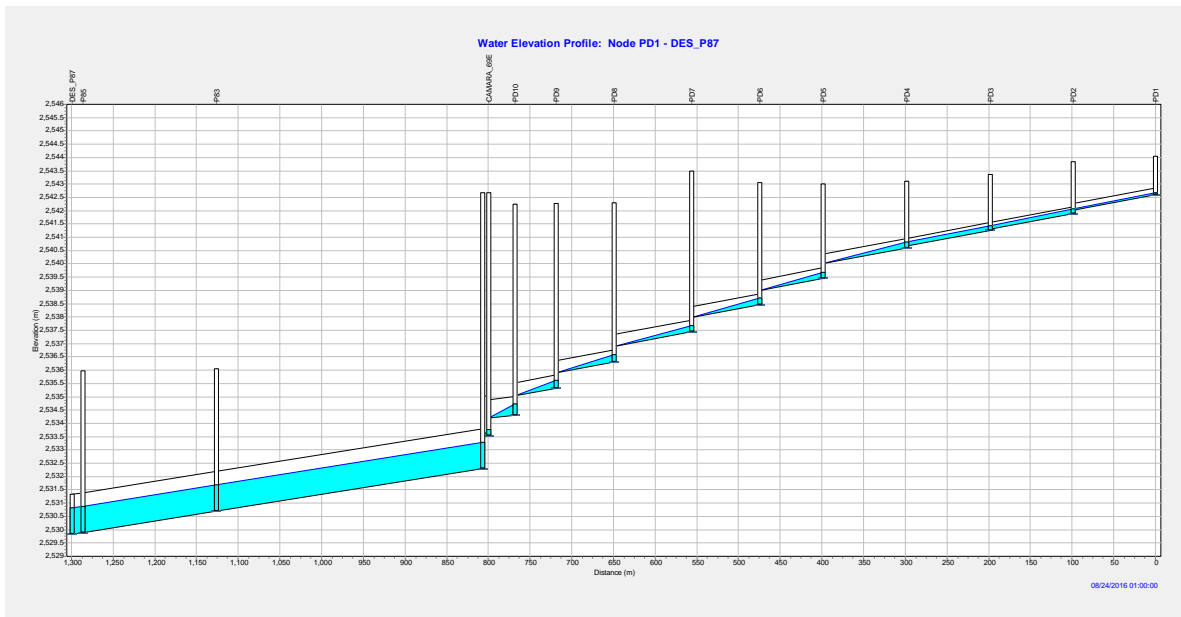


Figura 63. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda cinemática – 2

Tabla 17. Lámina de agua de los colectores proyectados – Onda cinemática

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0	00:46	0.03
PD12	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0	00:47	0.03
PD13	JUNCTION	0.14	0.2	2542.1	0	00:47	0.06
PD14	JUNCTION	0.13	0.2	2542.44	0	00:48	0.06
PD15	JUNCTION	0.09	0.22	2541.48	0	00:48	0.07
PD16	JUNCTION	0.11	0.23	2542.02	0	00:48	0.07
PD17	JUNCTION	0.11	0.26	2540.86	0	00:48	0.08
PD18	JUNCTION	0.12	0.27	2541.72	0	00:49	0.08
PD19	JUNCTION	0.12	0.32	2541.41	0	00:50	0.09
PD10	JUNCTION	0.13	0.35	2541.1	0	00:51	0.1
PD1	JUNCTION	0.14	0.37	2540.92	0	00:51	0.11
PD2	JUNCTION	0.12	0.38	2540.7	0	00:51	0.11
PD3	JUNCTION	0.15	0.4	2540.36	0	00:52	0.12
PD4	JUNCTION	0.59	0.79	2539.26	0	00:49	0.24
PD5	JUNCTION	0.62	0.79	2540.24	0	00:49	0.24
PD6	JUNCTION	0.61	0.81	2538.25	0	00:49	0.24
PD7	JUNCTION	0.64	0.84	2537.16	0	00:50	0.25
PD8	JUNCTION	0.66	0.88	2536.2	0	00:50	0.26
PD9	JUNCTION	0.96	1.04	2530.93	0	00:53	0.31

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
	N						
P84	JUNCTION	0.96	1.04	2531.73	0	00:52	0.31
P82	OUTFALL	0.96	1.04	2530.86	0	00:53	0.31
P80_2	OUTFALL	0.96	1.04	2530.84	0	00:53	0.31
P83	JUNCTION	0.96	1.04	2530.93	0	00:53	0.31
P85	JUNCTION	0.96	1.04	2531.73	0	00:52	0.31
P80_1	DIVIDER	0.79	1.15	2534.69	0	00:51	0.34
DES_P86	JUNCTION	1.33	1.57	2533.86	0	00:51	0.47
DES_P87	JUNCTION	1.33	1.57	2533.85	0	00:51	0.47
CAMARA_69E	JUNCTION	5.63	5.88	2540.19	0	00:52	1.79

Tabla 18. Capacidad hidráulica de los colectores proyectados – Onda cinemática

Link	Type	Maximum Flow LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum Velocity m/sec	Max / Full Flow	Max/ Full Depth
PD11-PD12	CONDUIT	11.19	0	00:48	0.69	0.29	0.37
PD12-PD13	CONDUIT	37.64	0	00:48	0.94	0.59	0.55
PD13-PD14	CONDUIT	59.94	0	00:49	0.94	0.72	0.63
PD14-PD15	CONDUIT	78.3	0	00:50	0.99	0.94	0.77
PD15-PD16	CONDUIT	107.83	0	00:51	1.07	0.91	0.75
PD16-PD17	CONDUIT	138.81	0	00:51	1.15	0.85	0.71
PD17-PD18	CONDUIT	157.88	0	00:51	1.17	0.97	0.8
PD18-PD19	CONDUIT	174.27	0	00:52	1.22	0.81	0.68
PD19-PD10	CONDUIT	228.57	0	00:52	1.32	0.65	0.59
PD1-PD2	CONDUIT	13.66	0	00:47	0.84	0.29	0.37
PD2-PD3	CONDUIT	42.14	0	00:48	1.11	0.88	0.73
PD3-PD4	CONDUIT	61.95	0	00:48	1.23	0.8	0.67
PD4-PD5	CONDUIT	92.87	0	00:49	1.36	0.79	0.67
PD5-PD6	CONDUIT	130.76	0	00:49	1.48	0.78	0.66
PD6-PD7	CONDUIT	135.55	0	00:49	1.49	0.81	0.68
PD7-PD8	CONDUIT	153.36	0	00:50	1.55	0.67	0.6
PD8-PD9	CONDUIT	181.4	0	00:50	1.6	0.79	0.67
PD9-PD10	CONDUIT	232.71	0	00:50	1.71	0.76	0.66

Link	Type	Maximum Flow LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum Velocity m/sec	Max / Full Flow	Max/ Full Depth
PD10-CAMARA_69 E	CONDUIT	478.28	0	00:51	1.66	0.84	0.7
CAMARA_69 E-P80_2	CONDUIT	478.28	0	00:51	1.62	0.11	0.22
P80_2-P83	CONDUIT	4277.72	0	00:52	3.28	0.82	0.69
P83-P85	CONDUIT	4277.6	0	00:53	3.28	0.82	0.69
P85-DES_P87	CONDUIT	4277.6	0	00:53	3.28	0.82	0.69
CAMARA_69 E-P80_1	CONDUIT	478.28	0	00:51	1.62	0.11	0.22
P80_1-P82	CONDUIT	4277.73	0	00:52	3.28	0.82	0.69
P82-P84	CONDUIT	4277.6	0	00:53	3.28	0.82	0.69
P84-DES_P86	CONDUIT	4277.6	0	00:53	3.28	0.82	0.69

Hidrogramas de salida

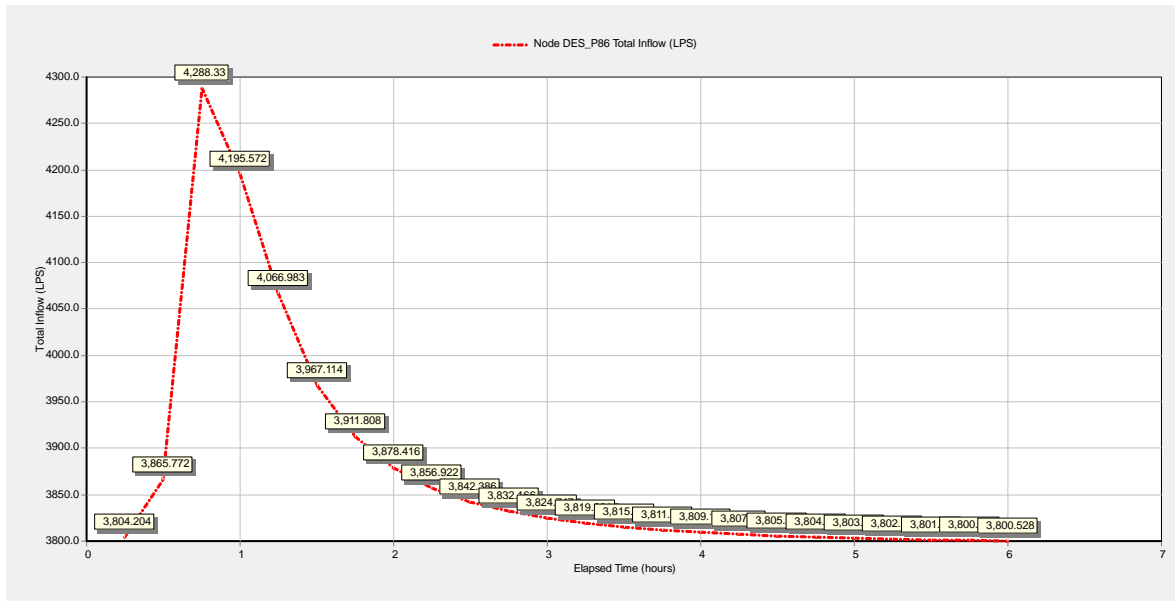


Figura 64. Hidrograma de salida nodo DESP86 – Onda cinemática

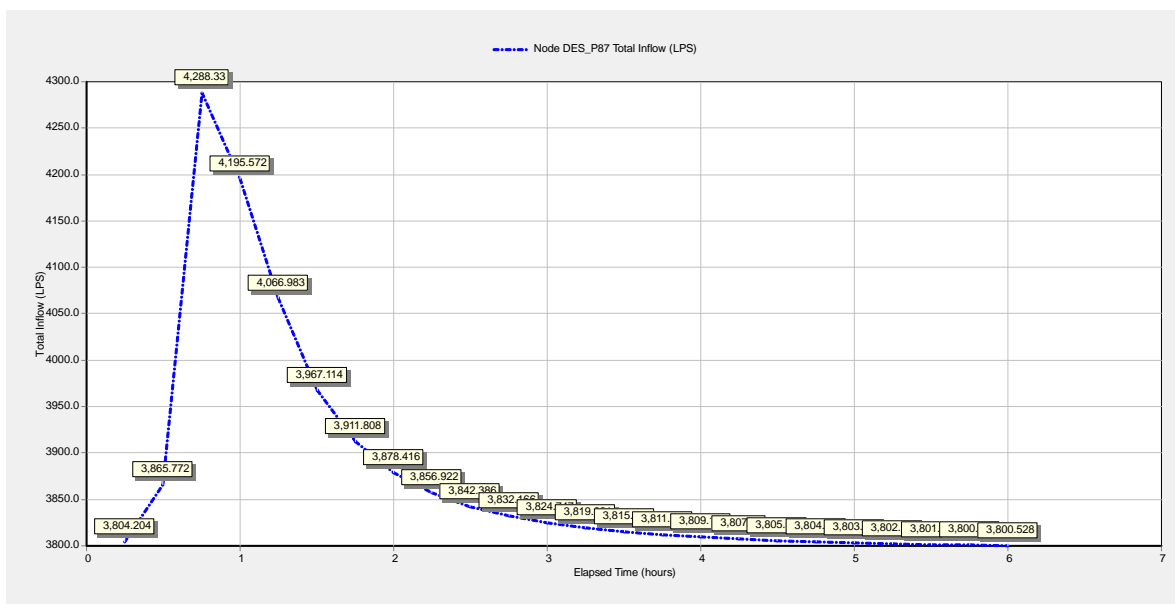


Figura 65. Hidrograma de salida nodo DESP87 – Onda cinemática

Tabla 19. Datos hidrograma salida nodo
DESP86 – Onda cinemática

Node DES_P86 Total Inflow (LPS)	
Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)
0.25	3804.204
0.5	3865.772
0.75	4288.33
1	4195.572
1.25	4066.983
1.5	3967.114
1.75	3911.808
2	3878.416
2.25	3856.922
2.5	3842.387
2.75	3832.166
3	3824.747
3.25	3819.221
3.5	3815.015
3.75	3811.755
4	3809.191
4.25	3807.15
4.5	3805.509
4.75	3804.182
5	3803.104
5.25	3802.229
5.5	3801.523
5.75	3800.961
6	3800.528

Tabla 20. Datos hidrograma salida nodo
DESP87 – Onda cinemática

Node DES_P87 Total Inflow (LPS)	
Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)
0.25	3804.204
0.5	3865.772
0.75	4288.33
1	4195.572
1.25	4066.983
1.5	3967.114
1.75	3911.808
2	3878.416
2.25	3856.922
2.5	3842.387
2.75	3832.166
3	3824.747
3.25	3819.221
3.5	3815.015
3.75	3811.755
4	3809.191
4.25	3807.15
4.5	3805.509
4.75	3804.182
5	3803.104
5.25	3802.229
5.5	3801.523
5.75	3800.961
6	3800.528

Resultados obtenidos del análisis del colector mediante Onda dinámica

A continuación, se presenta la planta general a las 01:00 horas del inicio del análisis, cuando ocurre el caudal pico para un Tr de 5 años (periodo de diseño tomado).

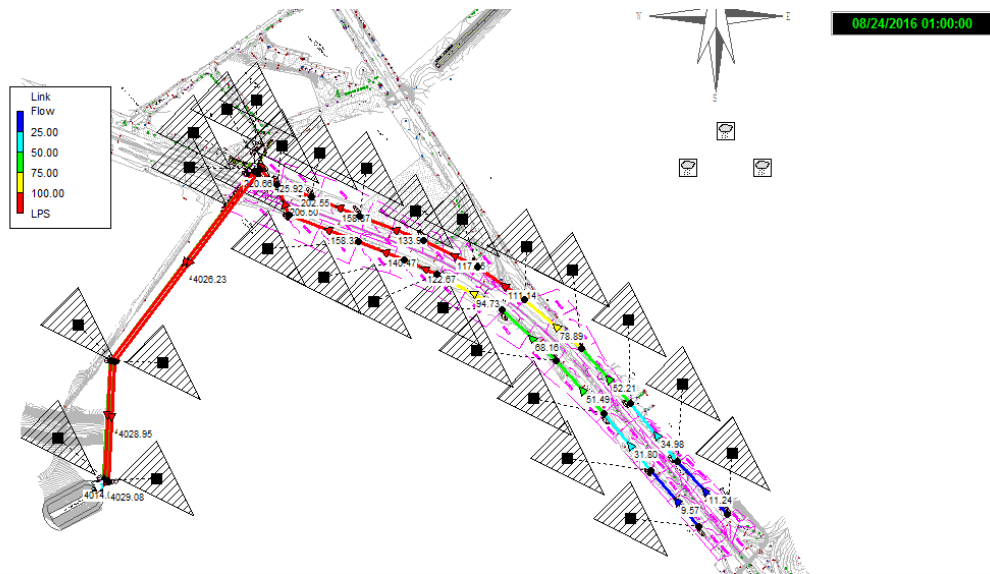


Figura 66. Planta general, caudales por tramos – Onda dinámica

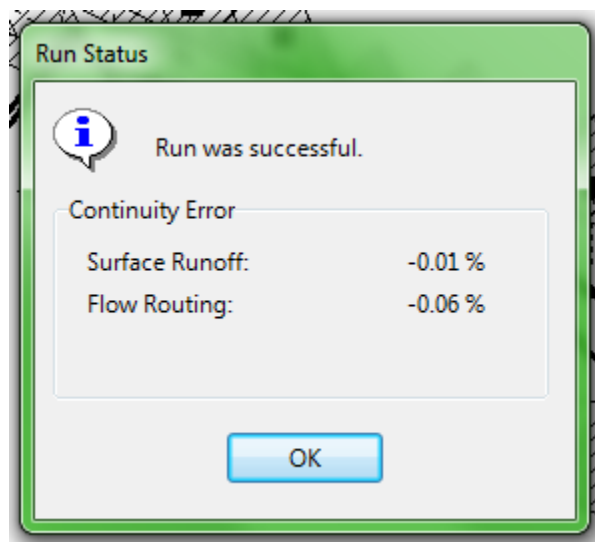


Figura 67. Error de continuidad – Onda dinámica

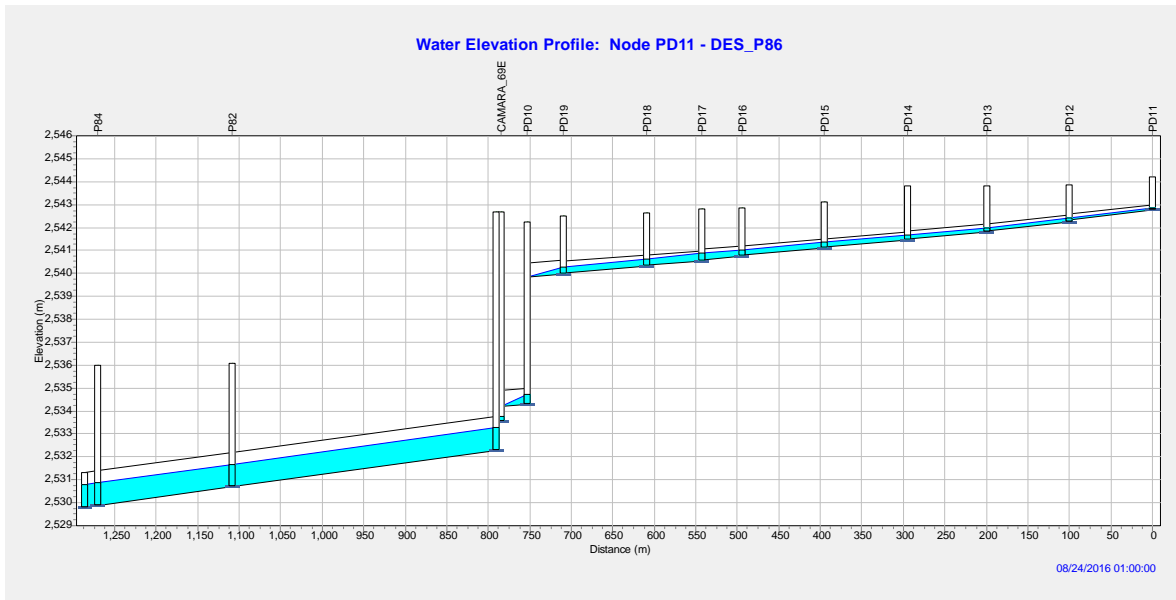


Figura 68. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda dinámica – 1

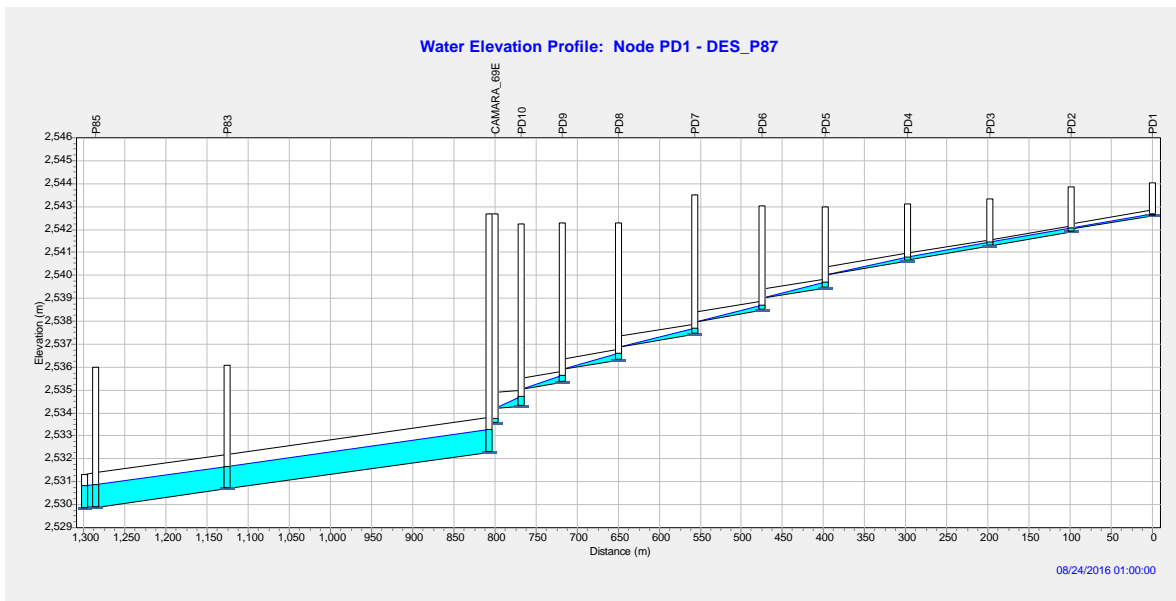


Figura 69. Perfil del colector y la lámina de agua colector proyectado – Onda dinámica - 2

Tabla 21. Lámina de agua de los colectores proyectados – Onda dinámica

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0	00:48	0.03
PD12	JUNCTION	0.05	0.17	2542.41	0	00:48	0.05
PD13	JUNCTION	0.06	0.22	2542.01	0	00:48	0.07
PD14	JUNCTION	0.07	0.27	2541.72	0	00:48	0.08
PD15	JUNCTION	0.08	0.31	2541.4	0	00:49	0.09
PD16	JUNCTION	0.09	0.32	2541.06	0	00:49	0.09
PD17	JUNCTION	0.1	0.36	2540.9	0	00:50	0.1
PD18	JUNCTION	0.1	0.35	2540.67	0	00:50	0.1
PD19	JUNCTION	0.1	0.34	2540.31	0	00:50	0.1
PD10	JUNCTION	0.13	0.46	2534.77	0	00:50	0.13
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0	00:47	0.03
PD2	JUNCTION	0.05	0.18	2542.08	0	00:48	0.05
PD3	JUNCTION	0.05	0.2	2541.46	0	00:48	0.06
PD4	JUNCTION	0.06	0.23	2540.84	0	00:49	0.07
PD5	JUNCTION	0.07	0.26	2539.71	0	00:49	0.08
PD6	JUNCTION	0.07	0.27	2538.74	0	00:49	0.08
PD7	JUNCTION	0.07	0.27	2537.71	0	00:50	0.08
PD8	JUNCTION	0.08	0.3	2536.62	0	00:50	0.08
PD9	JUNCTION	0.09	0.33	2535.65	0	00:50	0.09
P84	JUNCTION	0.96	1	2530.88	0	00:52	0.3
P82	JUNCTION	0.96	1	2531.69	0	00:04	0.3
P80_2	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0	00:03	0.3
P83	JUNCTION	0.96	1	2531.69	0	00:04	0.3
P85	JUNCTION	0.96	0.99	2530.88	0	00:52	0.3
P80_1	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0	00:03	0.3
DES_P86	OUTFALL	0.96	1	2530.8	0	00:52	0.3
DES_P87	OUTFALL	0.96	0.99	2530.82	0	00:52	0.3
CAMAR A_69E	DIVIDER	0.08	0.24	2533.78	0	00:50	0.07

Tabla 22. Capacidad hidráulica de los colectores proyectados – Onda dinámica

Link	Type	Maximum Flow LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum Velocity m/sec	Max / Full Flow	Max/ Full Depth
PD11-PD12	CONDUIT	11.12	0	00:49	0.72	0.28	0.35
PD12-PD13	CONDUIT	37.56	0	00:48	0.96	0.59	0.54
PD13-PD14	CONDUIT	60.02	0	00:48	0.95	0.72	0.63
PD14-PD15	CONDUIT	78.61	0	00:49	1.01	0.95	0.76
PD15-PD16	CONDUIT	108.59	0	00:49	1.13	0.92	0.71
PD16-PD17	CONDUIT	140.07	0	00:49	1.2	0.86	0.69
PD17-PD18	CONDUIT	159.44	0	00:50	1.24	0.98	0.75
PD18-PD19	CONDUIT	176.2	0	00:50	1.34	0.82	0.63
PD19-PD10	CONDUIT	231.64	0	00:50	1.47	0.66	0.55
PD1-PD2	CONDUIT	13.6	0	00:47	0.84	0.28	0.36
PD2-PD3	CONDUIT	41.89	0	00:48	1.14	0.87	0.7
PD3-PD4	CONDUIT	61.53	0	00:49	1.25	0.79	0.66
PD4-PD5	CONDUIT	92.25	0	00:49	1.37	0.78	0.66
PD5-PD6	CONDUIT	129.97	0	00:49	1.49	0.77	0.66
PD6-PD7	CONDUIT	134.7	0	00:50	1.5	0.8	0.67
PD7-PD8	CONDUIT	152.41	0	00:50	1.54	0.66	0.6
PD8-PD9	CONDUIT	180.33	0	00:50	1.6	0.79	0.67
PD9-PD10	CONDUIT	231.5	0	00:50	1.71	0.76	0.65
PD10-CAMARA_69	CONDUIT	481.14	0	00:50	1.84	0.84	0.64

Link	Type	Maximum Flow LPS	Day of Maximum Flow	Hour of Maximum Flow	Maximum Velocity m/sec	Max / Full Flow	Max/ Full Depth
E							
CAMARA_69 E-P80_2	CONDUIT	232.31	0	00:50	1.31	0.05	0.16
P80_2-P83	CONDUIT	4032.19	0	00:52	3.25	0.78	0.66
P83-P85	CONDUIT	4032.33	0	00:52	3.25	0.78	0.66
P85- DES_P87	CONDUIT	4032.33	0	00:52	3.25	0.78	0.66
CAMARA_69 E-P80_1	CONDUIT	248.84	0	00:50	1.34	0.06	0.16
P80_1-P82	CONDUIT	4048.75	0	00:52	3.25	0.78	0.66
P82-P84	CONDUIT	4048.91	0	00:52	3.25	0.78	0.66
P84- DES_P86	CONDUIT	4048.91	0	00:52	3.25	0.78	0.66

Hidrogramas de salida

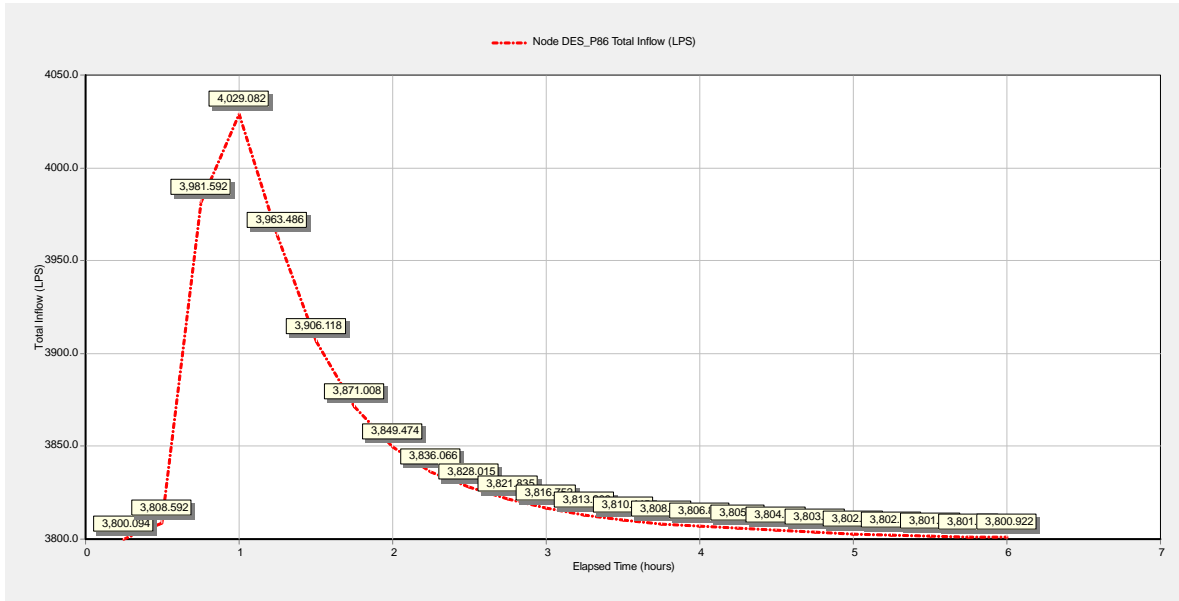


Figura 70. Hidrograma de salida nodo DESP86 – Onda dinámica

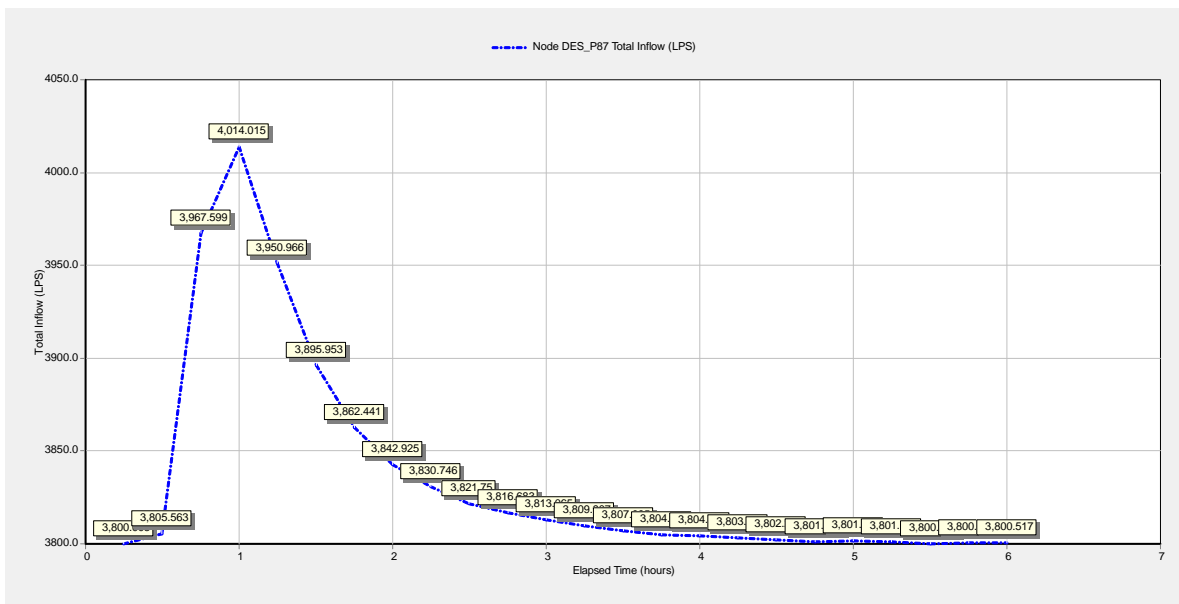


Figura 71. Hidrograma de salida nodo DESP87 – Onda dinámica

Tabla 23. Datos hidrograma salida nodo
DESP86 – Onda dinámica

Node DES_P86 Total Inflow (LPS)	
Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)
0.25	3800.0935
0.5	3808.5923
0.75	3981.592
1	4029.0815
1.25	3963.4856
1.5	3906.1184
1.75	3871.0078
2	3849.4741
2.25	3836.0657
2.5	3828.0146
2.75	3821.835
3	3816.7517
3.25	3813.209
3.5	3810.4453
3.75	3808.0627
4	3806.8345
4.25	3805.6799
4.5	3804.7183
4.75	3803.7295
5	3802.8289
5.25	3802.218
5.5	3801.6982
5.75	3801.2217
6	3800.9224

Tabla 24. Datos hidrograma salida nodo
DESP87 – Onda dinámica

Node DES_P87 Total Inflow (LPS)	
Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)
0.25	3800.0051
0.5	3805.563
0.75	3967.5989
1	4014.0154
1.25	3950.9658
1.5	3895.9531
1.75	3862.4409
2	3842.925
2.25	3830.7461
2.5	3821.75
2.75	3816.6826
3	3813.0652
3.25	3809.9075
3.5	3807.0952
3.75	3804.7813
4	3804.5713
4.25	3803.4526
4.5	3802.2656
4.75	3801.1172
5	3801.7556
5.25	3801.1526
5.5	3800.2666
5.75	3800.7268
6	3800.5171

Tipo de análisis escogido

A partir de los modelos hidráulicos e hidrológicos presentados previamente, se presenta el resumen de los datos obtenidos en la siguiente tabla.

Tabla 25. Resumen lámina de agua flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica

Node	Type	Flujo uniforme		Onda Cinemática		Onda dinámica	
		Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
PD11	JUNCTION	00:47	0.03	00:48	0.03	00:48	0.03
PD12	JUNCTION	00:47	0.06	00:48	0.05	00:48	0.05
PD13	JUNCTION	00:47	0.07	00:48	0.07	00:48	0.07
PD14	JUNCTION	00:47	0.08	00:48	0.08	00:48	0.08
PD15	JUNCTION	00:47	0.1	00:49	0.09	00:49	0.09
PD16	JUNCTION	00:47	0.11	00:49	0.09	00:49	0.09
PD17	JUNCTION	00:47	0.11	00:50	0.1	00:50	0.1
PD18	JUNCTION	00:47	0.12	00:50	0.1	00:50	0.1
PD19	JUNCTION	00:47	0.12	00:50	0.1	00:50	0.1
PD10	JUNCTION	00:47	1.79	00:50	0.13	00:50	0.13
PD1	JUNCTION	00:46	0.03	00:47	0.03	00:47	0.03
PD2	JUNCTION	00:46	0.06	00:48	0.05	00:48	0.05
PD3	JUNCTION	00:46	0.07	00:48	0.06	00:48	0.06
PD4	JUNCTION	00:46	0.08	00:49	0.07	00:49	0.07

Node	Type	Flujo uniforme		Onda Cinemática		Onda dinámica	
		Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
PD5	JUNCTION	00:46	0.24	00:49	0.08	00:49	0.08
PD6	JUNCTION	00:46	0.24	00:49	0.08	00:49	0.08
PD7	JUNCTION	00:46	0.25	00:50	0.08	00:50	0.08
PD8	JUNCTION	00:46	0.26	00:50	0.08	00:50	0.08
PD9	JUNCTION	00:46	0.27	00:50	0.09	00:50	0.09
P84	JUNCTION	00:46	0.32	00:52	0.3	00:52	0.3
P82	JUNCTION	00:46	0.32	00:04	0.3	00:04	0.3
P80_2	JUNCTION	00:46	0.48	00:03	0.3	00:03	0.3
P83	JUNCTION	00:46	0.32	00:04	0.3	00:04	0.3
P85	JUNCTION	00:46	0.32	00:52	0.3	00:52	0.3
P80_1	JUNCTION	00:46	0.48	00:03	0.3	00:03	0.3
DES_P86	OUTFALL	00:46	0.32	00:52	0.3	00:52	0.3
DES_P87	OUTFALL	00:46	0.32	00:52	0.3	00:52	0.3
CAMARA_69E	DIVIDER	00:46	0.35	00:50	0.07	00:50	0.07

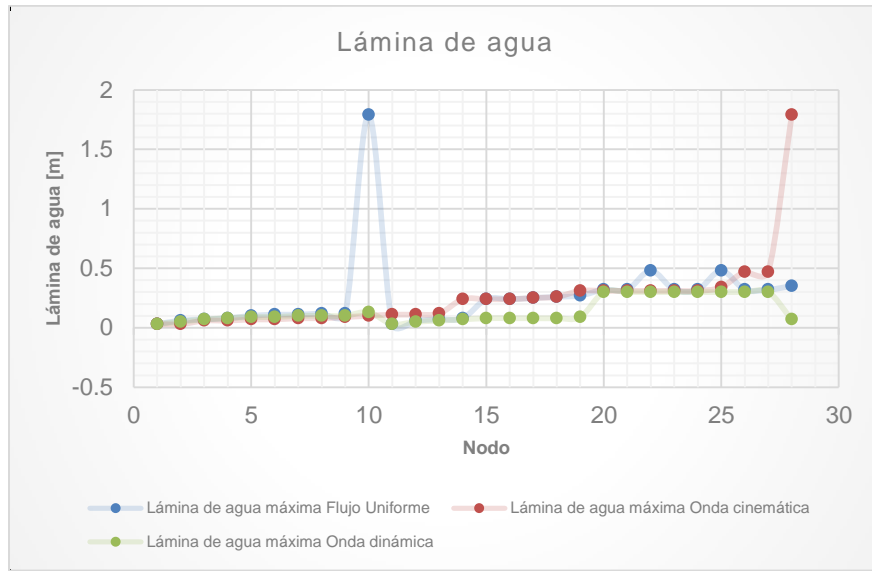


Figura 72. Lámina de agua en los nodos – Comparación de tipos de análisis

Tabla 26. Resumen caudal máximo y capacidad hidráulica flujo uniforme, onda cinemática y onda dinámica

Link	Type	Flujo uniforme			Onda cinemática			Onda dinámica		
		Maximu m Flow LPS	Hour of Maximu m Flow	Max/ Full Dept h	Maximu m Flow LPS	Hour of Maximu m Flow	Max/ Full Dept h	Maximu m Flow LPS	Hour of Maximu m Flow	Max/ Full Dept h
PD11-PD12	CONDUIT	11.21	00:47	0.37	11.12	00:49	0.35	11.12	00:49	0.35
PD12-PD13	CONDUIT	37.78	00:47	0.55	37.56	00:48	0.54	37.56	00:48	0.54
PD13-PD14	CONDUIT	60.31	00:47	0.63	60.02	00:48	0.63	60.02	00:48	0.63
PD14-PD15	CONDUIT	79.07	00:47	0.78	78.61	00:49	0.76	78.61	00:49	0.76
PD15-PD16	CONDUIT	109.46	00:47	0.76	108.59	00:49	0.71	108.59	00:49	0.71
PD16-PD17	CONDUIT	141.51	00:47	0.72	140.07	00:49	0.69	140.07	00:49	0.69
PD17-PD18	CONDUIT	161.3	00:47	0.81	159.44	00:50	0.75	159.44	00:50	0.75
PD18-PD19	CONDUIT	178.49	00:47	0.7	176.2	00:50	0.63	176.2	00:50	0.63
PD19-PD10	CONDUIT	235.45	00:47	0.6	231.64	00:50	0.55	231.64	00:50	0.55
PD1-PD2	CONDUIT	13.69	00:46	0.37	13.6	00:47	0.36	13.6	00:47	0.36
PD2-PD3	CONDUIT	42.27	00:46	0.73	41.89	00:48	0.7	41.89	00:48	0.7
PD3-PD4	CONDUIT	62.26	00:46	0.68	61.53	00:49	0.66	61.53	00:49	0.66
PD4-PD5	CONDUIT	93.57	00:46	0.67	92.25	00:49	0.66	92.25	00:49	0.66
PD5-PD6	CONDUIT	132.02	00:46	0.67	129.97	00:49	0.66	129.97	00:49	0.66
PD6-PD7	CONDUIT	136.94	00:46	0.69	134.7	00:50	0.67	134.7	00:50	0.67
PD7-PD8	CONDUIT	155.26	00:46	0.6	152.41	00:50	0.6	152.41	00:50	0.6
PD8-PD9	CONDUIT	184.2	00:46	0.68	180.33	00:50	0.67	180.33	00:50	0.67
PD9-PD10	CONDUIT	237.12	00:46	0.66	231.5	00:50	0.65	231.5	00:50	0.65

Link	Type	Flujo uniforme			Onda cinemática			Onda dinámica		
		Maximum Flow LPS	Hour of Maximum Flow	Max/Full Depth	Maximum Flow LPS	Hour of Maximum Flow	Max/Full Depth	Maximum Flow LPS	Hour of Maximum Flow	Max/Full Depth
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	491.15	00:46	0.72	481.14	00:50	0.64	481.14	00:50	0.64
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	491.15	00:46	0.23	232.31	00:50	0.16	232.31	00:50	0.16
P80_2-P83	CONDUIT	4291.15	00:46	0.69	4032.19	00:52	0.66	4032.19	00:52	0.66
P83-P85	CONDUIT	4291.15	00:46	0.69	4032.33	00:52	0.66	4032.33	00:52	0.66
P85-DES_P87	CONDUIT	4291.15	00:46	0.69	4032.33	00:52	0.66	4032.33	00:52	0.66
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	491.15	00:46	0.23	248.84	00:50	0.16	248.84	00:50	0.16
P80_1-P82	CONDUIT	4291.15	00:46	0.69	4048.75	00:52	0.66	4048.75	00:52	0.66
P82-P84	CONDUIT	4291.15	00:46	0.69	4048.91	00:52	0.66	4048.91	00:52	0.66
P84-DES_P86	CONDUIT	4291.15	00:46	0.69	4048.91	00:52	0.66	4048.91	00:52	0.66

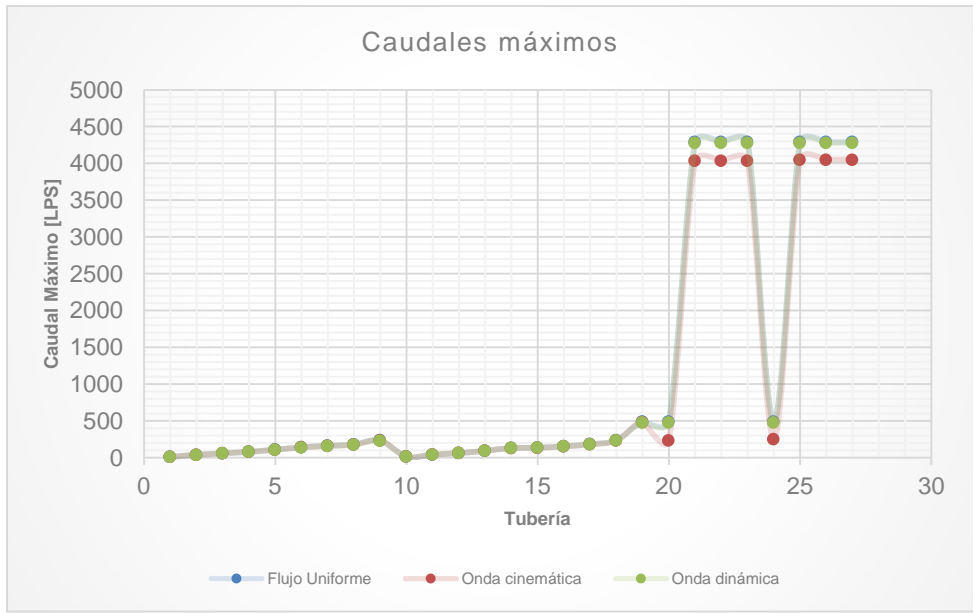


Figura 73. Caudales máximos en las tuberías – Comparación de tipos de análisis

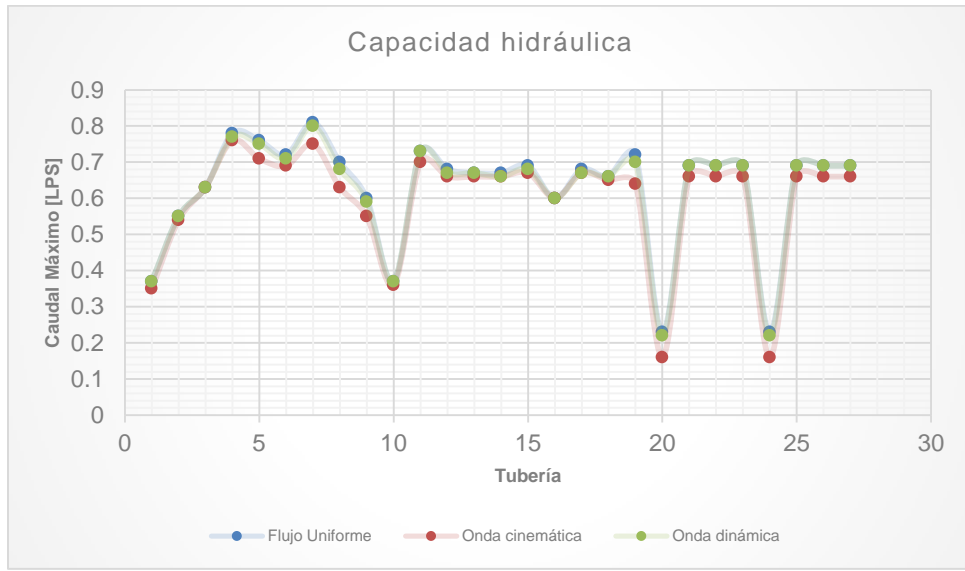


Figura 74. Capacidad hidráulica en las tuberías – Comparación de tipos de análisis

De acuerdo con el análisis de datos realizado previamente, el cual presenta los resultados del modelo hidráulico e hidrológico; los tipos de análisis que mejor caracterizan el flujo son la onda cinemática y la onda dinámica. La onda dinámica tiene en cuenta la solución todos los términos de las ecuaciones por lo que para los dos escenarios presentados más adelante se tomara solo este tipo de análisis, teniendo presente el control de escorrentía (Controles LID – Pozos/zanjas de infiltración) descrito previamente en este trabajo de grado.

Los resultados completos de los modelos hidráulicos e hidrológicos generados se encuentran en el Anexo I.

Los datos tomados para elaborar los modelos hidráulicos e hidrológicos generados se encuentran en el Anexo II.

4.2.2 Resultados Escenario 2: Análisis del flujo mediante onda dinámica sin controles LID

Una vez elegido el tipo de análisis como onda dinámica, y en complemento con la información presentada en el escenario 1, en las siguientes tablas y figuras se resume los datos adicionales obtenidos.

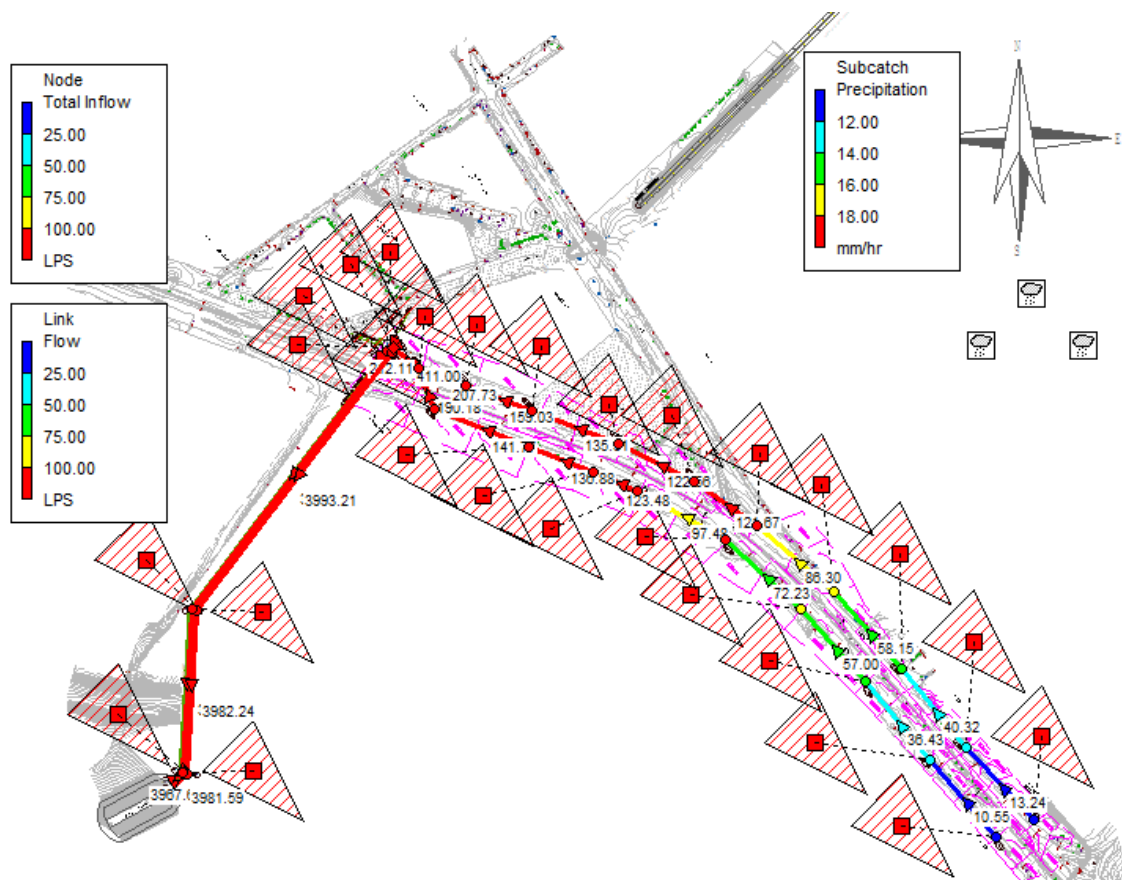


Figura 75. Rango de caudales en los nodos, las líneas y precipitación en las cuencas.

Tabla 27. Subcatchment Runoff (Escorrentía almacenada).

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
Area_PD11_PD12	28.45	0	0	3.62	24.49	0.04	11.21	0.861
Area_PD12_PD13	28.45	0	0	3.62	24.49	0.09	26.56	0.861
Area_PD13_PD14	28.45	0	0	3.62	24.49	0.08	22.53	0.861
Area_PD14_PD15	28.45	0	0	3.62	24.49	0.06	18.76	0.861
Area_PD15_PD16	28.45	0	0	3.62	24.49	0.1	30.39	0.861
Area_PD16_PD17	28.45	0	0	3.62	24.49	0.11	32.04	0.861
Area_PD17_PD18	28.45	0	0	3.62	24.49	0.07	19.79	0.861
Area_PD18_PD19	28.45	0	0	3.62	24.49	0.06	17.2	0.861
Area_PD19_PD10	28.45	0	0	3.62	24.49	0.19	56.96	0.861
Area_PD1_PD2	32.79	0	0	3.62	28.79	0.04	13.69	0.878
Area_PD2_PD3	32.79	0	0	3.62	28.79	0.09	28.59	0.878
Area_PD3_PD4	32.79	0	0	3.62	28.79	0.06	19.98	0.878
Area_PD4_PD5	32.79	0	0	3.62	28.79	0.1	31.31	0.878
Area_PD5_PD6	32.79	0	0	3.62	28.79	0.12	38.45	0.878
Area_PD6_PD7	32.79	0	0	3.62	28.79	0.02	4.92	0.878
Area_PD7_PD8	32.79	0	0	3.62	28.79	0.06	18.32	0.878
Area_PD8_PD9	32.79	0	0	3.62	28.79	0.09	28.94	0.878
Area_PD9_PD10	32.79	0	0	3.62	28.79	0.17	52.92	0.878
Area_PD10_CAMARA_69 E	32.79	0	0	3.62	28.79	0.06	18.77	0.878

Tabla 28. Node Inflow (Flujo de entrada en el nodo).

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Day of Maximum Inflow	Hour of Maximum Inflow	Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Flow Balance Error Percent
PD11	JUNCTION	11.21	11.21	0	0:47	0.0382	0.0382	0.055
PD12	JUNCTION	26.56	37.57	0	0:47	0.0905	0.129	0.019
PD13	JUNCTION	22.53	60.02	0	0:47	0.0768	0.206	0.231
PD14	JUNCTION	18.76	78.69	0	0:48	0.064	0.269	0.195
PD15	JUNCTION	30.39	108.74	0	0:48	0.104	0.372	- 0.115
PD16	JUNCTION	32.04	140.23	0	0:49	0.109	0.482	0.105
PD17	JUNCTION	19.79	159.52	0	0:49	0.0674	0.549	0.265
PD18	JUNCTION	17.2	176.29	0	0:50	0.0586	0.606	- 0.329
PD19	JUNCTION	56.96	231.74	0	0:50	0.194	0.802	0.124
PD10	JUNCTION	18.77	481.07	0	0:50	0.061	1.63	0.007
PD1	JUNCTION	13.69	13.69	0	0:46	0.0445	0.0445	0.043
PD2	JUNCTION	28.59	42.11	0	0:46	0.0929	0.137	0.031
PD3	JUNCTION	19.98	61.7	0	0:47	0.065	0.202	0.028
PD4	JUNCTION	31.31	92.42	0	0:48	0.102	0.304	0.025
PD5	JUNCTION	38.45	130.03	0	0:48	0.125	0.429	0.018
PD6	JUNCTION	4.92	134.79	0	0:49	0.016	0.445	0.02
PD7	JUNCTION	18.32	152.51	0	0:49	0.0596	0.504	0.021

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Day of Maximum Inflow	Hour of Maximum Inflow	Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Flow Balance Error Percent
PD8	JUNCTION	28.94	180.37	0	0:50	0.0941	0.598	0.016
PD9	JUNCTION	52.92	231.5	0	0:50	0.172	0.77	0.011
P84	JUNCTION	0	4048.91	0	0:52	0	82.4	0.039
P82	JUNCTION	0	4048.75	0	0:52	0	82.6	0.178
P80_2	JUNCTION	3800	4032.31	0	0:50	82.1	82.8	0.444
P83	JUNCTION	0	4032.19	0	0:52	0	82.5	0.172
P85	JUNCTION	0	4032.33	0	0:52	0	82.3	0.033
P80_1	JUNCTION	3800	4048.84	0	0:50	82.1	82.9	0.444
DES_P86	OUTFALL	0	4048.91	0	0:52	0	82.4	0
DES_P87	OUTFALL	0	4032.33	0	0:52	0	82.3	0
CAMARA_69E	DIVIDER	0	481.14	0	0:50	0	1.63	0.002

Tabla 29. Outfall Loading (Desagüe descargado).

Outfall Node	Flow	Avg.	Max.	Total
	Freq.	Flow	Flow	Volume
	Pcnt.	LPS	LPS	10 ⁶ ltr
DES_P86	99.98	3829.76	4048.91	82.401
DES_P87	99.98	3825.32	4032.33	82.309

Tabla 30. Flow Classification (Clasificación del flujo).

Conduit	Adjusted/	Fully	Upstream	Downstream	Sub	Super	Upstream	Downstream	Normal	Inlet
	Actual								Flow	
	Length	Dry	Dry	Dry	Critical	Critical	Critical	Critical	Limited	Control
PD11-PD12	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD12-PD13	1	0.01	0	0	0.05	0	0	0.94	0	0
PD13-PD14	1	0.01	0	0	0.1	0	0	0.89	0	0
PD14-PD15	1	0.01	0	0	0.12	0	0	0.87	0	0
PD15-PD16	1	0.01	0	0	0.08	0	0	0.91	0	0
PD16-PD17	1	0.01	0	0	0.09	0	0	0.9	0	0
PD17-PD18	1	0.01	0	0	0.17	0	0	0.82	0	0
PD18-PD19	1	0.01	0	0	0.04	0	0	0.95	0	0
PD19-PD10	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD1-PD2	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD2-PD3	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD3-PD4	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD4-PD5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD5-PD6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD6-PD7	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD7-PD8	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD8-PD9	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
PD9-PD10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD10-CAMARA	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0

Conduit	Adjusted/	Fully	Upstream	Downstream	Sub	Super	Upstream	Downstream	Normal	Inlet
	Actual								Flow	
	Length	Dry	Dry	Dry	Critical	Critical	Critical	Critical	Limited	Control
_69E										
CAMARA_69E-P80_2	1	0.03	0	0	0	0	0	0.97	0	0
P80_2-P83	1	0	0	0	0	0.01	0	0.99	0.01	0
P83-P85	1	0	0	0	0	0	0	0.99	0	0
P85-DES_P87	1	0	0	0	0	1	0	0	0.15	0
CAMARA_69E-P80_1	1	0.01	0	0	0	0	0	0.99	0	0
P80_1-P82	1	0	0	0	0	0.01	0	0.99	0.01	0
P82-P84	1	0	0	0	0	0	0	0.99	0	0
P84-DES_P86	1	0	0	0	0	1	0	0	0.1	0

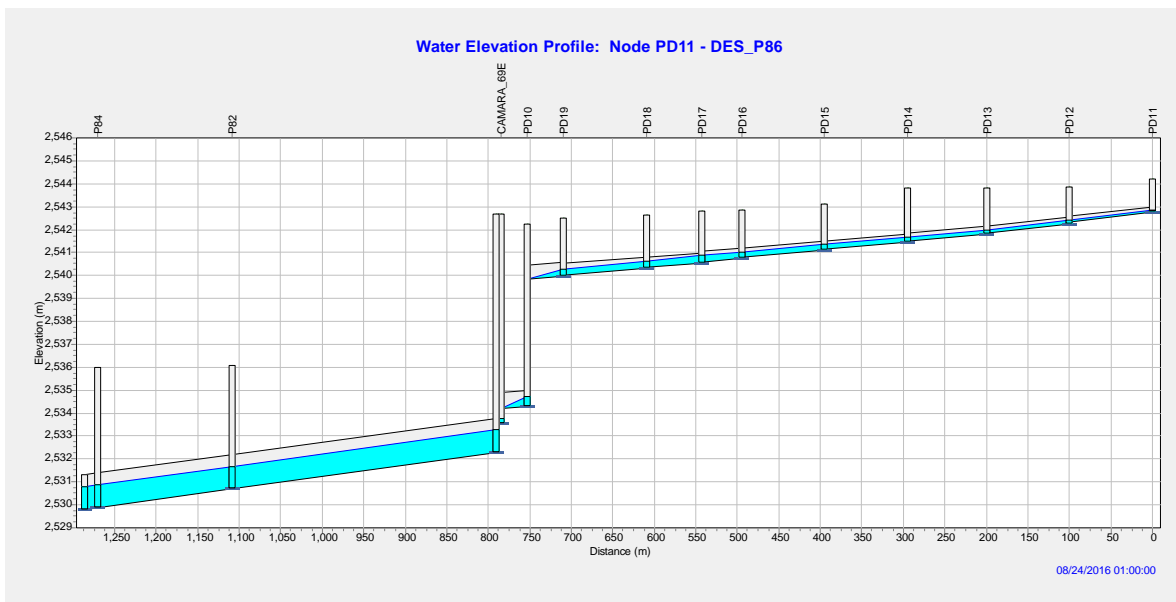


Figura 76. Perfil de la lámina de agua en el colector PD11 al DES_P86 T: 01:00

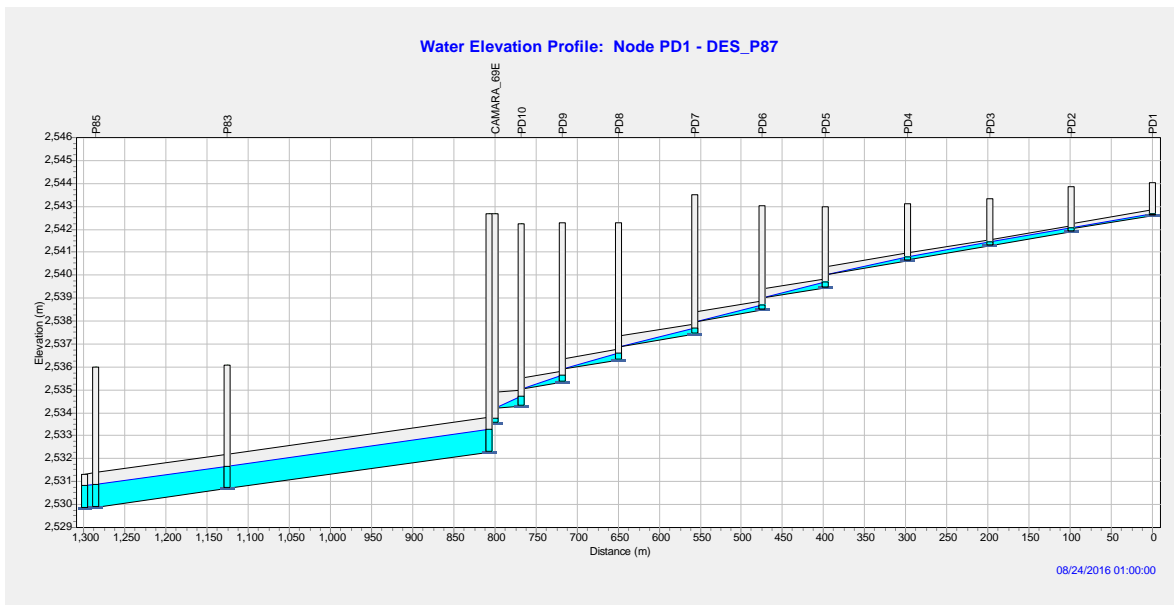


Figura 77. Perfil de la lámina de agua en el colector PD1 al DES_P87 T: 01:00

Hidrogramas de salida en cada nodo

A continuación, se presentan los hidrogramas de salida en cada nodo, que más adelante se utilizarán para determinar si hubo o no reducción del pico o caudal máximo a la salida de cada nodo asociado a su respectiva cuenca.

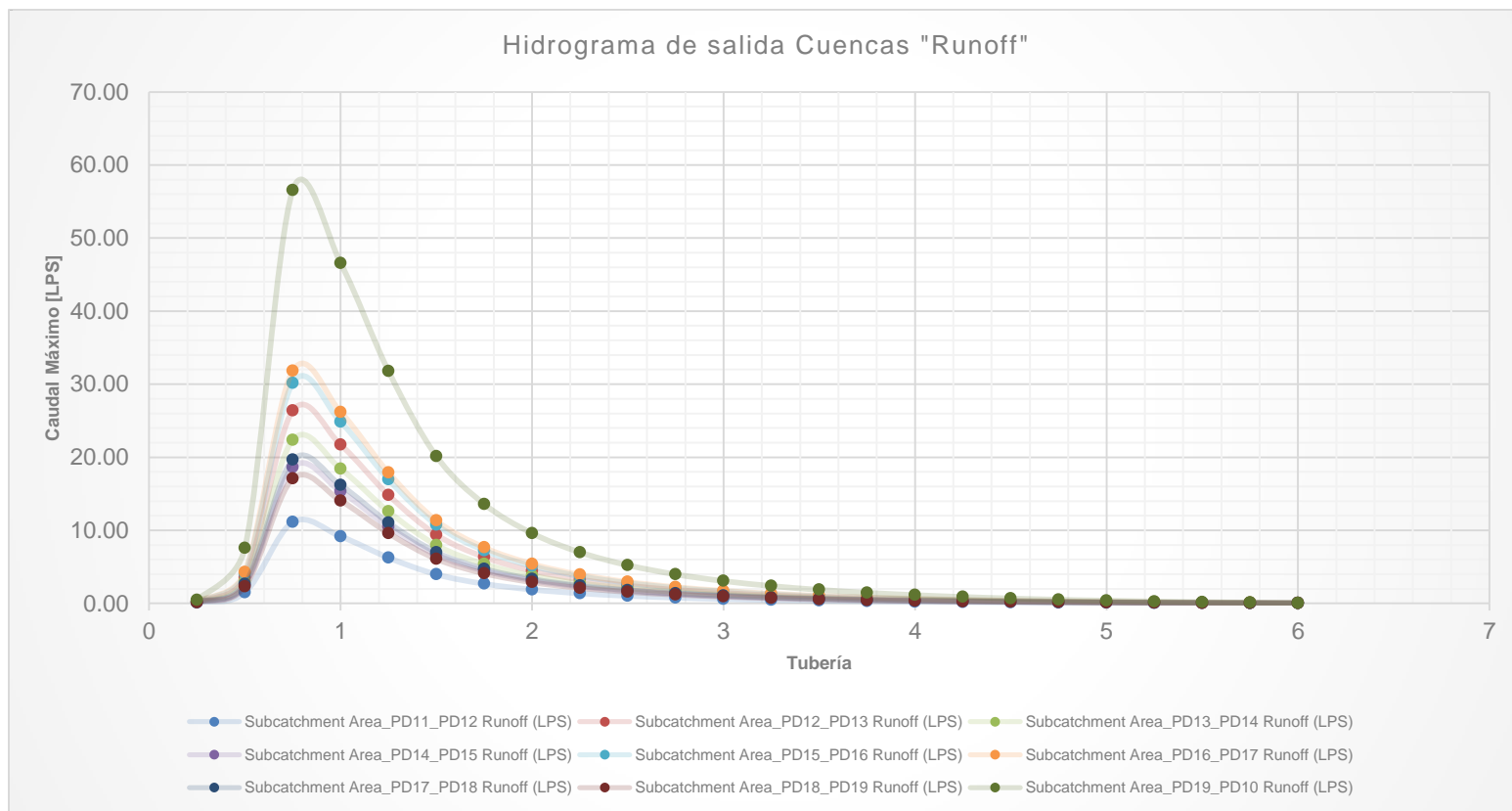


Figura 78. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD11_PD12 a Area_PD19_PD10

Tabla 31. Datos hidrogramas

Elapsed Time (hours)	Subcatchment Area_PD11_PD12 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD12_PD13 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD13_PD14 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD14_PD15 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD15_PD16 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD16_PD17 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD17_PD18 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD18_PD19 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD19_PD10 Runoff (LPS)
0.25	0.09	0.22	0.18	0.15	0.25	0.26	0.16	0.14	0.46
0.5	1.50	3.54	3.00	2.50	4.05	4.27	2.64	2.29	7.60
0.75	11.13	26.37	22.37	18.63	30.17	31.81	19.64	17.07	56.54
1	9.17	21.71	18.42	15.34	24.84	26.19	16.17	14.05	46.55
1.25	6.26	14.83	12.58	10.47	16.96	17.89	11.04	9.60	31.80
1.5	3.97	9.40	7.97	6.64	10.75	11.33	7.00	6.08	20.15
1.75	2.68	6.34	5.38	4.48	7.25	7.65	4.72	4.10	13.59
2	1.89	4.47	3.79	3.16	5.12	5.40	3.33	2.90	9.59
2.25	1.38	3.26	2.77	2.30	3.73	3.93	2.43	2.11	6.99
2.5	1.03	2.44	2.07	1.72	2.79	2.94	1.82	1.58	5.23
2.75	0.78	1.85	1.57	1.31	2.12	2.24	1.38	1.20	3.98
3	0.60	1.43	1.21	1.01	1.63	1.72	1.06	0.92	3.06
3.25	0.47	1.11	0.94	0.78	1.27	1.34	0.83	0.72	2.38
3.5	0.37	0.87	0.74	0.61	0.99	1.05	0.65	0.56	1.86
3.75	0.29	0.68	0.58	0.48	0.78	0.82	0.51	0.44	1.46
4	0.22	0.53	0.45	0.38	0.61	0.64	0.40	0.34	1.14
4.25	0.17	0.41	0.35	0.29	0.47	0.50	0.31	0.27	0.89
4.5	0.13	0.32	0.27	0.22	0.36	0.38	0.24	0.21	0.68
4.75	0.10	0.24	0.20	0.17	0.28	0.29	0.18	0.16	0.52
5	0.08	0.18	0.15	0.13	0.20	0.21	0.13	0.12	0.38
5.25	0.05	0.13	0.11	0.09	0.15	0.15	0.09	0.08	0.27
5.5	0.04	0.09	0.07	0.06	0.10	0.10	0.06	0.06	0.18
5.75	0.02	0.05	0.05	0.04	0.06	0.06	0.04	0.03	0.11
6	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.06

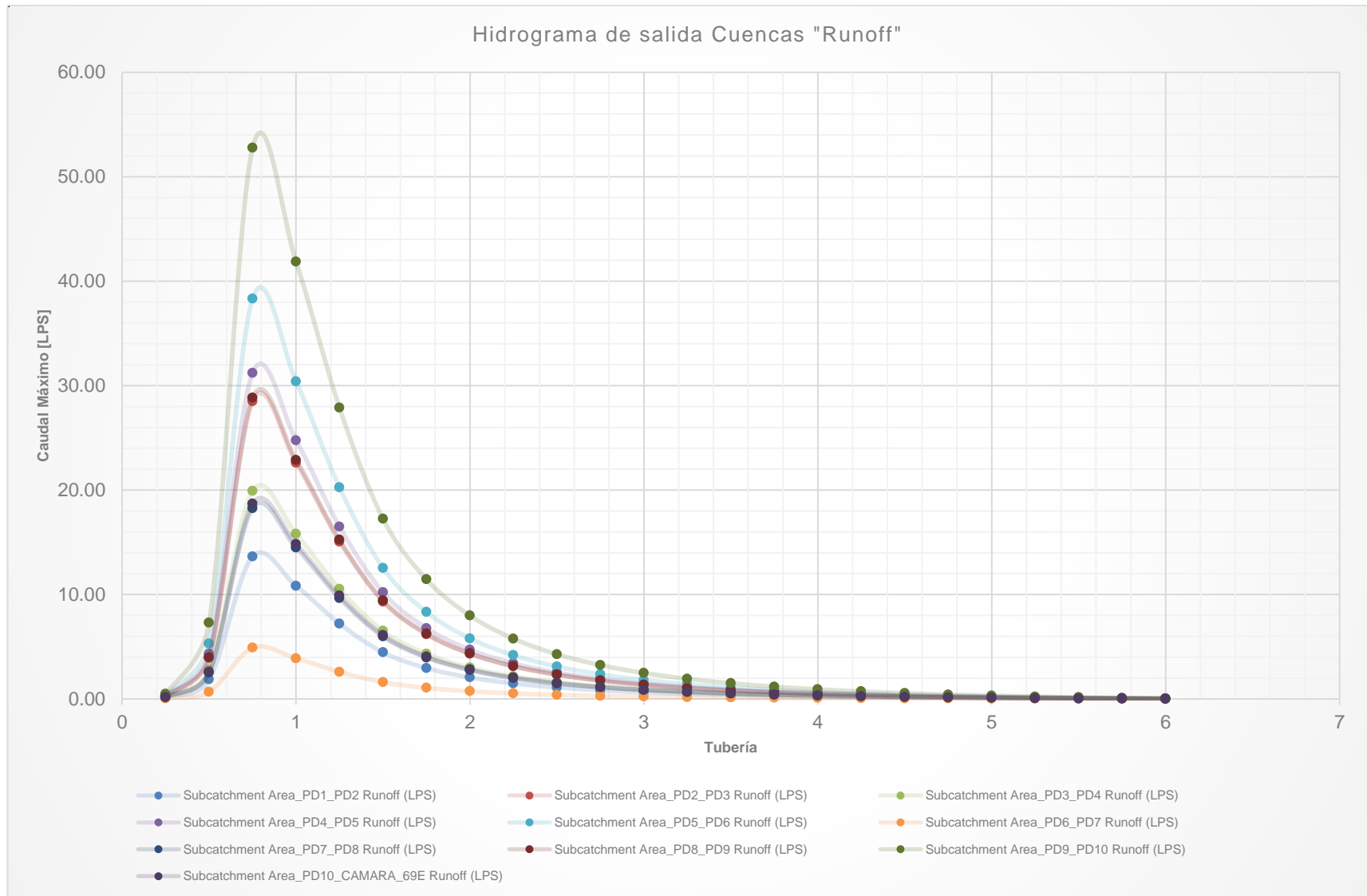


Figura 79. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD1_PD2 a Area_PD19_PD10

Tabla 32. Datos hidrogramas

Elapsed Time (hours)	Subcatchment Area_PD1_PD2 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD2_PD3 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD3_PD4 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD4_PD5 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD5_PD6 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD6_PD7 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD7_PD8 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD8_PD9 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD9_PD10 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD10_CAMARA_69E Runoff (LPS)
0.25	0.13	0.26	0.18	0.29	0.36	0.05	0.17	0.27	0.49	0.17
0.5	1.89	3.94	2.76	4.32	5.30	0.68	2.53	3.99	7.30	2.59
0.75	13.64	28.50	19.92	31.21	38.32	4.91	18.26	28.84	52.75	18.71
1	10.82	22.61	15.80	24.76	30.40	3.89	14.49	22.88	41.85	14.84
1.25	7.21	15.06	10.53	16.49	20.25	2.59	9.65	15.24	27.88	9.88
1.5	4.46	9.32	6.51	10.21	12.53	1.61	5.97	9.43	17.25	6.12
1.75	2.96	6.19	4.32	6.78	8.32	1.07	3.97	6.26	11.45	4.06
2	2.07	4.31	3.02	4.73	5.80	0.74	2.77	4.37	7.99	2.83
2.25	1.49	3.12	2.18	3.42	4.19	0.54	2.00	3.16	5.77	2.05
2.5	1.11	2.31	1.62	2.54	3.11	0.40	1.48	2.34	4.29	1.52
2.75	0.84	1.75	1.23	1.92	2.36	0.30	1.12	1.77	3.24	1.15
3	0.64	1.35	0.94	1.47	1.81	0.23	0.86	1.36	2.49	0.88
3.25	0.50	1.04	0.73	1.14	1.40	0.18	0.67	1.06	1.93	0.69
3.5	0.39	0.82	0.57	0.89	1.10	0.14	0.52	0.83	1.51	0.54
3.75	0.31	0.64	0.45	0.70	0.86	0.11	0.41	0.65	1.18	0.42
4	0.24	0.50	0.35	0.55	0.67	0.09	0.32	0.51	0.92	0.33
4.25	0.19	0.39	0.27	0.43	0.52	0.07	0.25	0.39	0.72	0.26
4.5	0.14	0.30	0.21	0.33	0.40	0.05	0.19	0.30	0.56	0.20
4.75	0.11	0.23	0.16	0.25	0.31	0.04	0.15	0.23	0.42	0.15
5	0.08	0.17	0.12	0.19	0.23	0.03	0.11	0.17	0.32	0.11
5.25	0.06	0.12	0.09	0.13	0.17	0.02	0.08	0.12	0.23	0.08
5.5	0.04	0.08	0.06	0.09	0.11	0.01	0.05	0.09	0.16	0.06
5.75	0.03	0.05	0.04	0.06	0.07	0.01	0.03	0.05	0.10	0.04
6	0.01	0.03	0.02	0.03	0.04	0.01	0.02	0.03	0.06	0.02

En general, el análisis del flujo usando un modelo hidráulico e hidrólogo mediante onda dinámica permite obtener resultados que pueden acercarse cada vez más al flujo real. A continuación, se presenta un resumen de datos obtenidos mediante el modelo en SWMM y la hoja de Excel usada para generar el modelo, en el cual puede analizarse el flujo mediante flujo uniforme.

Tabla 33. Caudales transportados y capacidad hidráulica modelo SWMM vs Flujo uniforme – Hoja de Excel – convencional.

Link	Modelo SWMM - Onda dinámica		Análisis Flujo uniforme -Hoja de cálculo Excel - Convencional	
	Maximum Flow LPS	Max/ Full Depth	Caudal LPS	Q/Qmáx
PD11-PD12	11.12	0.35	10.24	0.26
PD12-PD13	37.56	0.54	34.50	0.54
PD13-PD14	60.02	0.63	55.09	0.66
PD14-PD15	78.61	0.76	72.20	0.87
PD15-PD16	108.59	0.71	99.96	0.84
PD16-PD17	140.07	0.69	129.78	0.80
PD17-PD18	159.44	0.75	147.69	0.91
PD18-PD19	176.2	0.63	162.98	0.76
PD19-PD10	231.64	0.55	216.03	0.62
PD1-PD2	13.6	0.36	10.14	0.21
PD2-PD3	41.89	0.7	31.31	0.65
PD3-PD4	61.53	0.66	46.12	0.59
PD4-PD5	92.25	0.66	69.31	0.59
PD5-PD6	129.97	0.66	97.98	0.58
PD6-PD7	134.7	0.67	101.59	0.61
PD7-PD8	152.41	0.6	115.08	0.50
PD8-PD9	180.33	0.67	136.80	0.60
PD9-PD10	231.5	0.65	176.40	0.58
PD10-CAMARA_69E	481.14	0.64	406.91	0.71
CAMARA_69E-P80_2	232.31	0.16	407.74	0.09
P80_2-P83	4032.19	0.66	4196.93	0.81
P83-P85	4032.33	0.66	4202.43	0.81
P85-DES_P87	4032.33	0.66	4207.56	0.81

Link	Modelo SWMM - Onda dinámica		Análisis Flujo uniforme -Hoja de cálculo Excel - Convencional	
	Maximum Flow LPS	Max/ Full Depth	Caudal LPS	Q/Qmáx
CAMARA_69E-P80_1	248.84	0.16	407.78	0.09
P80_1-P82	4048.75	0.66	4196.97	0.81
P82-P84	4048.91	0.66	4202.41	0.81
P84-DES_P86	4048.91	0.66	4207.44	0.81

4.2.3 Resultados Escenario 3: Análisis del flujo mediante onda dinámica con controles LID

En este escenario, se tomará la información del modelo hidráulico e hidrológico generado desde el escenario 1, específicamente el analizado mediante onda dinámica, a este modelo se le adicionará el control LID “Pozos/zanjas de infiltración” tomando como referencia los valores recomendados por el manual del SWMM y este trabajo de grado. En las siguientes figuras, se indicará que celdas de la hoja “3. Modelo EPA SWMM” deberá introducir los parámetros en la hoja de cálculo elaborada en Excel para facilitar este fin

El área dispuesta para los pozos/zanjas de infiltración se determina a partir del espacio disponible para su instalación, en este caso se tendrá presente un escenario en el que estos ocupan el 10% de cada cuenca asociada a cada tramo de acuerdo con la siguiente figura. El espesor de capa de grava tomado es de 0.45 metros y la profundidad de almacenamiento de 0.154 metros.

TRAMO	Descripción de las áreas asociadas al pozo	Área del control LID	
ID	Área Subcuenca [Ha]	[m ²]	
PD11-PD12	0.16	EI control LID Ocupa otro valor	156.07857
PD12-PD13	0.37	EI control LID Ocupa otro valor	369.68928
PD13-PD14	0.31	EI control LID Ocupa otro valor	313.59016
PD14-PD15	0.26	EI control LID Ocupa otro valor	261.15678
PD15-PD16	0.42	EI control LID Ocupa otro valor	422.96472
PD16-PD17	0.45	EI control LID Ocupa otro valor	445.97469
PD17-PD18	0.28	EI control LID Ocupa otro valor	275.37969
PD18-PD19	0.24	EI control LID Ocupa otro valor	239.33752
PD19-PD10	0.79	EI control LID Ocupa otro valor	792.77297
PD1-PD2	0.15	EI control LID Ocupa otro valor	154.51716
PD2-PD3	0.32	EI control LID Ocupa otro valor	322.77498
PD3-PD4	0.23	EI control LID Ocupa otro valor	225.60786
PD4-PD5	0.35	EI control LID Ocupa otro valor	353.5515
PD5-PD6	0.43	EI control LID Ocupa otro valor	434.0549
PD6-PD7	0.06	EI control LID Ocupa otro valor	55.59853
PD7-PD8	0.21	EI control LID Ocupa otro valor	206.86829
PD8-PD9	0.33	EI control LID Ocupa otro valor	326.69621
PD9-PD10	0.60	EI control LID Ocupa otro valor	597.51813
PD10-CAMARA_69 E	0.21	EI control LID Ocupa otro valor	211.8871
CAMARA_69 E-P80_2	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
P80_2-P83	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
P83-P85	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
P85-DES_P87	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
CAMARA_69 E-P80_1	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
P80_1-P82	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
P82-P84	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0
P84-DES_P86	0.00	EI control LID Ocupa otro valor	0

Figura 80. Área ocupada por los controles LIDs

TRAMO	Area del control LID		Numero de unidades	Ancho de la superficie por unidad	Porcentaje inicialmente saturado	Porcentaje de área impermeable tratada	Enviar el drenaje del flujo a:
ID	[m ²]		[un]	[m]	[%]	[%]	
PD11-PD12	El control LID Ocupa otro valor	156.07857	1	0.2	0.00	60.00	
PD12-PD13	El control LID Ocupa otro valor	369.68928	1	0.2	0.00	60.00	
PD13-PD14	El control LID Ocupa otro valor	313.59016	1	0.2	0.00	60.00	
PD14-PD15	El control LID Ocupa otro valor	261.15678	1	0.2	0.00	60.00	
PD15-PD16	El control LID Ocupa otro valor	422.96472	1	0.2	0.00	60.00	
PD16-PD17	El control LID Ocupa otro valor	445.97469	1	0.2	0.00	60.00	
PD17-PD18	El control LID Ocupa otro valor	275.37969	1	0.2	0.00	60.00	
PD18-PD19	El control LID Ocupa otro valor	239.33752	1	0.2	0.00	60.00	
PD19-PD10	El control LID Ocupa otro valor	792.77297	1	0.2	0.00	60.00	
PD1-PD2	El control LID Ocupa otro valor	154.51716	1	0.2	0.00	60.00	
PD2-PD3	El control LID Ocupa otro valor	322.77498	1	0.2	0.00	60.00	
PD3-PD4	El control LID Ocupa otro valor	225.60786	1	0.2	0.00	60.00	
PD4-PD5	El control LID Ocupa otro valor	353.5515	1	0.2	0.00	60.00	
PD5-PD6	El control LID Ocupa otro valor	434.0549	1	0.2	0.00	60.00	
PD6-PD7	El control LID Ocupa otro valor	55.59853	1	0.2	0.00	60.00	
PD7-PD8	El control LID Ocupa otro valor	206.86829	1	0.2	0.00	60.00	
PD8-PD9	El control LID Ocupa otro valor	326.69621	1	0.2	0.00	60.00	
PD9-PD10	El control LID Ocupa otro valor	597.51813	1	0.2	0.00	60.00	
PD10-CAMARA_69 E	El control LID Ocupa otro valor	211.8871	1	0.2	0.00	60.00	
CAMARA_69 E-P80_2	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
P80_2-P83	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
P83-P85	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
P85-DES_P87	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
CAMARA_69 E-P80_1	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
P80_1-P82	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
P82-P84	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	
P84-DES_P86	El control LID Ocupa otro valor	0	1	0.2	0.00	60.00	

Figura 81. Información requerida para controles LID - Low Impact Development (LID's CONTROLS)

Almacenamiento				Drenaje		
Espesor de capa de grava o altura del barril [mm]	Relación de vacíos []	Tasa de infiltración [mm/h]	Factor de obstrucción []	Coefficiente de drenaje C	Exponente de drenaje n	Desfase de altura [mm]
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	
450	0.75	750	0	1.86	0.5	

Figura 83. Información requerida para controles LID - Low Impact Development (LID's CONTROLS)

Una vez introducida la información requerida, se genera el modelo SWMM desde la hoja de Excel.

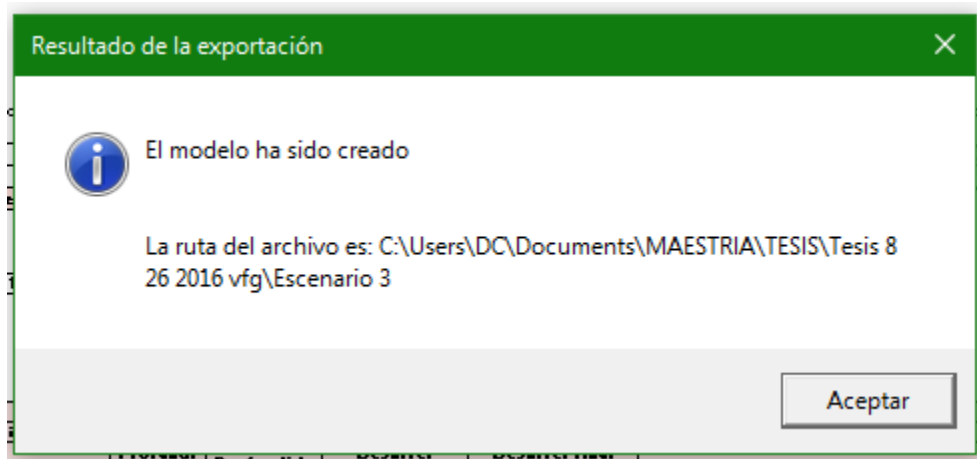


Figura 84. Generación del modelo

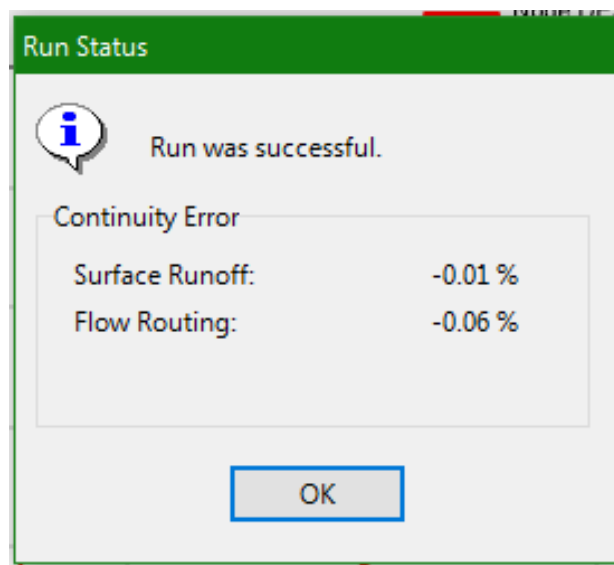


Figura 85. Error de continuidad – Onda dinámica

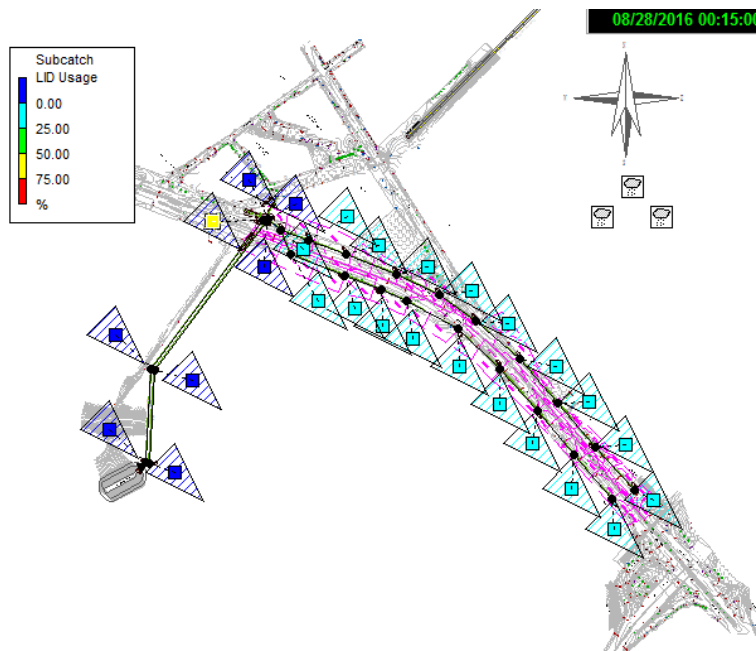


Figura 86. Modelo hidráulico – Onda dinámica + Control LID / Pozos/Zanjas de infiltración – Porcentaje de uso de los controles LID

LID Control Editor - Surface Tab

Control Name:	Pozos/Zanjas de infiltración_0
LID Type:	Infiltration Trench
Berm Height (in. or mm):	152.4
Vegetation Volume Fraction:	0.9
Surface Roughness (Mannings n):	0
Surface Slope (percent):	0

LID Control Editor - Storage Tab

Control Name:	Pozos/Zanjas de infiltración_0
LID Type:	Infiltration Trench
Thickness (in. or mm):	450
Void Ratio (Voids / Solids):	0.75
Seepage Rate (in/hr or mm/hr):	750
Clogging Factor:	0

LID Control Editor - Drain Tab

Control Name:	Pozos/Zanjas de infiltración_0
LID Type:	Infiltration Trench
Flow Coefficient*:	1.86
Flow Exponent:	0.5
Offset Height (in. or mm):	0

LID Usage Editor

LID Control Name:	Pozos/Zanjas de infiltración_0
Area of Each Unit (sq ft or sq m):	156.07857
Number of Units:	1
% of Subcatchment Occupied:	10.0
Surface Width per Unit (ft or m):	0.2
% Initially Saturated:	0
% of Impervious Area Treated:	60
Detailed Report File (Optional):	C:\...\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_0.txt

Figura 87. Ejemplo de Pozos/Zanjas de infiltración cargado: Pozos/Zanjas_de_infiltración_0

A continuación, se presenta los resultados que pueden analizarse del modelo SWMM generado con los controles LID.

Tabla 34. Subcatchment Runoff (Escorrentía almacenada).

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
Area_PD11_PD12	28.45	0	0	5.91	22.39	0.03	10.89	0.787
Area_PD12_PD13	28.45	0	0	5.91	22.39	0.08	25.79	0.787
Area_PD13_PD14	28.45	0	0	5.91	22.39	0.07	21.88	0.787
Area_PD14_PD15	28.45	0	0	5.91	22.39	0.06	18.22	0.787
Area_PD15_PD16	28.45	0	0	5.91	22.39	0.09	29.51	0.787
Area_PD16_PD17	28.45	0	0	5.91	22.39	0.1	31.11	0.787
Area_PD17_PD18	28.45	0	0	5.91	22.39	0.06	19.21	0.787
Area_PD18_PD19	28.45	0	0	5.91	22.39	0.05	16.7	0.787
Area_PD19_PD10	28.45	0	0	5.91	22.39	0.18	55.31	0.787
Area_PD1_PD2	32.79	0	0	6.33	26.28	0.04	13.25	0.801
Area_PD2_PD3	32.79	0	0	6.33	26.28	0.08	27.67	0.801
Area_PD3_PD4	32.79	0	0	6.33	26.28	0.06	19.34	0.801
Area_PD4_PD5	32.79	0	0	6.33	26.28	0.09	30.31	0.801
Area_PD5_PD6	32.79	0	0	6.33	26.28	0.11	37.21	0.801
Area_PD6_PD7	32.79	0	0	6.33	26.28	0.01	4.77	0.801
Area_PD7_PD8	32.79	0	0	6.33	26.28	0.05	17.74	0.801
Area_PD8_PD9	32.79	0	0	6.33	26.28	0.09	28.01	0.801
Area_PD9_PD10	32.79	0	0	6.33	26.28	0.16	51.23	0.801
Area_PD10_CAMARA	32.79	0	0	6.33	26.28	0.06	18.17	0.801

Tabla 35. LID Performance (Desempeño del control LID)

Subcatchment	LID Control	Total Inflow mm	Evap Loss mm	Infil Loss mm	Surface Outflow mm	Drain Outflow mm	Initial Storage mm	Final Storage mm	Continuity Error %
Area_PD11_PD12	Pozos/Zanjas de infiltración 0	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD12_PD13	Pozos/Zanjas de infiltración 1	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD13_PD14	Pozos/Zanjas de infiltración 2	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD14_PD15	Pozos/Zanjas de infiltración 3	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD15_PD16	Pozos/Zanjas de infiltración 4	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD16_PD17	Pozos/Zanjas de infiltración 5	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD17_PD18	Pozos/Zanjas de infiltración 6	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD18_PD19	Pozos/Zanjas de infiltración 7	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD19_PD10	Pozos/Zanjas de infiltración 8	28.45	0	26.53	0	1.92	0	0	0
Area_PD1_PD2	Pozos/Zanjas de infiltración 10	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD2_PD3	Pozos/Zanjas de infiltración 11	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD3_PD4	Pozos/Zanjas de infiltración 12	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD4_PD5	Pozos/Zanjas de infiltración 13	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD5_PD6	Pozos/Zanjas de infiltración 14	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD6_PD7	Pozos/Zanjas de infiltración 15	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD7_PD8	Pozos/Zanjas de infiltración 16	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD8_PD9	Pozos/Zanjas de infiltración 17	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD9_PD10	Pozos/Zanjas de infiltración 18	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0
Area_PD10_CAMARA_69E	Pozos/Zanjas de infiltración 19	32.79	0	30.73	0	2.06	0	0	0

Tabla 36. Node Depth (lámina de agua en el nodo).

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Day of Maximum Depth	Hour of Maximum Depth	Maximum Reported Depth Meters
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0	00:48	0.03
PD12	JUNCTION	0.05	0.16	2542.41	0	00:47	0.05
PD13	JUNCTION	0.06	0.22	2542	0	00:47	0.07
PD14	JUNCTION	0.07	0.27	2541.71	0	00:48	0.08
PD15	JUNCTION	0.08	0.3	2541.39	0	00:48	0.09
PD16	JUNCTION	0.08	0.31	2541.05	0	00:49	0.09
PD17	JUNCTION	0.09	0.35	2540.89	0	00:49	0.1
PD18	JUNCTION	0.09	0.34	2540.66	0	00:50	0.09
PD19	JUNCTION	0.1	0.34	2540.3	0	00:50	0.09
PD10	JUNCTION	0.12	0.45	2534.76	0	00:50	0.13
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0	00:47	0.03
PD2	JUNCTION	0.04	0.18	2542.08	0	00:47	0.05
PD3	JUNCTION	0.05	0.2	2541.46	0	00:48	0.06
PD4	JUNCTION	0.06	0.23	2540.83	0	00:48	0.07
PD5	JUNCTION	0.07	0.26	2539.71	0	00:48	0.08
PD6	JUNCTION	0.07	0.26	2538.73	0	00:49	0.08
PD7	JUNCTION	0.07	0.26	2537.7	0	00:49	0.08
PD8	JUNCTION	0.08	0.29	2536.61	0	00:49	0.08
PD9	JUNCTION	0.08	0.32	2535.64	0	00:49	0.09
P84	JUNCTION	0.96	0.99	2530.88	0	00:52	0.3
P82	JUNCTION	0.96	1	2531.69	0	00:04	0.3
P80_2	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0	00:03	0.3
P83	JUNCTION	0.96	1	2531.69	0	00:04	0.3
P85	JUNCTION	0.96	0.99	2530.88	0	00:52	0.3
P80_1	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0	00:03	0.3
DES_P86	OUTFALL	0.96	0.99	2530.8	0	00:52	0.3
DES_P87	OUTFALL	0.96	0.99	2530.82	0	00:52	0.3
CAMARA_69E	DIVIDER	0.07	0.24	2533.78	0	00:50	0.07

Tabla 37. Node Inflow (Flujo de entrada en el nodo).

Node	Type	Maximum Lateral Inflow LPS	Maximum Total Inflow LPS	Day of Maximum Inflow	Hour of Maximum Inflow	Lateral Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Total Inflow Volume 10 ⁶ ltr	Flow Balance Error Percent
PD11	JUNCTION	10.89	10.89	0	00:46	0.0349	0.0349	0.037
PD12	JUNCTION	25.79	36.44	0	00:47	0.0828	0.118	0.001
PD13	JUNCTION	21.88	58.22	0	00:47	0.0702	0.188	0.223
PD14	JUNCTION	18.22	76.29	0	00:47	0.0585	0.246	0.197
PD15	JUNCTION	29.51	105.33	0	00:48	0.0947	0.34	-0.138
PD16	JUNCTION	31.11	135.76	0	00:48	0.0998	0.44	0.103
PD17	JUNCTION	19.21	154.4	0	00:49	0.0616	0.502	0.29
PD18	JUNCTION	16.7	170.56	0	00:49	0.0536	0.554	-0.298
PD19	JUNCTION	55.31	224.12	0	00:49	0.177	0.733	0.092
PD10	JUNCTION	18.17	464.68	0	00:50	0.0557	1.49	0.006
PD1	JUNCTION	13.25	13.25	0	00:45	0.0406	0.0406	0.025
PD2	JUNCTION	27.67	40.76	0	00:46	0.0848	0.125	0.021
PD3	JUNCTION	19.34	59.68	0	00:47	0.0593	0.185	0.02
PD4	JUNCTION	30.31	89.36	0	00:47	0.0929	0.278	0.018
PD5	JUNCTION	37.21	125.71	0	00:48	0.114	0.392	0.012
PD6	JUNCTION	4.77	130.28	0	00:48	0.0146	0.406	0.014
PD7	JUNCTION	17.74	147.37	0	00:49	0.0544	0.46	0.016
PD8	JUNCTION	28.01	174.22	0	00:49	0.0858	0.546	0.012
PD9	JUNCTION	51.23	223.51	0	00:49	0.157	0.703	0.008
P84	JUNCTION	0	4040.28	0	00:52	0	82.4	0.039
P82	JUNCTION	0	4040.11	0	00:51	0	82.5	0.179
P80_2	JUNCTION	3800	4024.48	0	00:50	82.1	82.8	0.445
P83	JUNCTION	0	4024.33	0	00:51	0	82.4	0.172
P85	JUNCTION	0	4024.47	0	00:52	0	82.3	0.033
P80_1	JUNCTION	3800	4040.3	0	00:50	82.1	82.9	0.444
DES_P86	OUTFALL	0	4040.29	0	00:52	0	82.3	0
DES_P87	OUTFALL	0	4024.48	0	00:52	0	82.2	0
CAMARA_69E	DIVIDER	0	464.76	0	00:50	0	1.49	0.002

Tabla 38. Outfall Loading (Desagüe descargado).

Outfall Node	Flow	Avg.	Max.	Total
	Freq.	Flow	Flow	Volume
	Pcnt.	LPS	LPS	10 ⁶ ltr
DES_P86	99.98	3826.28	4040.29	82.327
DES_P87	99.98	3822.15	4024.48	82.241

Tabla 39. Link Flow (Caudal en la tubería).

Link	Type	Maximum	Day of	Hour of	Maximum	Max /	Max /
		Flow	Maximum	Maximum	Velocity	Full	Full
		LPS	Flow	Flow	m/sec	Flow	Depth
PD11-PD12	CONDUIT	10.77	0	00:48	0.71	0.28	0.35
PD12-PD13	CONDUIT	36.42	0	00:47	0.96	0.57	0.53
PD13-PD14	CONDUIT	58.2	0	00:48	0.95	0.7	0.61
PD14-PD15	CONDUIT	76.17	0	00:48	1	0.92	0.74
PD15-PD16	CONDUIT	105.17	0	00:49	1.13	0.89	0.69
PD16-PD17	CONDUIT	135.59	0	00:49	1.2	0.83	0.67
PD17-PD18	CONDUIT	154.3	0	00:49	1.23	0.95	0.73
PD18-PD19	CONDUIT	170.49	0	00:50	1.34	0.79	0.62
PD19-PD10	CONDUIT	223.99	0	00:50	1.45	0.64	0.54
PD1-PD2	CONDUIT	13.16	0	00:47	0.83	0.27	0.36
PD2-PD3	CONDUIT	40.52	0	00:47	1.13	0.85	0.69
PD3-PD4	CONDUIT	59.51	0	00:48	1.24	0.76	0.64
PD4-PD5	CONDUIT	89.19	0	00:48	1.36	0.76	0.65
PD5-PD6	CONDUIT	125.62	0	00:48	1.47	0.75	0.64
PD6-PD7	CONDUIT	130.18	0	00:49	1.49	0.78	0.66
PD7-PD8	CONDUIT	147.25	0	00:49	1.53	0.64	0.58
PD8-PD9	CONDUIT	174.18	0	00:50	1.59	0.76	0.65
PD9-PD10	CONDUIT	223.52	0	00:49	1.69	0.73	0.64
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	464.76	0	00:50	1.82	0.82	0.63
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	224.48	0	00:50	1.3	0.05	0.15
P80_2-P83	CONDUIT	4024.33	0	00:51	3.25	0.77	0.66
P83-P85	CONDUIT	4024.47	0	00:52	3.25	0.77	0.66
P85-DES_P87	CONDUIT	4024.48	0	00:52	3.25	0.77	0.66
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	240.3	0	00:50	1.32	0.06	0.16
P80_1-P82	CONDUIT	4040.11	0	00:51	3.25	0.78	0.66
P82-P84	CONDUIT	4040.28	0	00:52	3.25	0.78	0.66
P84-DES_P86	CONDUIT	4040.29	0	00:52	3.25	0.78	0.66

Tabla 40. Flow Classification (Clasificación del flujo).

Conduit	Adjusted/ Actual	Fully	Upstrm	Dnstrm	Sub	Super	Upstrm	Dnstrm	Normal Flow	Inlet
	Length	Dry	Dry	Dry	Critical	Critical	Critical	Critical	Limited	Control
PD11-PD12	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD12-PD13	1	0	0	0	0.05	0	0	0.95	0	0
PD13-PD14	1	0	0	0	0.09	0	0	0.91	0	0
PD14-PD15	1	0	0	0	0.11	0	0	0.89	0	0
PD15-PD16	1	0	0	0	0.07	0	0	0.93	0	0
PD16-PD17	1	0	0	0	0.08	0	0	0.92	0	0
PD17-PD18	1	0	0	0	0.16	0	0	0.84	0	0
PD18-PD19	1	0	0	0	0.03	0	0	0.97	0	0
PD19-PD10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD1-PD2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD2-PD3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD3-PD4	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD4-PD5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD5-PD6	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD6-PD7	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD7-PD8	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD8-PD9	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD9-PD10	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
PD10-	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
CAMARA_69E- P80_2	1	0.02	0	0	0	0	0	0.98	0	0
P80_2-P83	1	0	0	0	0	0.01	0	0.99	0.01	0
P83-P85	1	0	0	0	0	0	0	0.99	0	0
P85-DES_P87	1	0	0	0	0	1	0	0	0.15	0
CAMARA_69E- P80_1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0
P80_1-P82	1	0	0	0	0	0.01	0	0.99	0.01	0
P82-P84	1	0	0	0	0	0	0	0.99	0	0
P84-DES_P86	1	0	0	0	0	1	0	0	0.09	0

Hidrogramas de salida en cada nodo + Control LID

A la salida de cada cuenca se tendrá entonces un hidrograma del flujo partir del análisis lluvia escorrentía usado en el modelo, además se tiene presente que fue dispuesto un control LID como se presenta a continuación.

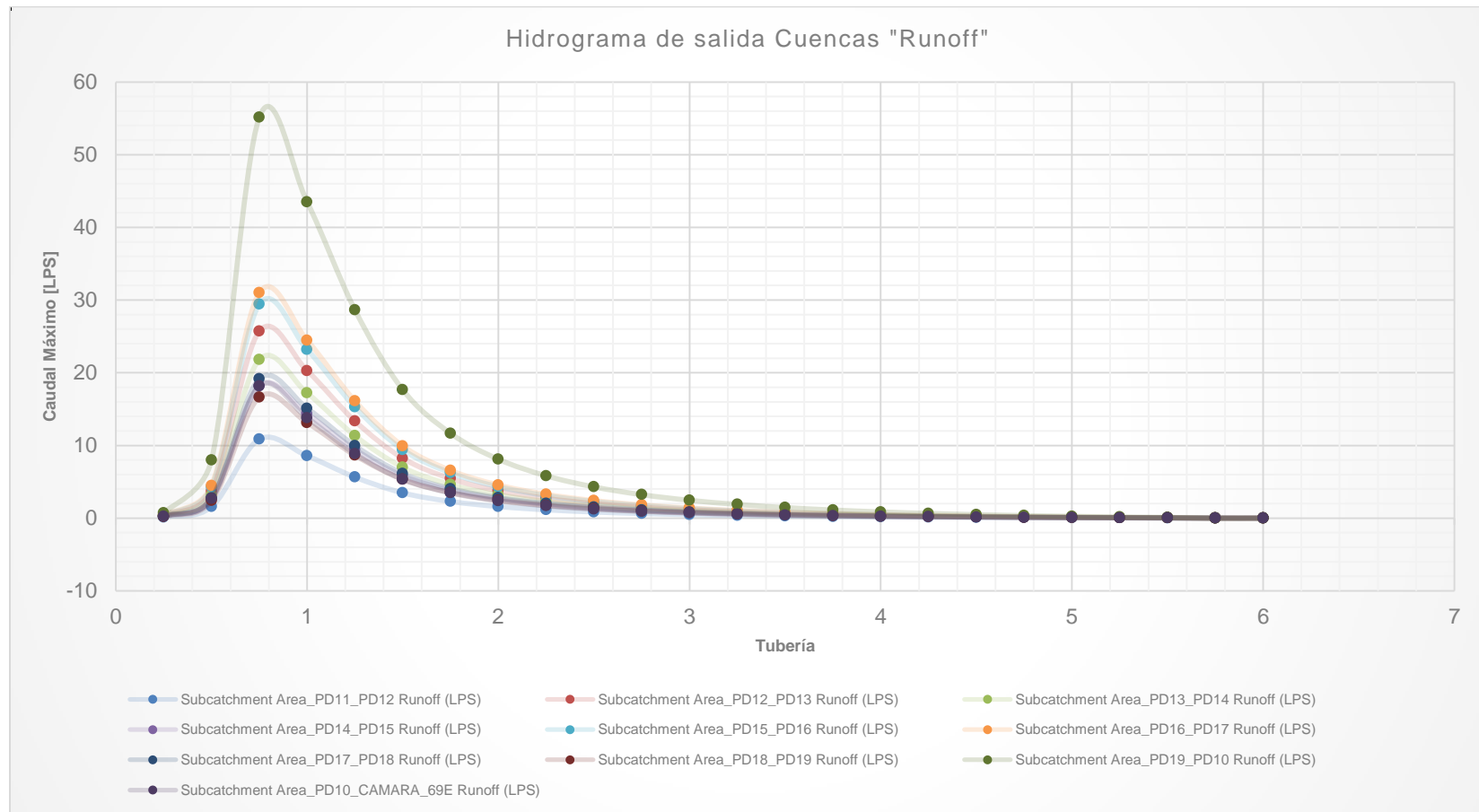


Figura 88. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD11_PD12 a Area_PD19_PD10

Tabla 41. Datos hidrogramas

Elapsed Time (hours)	Subcatchment Area_PD11_PD12 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD12_PD13 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD13_PD14 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD14_PD15 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD15_PD16 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD16_PD17 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD17_PD18 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD18_PD19 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD19_PD10 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD10_CAMARA_69E Runoff (LPS)
0.25	0.1385	0.3281	0.2783	0.2318	0.3754	0.3958	0.2444	0.2124	0.7036	0.242
0.5	1.5708	3.7206	3.156	2.6283	4.2568	4.4884	2.7715	2.4087	7.9786	2.6899
0.75	10.8545	25.71	21.8087	18.1622	29.4151	31.0154	19.1513	16.6448	55.1335	18.1657
1	8.5648	20.287	17.2083	14.331	23.2103	24.473	15.1115	13.1337	43.5036	13.7984
1.25	5.6423	13.365	11.3364	9.4409	15.2904	16.1222	9.9551	8.6522	28.6591	8.865
1.5	3.4779	8.2379	6.9878	5.8194	9.425	9.9377	6.1363	5.3332	17.6655	5.3357
1.75	2.2989	5.4451	4.6188	3.8466	6.2298	6.5687	4.056	3.5252	11.6767	3.47
2	1.5956	3.7793	3.2058	2.6698	4.3239	4.5591	2.8152	2.4467	8.1044	2.3807
2.25	1.1471	2.7169	2.3047	1.9193	3.1085	3.2776	2.0238	1.759	5.8263	1.6972
2.5	0.846	2.0039	1.6998	1.4156	2.2927	2.4174	1.4927	1.2973	4.2973	1.2442
2.75	0.6357	1.5057	1.2772	1.0636	1.7226	1.8163	1.1216	0.9748	3.2288	0.9307
3	0.4838	1.146	0.9721	0.8095	1.3111	1.3824	0.8536	0.7419	2.4574	0.7063
3.25	0.3712	0.8793	0.7459	0.6212	1.006	1.0608	0.655	0.5693	1.8856	0.541
3.5	0.286	0.6773	0.5745	0.4785	0.7749	0.8171	0.5045	0.4385	1.4524	0.4164
3.75	0.2202	0.5215	0.4424	0.3684	0.5966	0.6291	0.3885	0.3376	1.1183	0.3208
4	0.1687	0.3996	0.3389	0.2823	0.4572	0.482	0.2976	0.2587	0.8569	0.2462
4.25	0.128	0.3031	0.2571	0.2141	0.3468	0.3656	0.2258	0.1962	0.6499	0.1874
4.5	0.0955	0.2261	0.1918	0.1597	0.2587	0.2728	0.1684	0.1464	0.4849	0.1405
4.75	0.0694	0.1645	0.1395	0.1162	0.1882	0.1984	0.1225	0.1065	0.3527	0.103
5	0.0486	0.1151	0.0976	0.0813	0.1317	0.1389	0.0857	0.0745	0.2468	0.073
5.25	0.032	0.0759	0.0644	0.0536	0.0868	0.0915	0.0565	0.0491	0.1627	0.049
5.5	0.0191	0.0453	0.0384	0.032	0.0518	0.0546	0.0337	0.0293	0.0971	0.0302
5.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

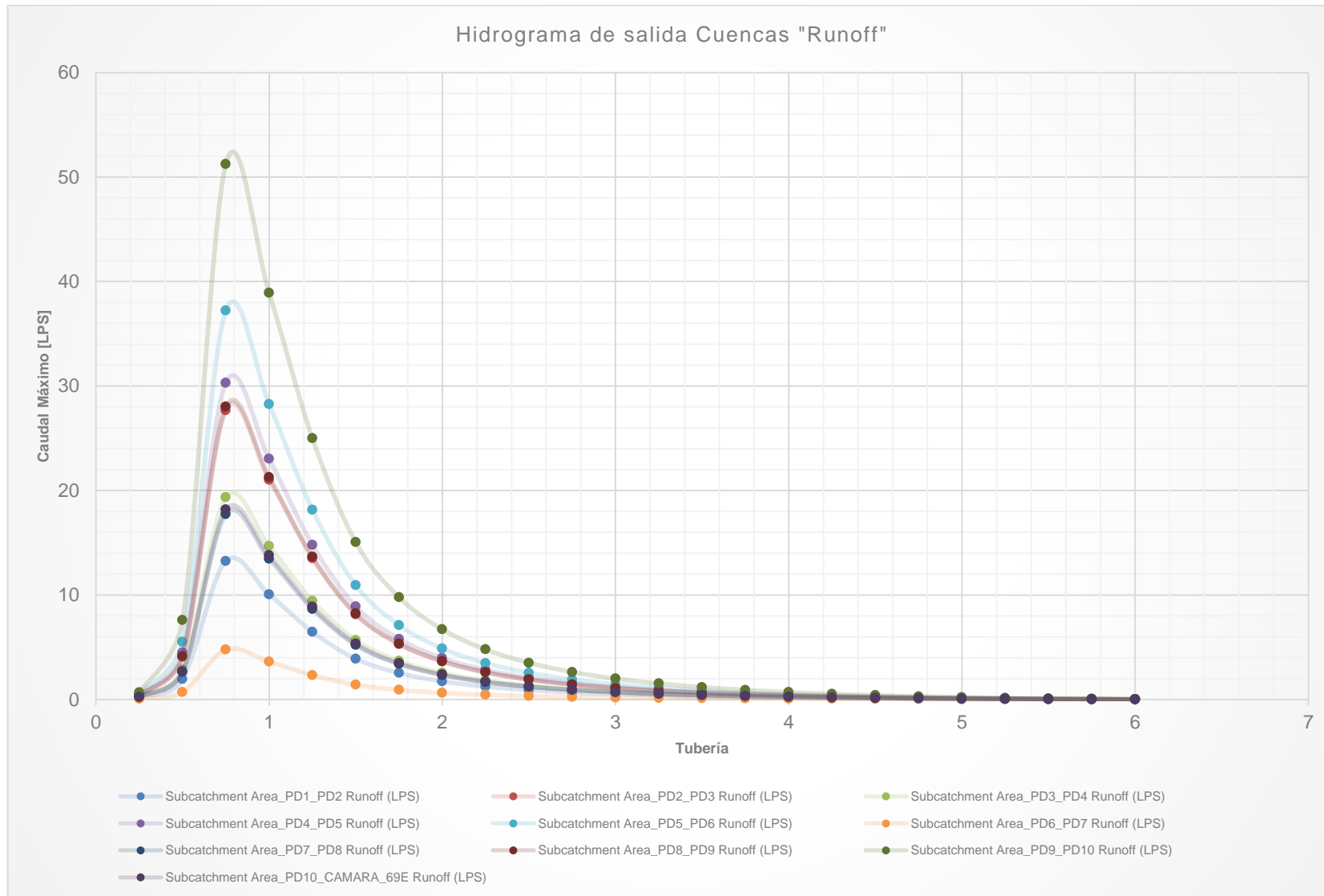


Figura 89. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD1_PD2 a Area_PD19_PD10

Tabla 42. Datos hidrogramas

Elapsed Time (hours)	Subcatchment Area_PD1_PD2 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD2_PD3 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD3_PD4 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD4_PD5 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD5_PD6 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD6_PD7 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD7_PD8 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD8_PD9 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD9_PD10 Runoff (LPS)	Subcatchment Area_PD10_CAMARA_69E Runoff (LPS)
0.25	0.1765	0.3686	0.2577	0.4038	0.4957	0.0635	0.2363	0.3731	0.6824	0.242
0.5	1.9616	4.0976	2.8641	4.4883	5.5103	0.7058	2.6262	4.1474	7.5854	2.6899
0.75	13.247	27.672	19.342	30.311	37.213	4.7666	17.735	28.009	51.227	18.166
1	10.062	21.02	14.692	23.024	28.266	3.6207	13.472	21.275	38.911	13.798
1.25	6.4647	13.504	9.439	14.792	18.16	2.3261	8.655	13.668	24.999	8.865
1.5	3.891	8.1281	5.6812	8.9031	10.93	1.4001	5.2093	8.2268	15.047	5.3357
1.75	2.5304	5.2859	3.6947	5.7899	7.1083	0.9105	3.3878	5.3501	9.7852	3.47
2	1.7361	3.6266	2.5349	3.9724	4.8769	0.6247	2.3243	3.6707	6.7136	2.3807
2.25	1.2377	2.5854	1.8071	2.8319	3.4768	0.4453	1.657	2.6168	4.7861	1.6972
2.5	0.9073	1.8953	1.3247	2.076	2.5487	0.3265	1.2147	1.9183	3.5085	1.2442
2.75	0.6787	1.4178	0.991	1.553	1.9066	0.2442	0.9087	1.435	2.6246	0.9307
3	0.515	1.0759	0.752	1.1785	1.4468	0.1853	0.6895	1.0889	1.9916	0.7063
3.25	0.3945	0.8241	0.576	0.9027	1.1082	0.142	0.5282	0.8341	1.5256	0.541
3.5	0.3037	0.6344	0.4434	0.6949	0.8531	0.1093	0.4066	0.6421	1.1743	0.4164
3.75	0.2339	0.4887	0.3416	0.5353	0.6572	0.0842	0.3132	0.4946	0.9047	0.3208
4	0.1796	0.3751	0.2622	0.4109	0.5044	0.0646	0.2404	0.3797	0.6944	0.2462
4.25	0.1367	0.2855	0.1995	0.3127	0.3839	0.0492	0.183	0.2889	0.5285	0.1874
4.5	0.1025	0.2141	0.1496	0.2345	0.2879	0.0369	0.1372	0.2167	0.3963	0.1405
4.75	0.0751	0.157	0.1097	0.1719	0.2111	0.027	0.1006	0.1589	0.2906	0.103
5	0.0532	0.1112	0.0777	0.1218	0.1495	0.0192	0.0713	0.1125	0.2058	0.073
5.25	0.0358	0.0747	0.0522	0.0818	0.1004	0.0129	0.0479	0.0756	0.1383	0.049
5.5	0.022	0.0461	0.0322	0.0504	0.0619	0.0079	0.0295	0.0466	0.0853	0.0302
5.75	0.0116	0.0243	0.017	0.0266	0.0327	0.0042	0.0156	0.0246	0.045	0.016
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Reducción de los picos con el uso de los controles LID

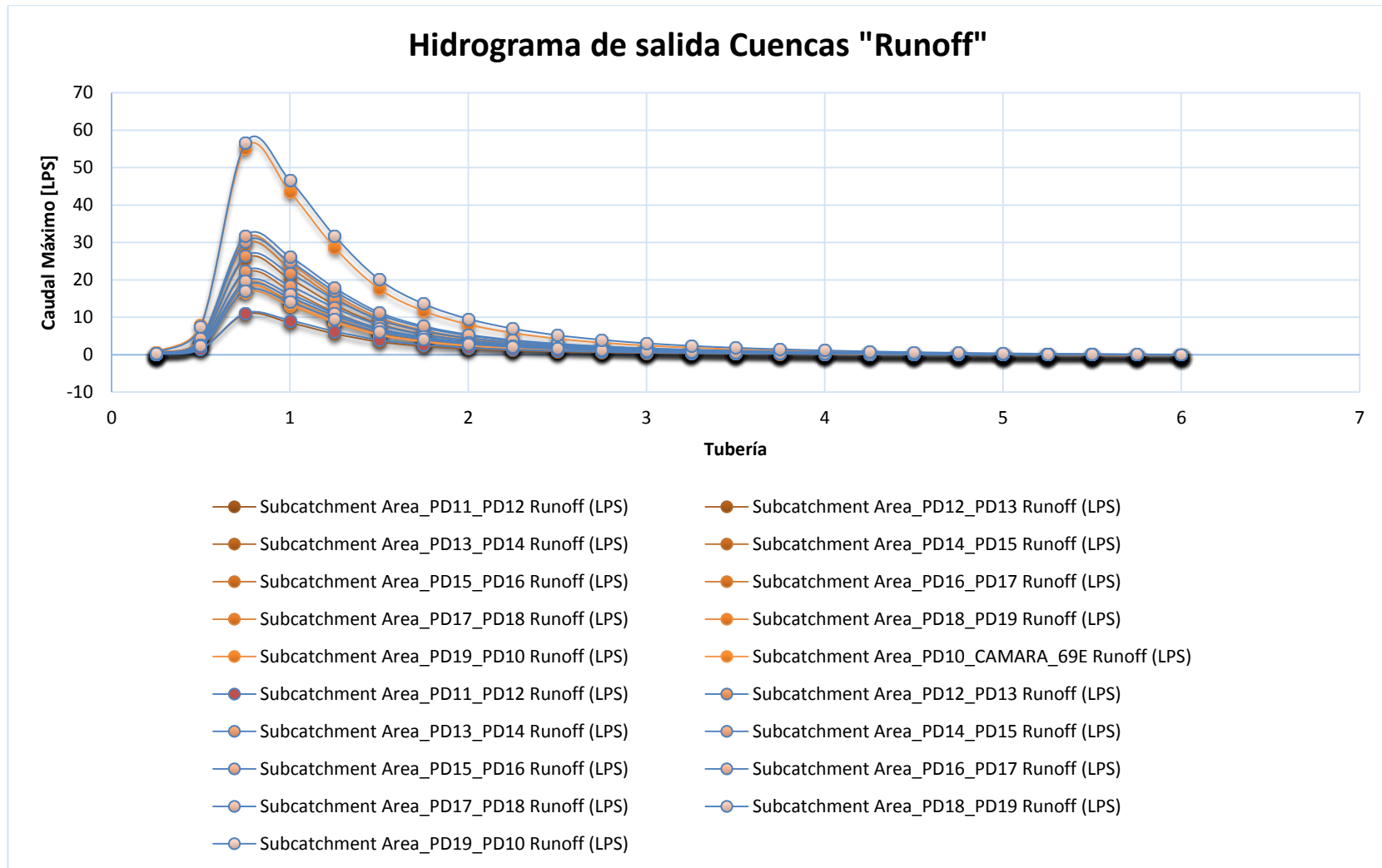


Figura 90. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD11_PD12 a Area_PD19_PD10

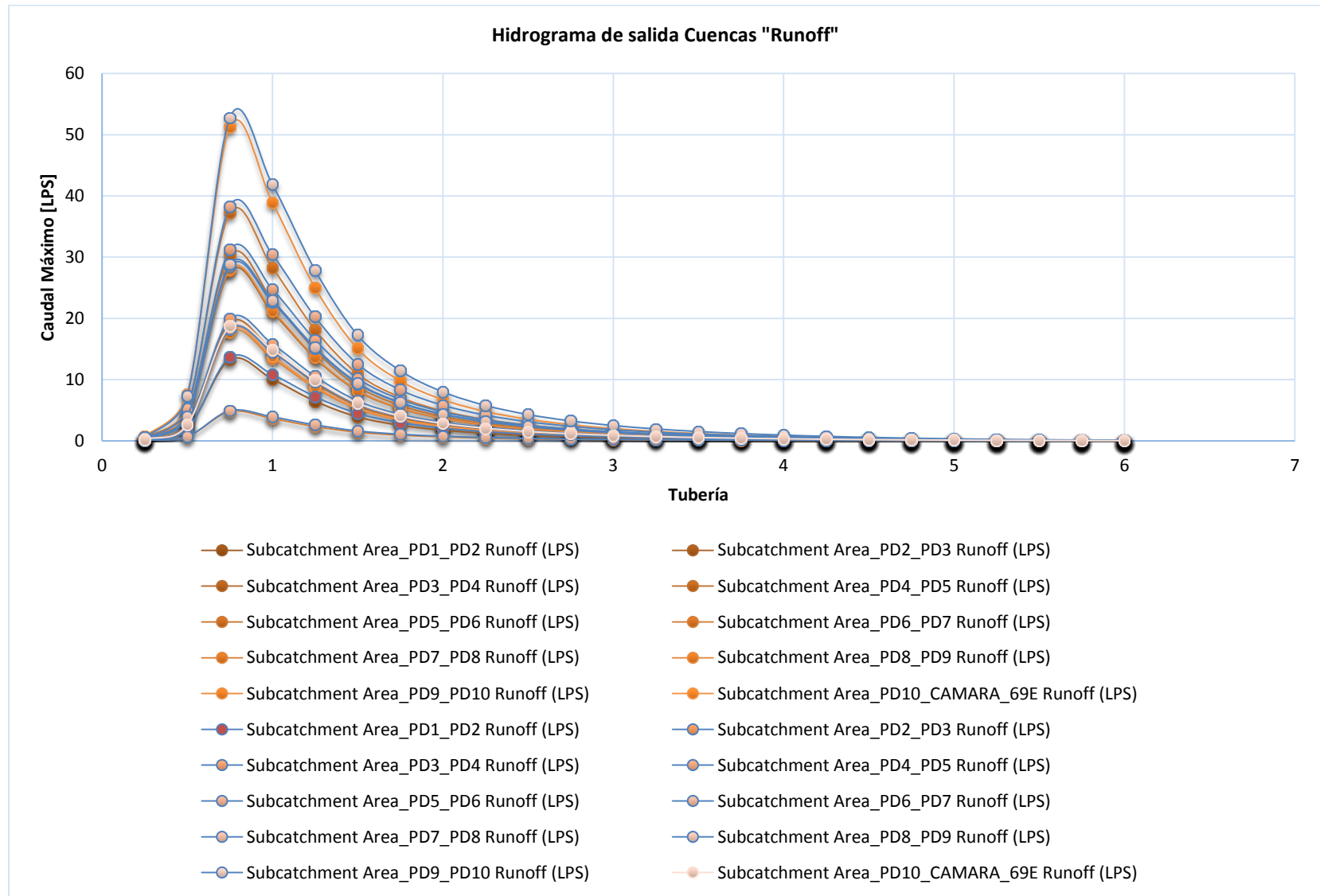


Figura 91. Hidrogramas de salidas áreas: Area_PD1_PD2 a Area_PD19_PD10

Comparación del hidrograma a la salida de cada descarga

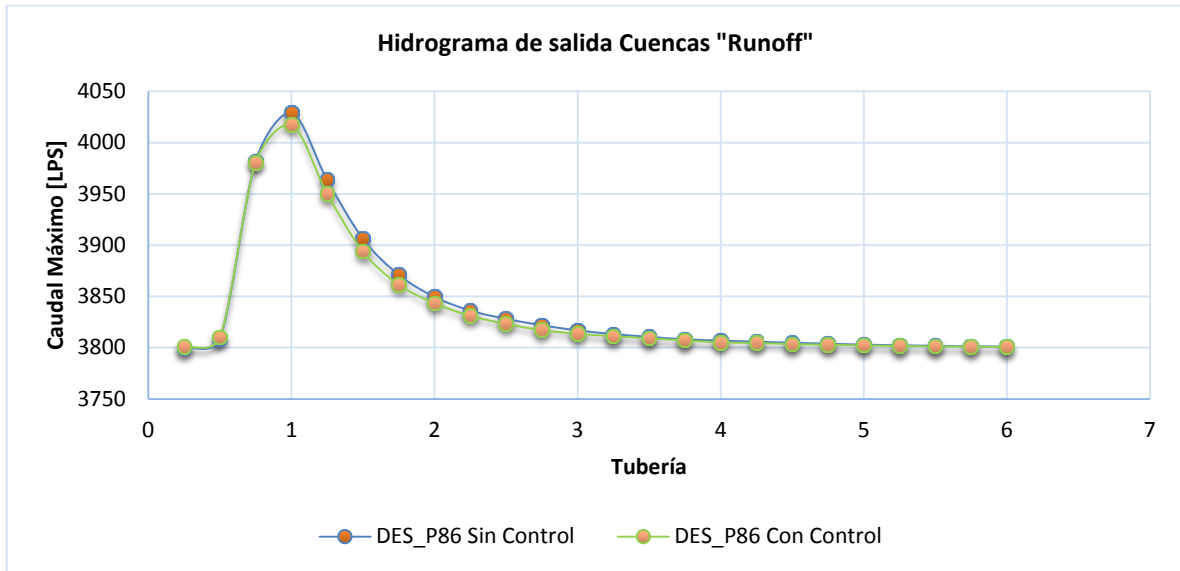


Figura 92. Reducción de los picos en los hidrogramas de salida de la red proyectada

Tabla 43. Datos hidrogramas – Reducción de picos

Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)		Reducción
	DES_P86 Sin Control	DES_P86 Con Control	
0.25	3800.0935	3800.6025	-0.509
0.5	3808.5923	3810.0569	-1.4646
0.75	3981.592	3980.2366	1.3554
1	4029.0815	4017.3699	11.7116
1.25	3963.4856	3950.1238	13.3618
1.5	3906.1184	3893.7703	12.3481
1.75	3871.0078	3861.4644	9.5434
2	3849.4741	3843.2988	6.1753
2.25	3836.0657	3831.0261	5.0396
2.5	3828.0146	3823.0532	4.9614
2.75	3821.835	3817.0027	4.8323
3	3816.7517	3813.4548	3.2969
3.25	3813.209	3811.1421	2.0669
3.5	3810.4453	3808.9373	1.508
3.75	3808.0627	3806.9751	1.0876
4	3806.8345	3805.0667	1.7678
4.25	3805.6799	3804.4771	1.2028
4.5	3804.7183	3803.4292	1.2891
4.75	3803.7295	3802.6914	1.0381
5	3802.8289	3802.0852	0.7437
5.25	3802.218	3801.5754	0.6426
5.5	3801.6982	3801.115	0.5832
5.75	3801.2217	3800.8538	0.3679
6	3800.9224	3800.6035	0.3189
		Q =	83.2688

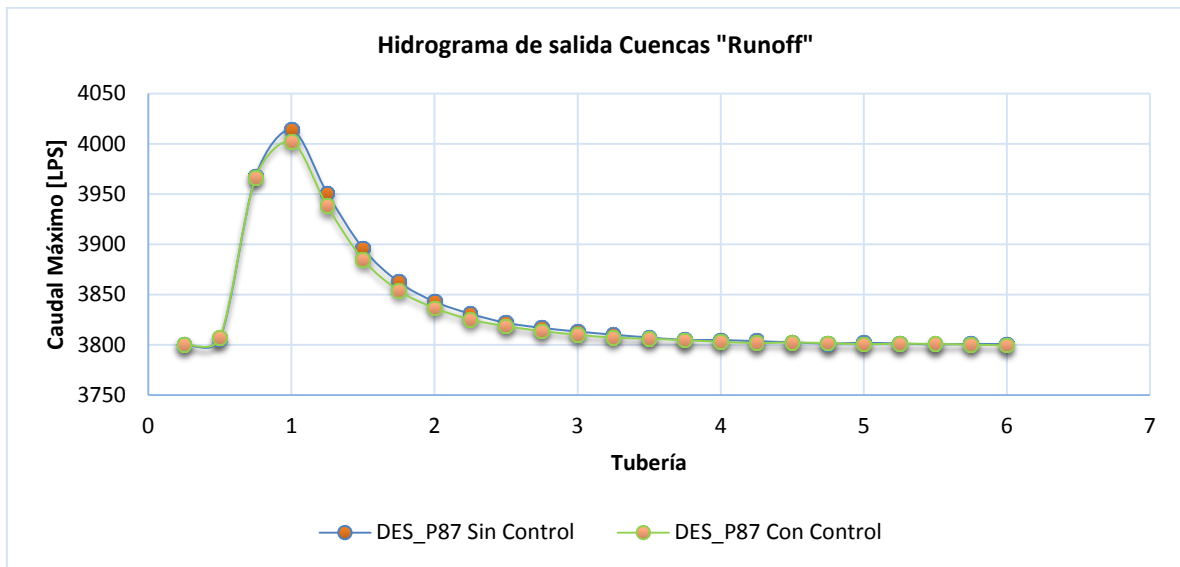


Figura 93. Reducción de los picos en los hidrogramas de salida de la red proyectada

Tabla 44. Datos hidrogramas – Reducción de picos

Elapsed Time (hours)	Total Inflow (LPS)		Reducción
	DES_P87 Sin Control	DES_P87 Con Control	
0.25	3800.0051	3800.0835	-0.0784
0.5	3805.563	3806.8662	-1.3032
0.75	3967.5989	3966.3247	1.2742
1	4014.0154	4002.2456	11.7698
1.25	3950.9658	3938.1116	12.8542
1.5	3895.9531	3884.9663	10.9868
1.75	3862.4409	3853.8845	8.5564
2	3842.925	3836.5249	6.4001
2.25	3830.7461	3825.0105	5.7356
2.5	3821.75	3818.3696	3.3804
2.75	3816.6826	3813.5374	3.1452
3	3813.0652	3809.8774	3.1878
3.25	3809.9075	3806.958	2.9495
3.5	3807.0952	3805.9314	1.1638
3.75	3804.7813	3804.3782	0.4031
4	3804.5713	3802.8997	1.6716
4.25	3803.4526	3801.5808	1.8718
4.5	3802.2656	3802.1213	0.1443
4.75	3801.1172	3801.4451	-0.3279
5	3801.7556	3800.4998	1.2558
5.25	3801.1526	3800.894	0.2586
5.5	3800.2666	3800.6914	-0.4248
5.75	3800.7268	3800.0159	0.7109
6	3800.5171	3799.3125	1.2046
	Q =		76.7902

De acuerdo con los resultados obtenidos en el análisis descrito previamente, la correcta aplicación de los controles LID, como el pozo/zanja de infiltración permite aminorar los picos de las tormentas o eventos máximos que se presenten en determinadas zonas. Es importante aclarar que bajo condiciones ideales estos se comportan de manera teóricamente correcta, garantizando esta disminución.

Los resultados obtenidos como objeto de este trabajo de grado pretenden resaltar la importancia del uso de alternativas sostenibles de drenaje urbano para disminuir los aportes de los colectores y evitar fenómenos como inundaciones.

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1 CONCLUSIONES

La modelación hidrológica e hidráulica de las redes de saneamiento permite una gestión y explotación eficiente de los recursos hídricos; en este caso el agua lluvia, práctica que es poco común en la legislación colombiana. Este trabajo de grado, pretende enfatizar la importancia de mejorar día a día los procesos para concebir un diseño, en el que se involucran varios factores y que, al combinarse con técnicas de drenaje alternativas, pueden mejorar considerablemente los sistemas de drenaje que se proyectan en las ciudades.

De acuerdo a lo anterior, la implementación de herramientas computacionales que ayuden a concebir los modelos hidráulicos e hidrológicos, impartiendo un orden de la información que deberá ser procesada por el diseñador es un aspecto importante para que en todos los proyectos de esta índole sean analizados los sistemas de saneamiento, ayudando considerablemente a proponer soluciones y alternativas en el control y la gestión de la escorrentía.

El propósito de la hoja de cálculo presentada en el anexo III, es permitir a los diseñadores generar de manera ágil y con el procesamiento de la información presentada en este trabajo de grado, generar distintos escenarios y analizar desde varias perspectivas las soluciones óptimas de los sistemas de saneamiento. En este documento se realiza una descripción como nota para guiar al usuario, en todo caso se deberá apoyar en las recomendaciones previamente presentadas y el manual del software libre.

Los parámetros y consideraciones tomadas para realizar el diseño del colector del caso de estudio, fueron adoptados de acuerdo a la normativa vigente y el estudio del arte correspondiente a los pozos/zanjas de infiltración expuesto en este

documento. Esta técnica, hace parte de los sistemas de drenaje sostenible (SUDS) o Controles LIDs; la cual, permite reducir parcialmente los aportes de aguas lluvias hacia la red de drenaje proyectada; esta reducción, permite obtener colectores de menor tamaño, evitando sobre excavaciones y sobrecostos, aminorando la afectación en las zonas donde se proyecten; es decir, impactando lo menor posible el medio ambiente.

El uso de nuevas alternativas de drenaje urbano en complemento a los sistemas de drenajes existentes permite mejorar de manera significativa la eficiencia de desagües de aguas lluvias en una ciudad. Es importante, que los sistemas sean planteados, diseñados, construidos y mantenidos para que su propósito sea efectivo, mitigando y realizando un control a los efectos adversos que la escorrentía provoca al medio ambiente.

En Colombia, el uso de SUDS como el complemento a los sistemas de drenaje convencionales empieza a tener un auge importante, pues se hace necesario el uso de nuevas alternativas para disminuir los aportes de escorrentía, en redes de aguas lluvias proyectadas, al mismo tiempo que sean amigables con el ambiente, permitiendo la menor afectación. Alguno de los beneficios que se obtienen con estos sistemas son:

- Aminorar los caudales pico disminuyendo el riesgo que se presenten fenómenos de inundación.
- Reducir volumen y frecuencia de escorrentías desde áreas urbanizadas hacia cauces naturales o redes de alcantarillado, para reproducir el drenaje natural y reducir el riesgo de inundación.
- Mejorar la calidad del agua procedente de las escorrentías, eliminando los contaminantes procedentes de fuentes difusas.
- Mejorar el paisaje urbano y ofrecer un mejor servicio al ciudadano.
- Reducir el número de descargas directas a la red.

- Minimizar la afección al régimen de funcionamiento de los cauces naturales receptores de las redes de alcantarillado pluvial.
- Mejorar el flujo subterráneo hacia los cursos naturales mediante infiltración.

Estudios e información necesaria

Un aspecto definitivo para realizar un diseño en el que se pretenda incursionar en la aplicación de SUDS, son los estudios de la zona de influencia, información como topografía, uso del suelo, hidráulicos e hidrológicos, tipo de suelo, niveles freáticos y otros estudios técnicos presentados en este trabajo de grado deberán revisarse antes de la aplicación de estos sistemas.

Es necesario apoyarse en estudios étnicos, pruebas de laboratorio que complementen el trabajo de diseño junto con la construcción en distintos tipos de suelos, analizando su comportamiento hidráulico frente a la zona colombiana.

Costos en la red de alcantarillado pluvial

El uso de SUDS en combinación de los sistemas de drenaje urbano convencionales permiten disminuir el caudal aportado en todo el sistema, reflejándose con una disminución de diámetros y de pendientes en la red planteada, permitiendo que no sean redes tan enterradas, reflejándose así en costos de todo el sistema proyectado.

Aplicación en la normatividad colombiana

Desde el punto de vista de un diseñador, la normatividad colombiana referente a la gestión del agua, se presenta en el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS); en el cual, se explican de manera superficial los temas relacionados a los sistemas de drenaje urbano sostenible (SUDS), al no tener una guía para la implementación de estos sistemas, se hace

complicado la aplicación de los mismos, obligando a tener pocas opciones en la concepción y solución a la gestión del agua.

En Colombia, es necesario que las entidades encargadas del control de escorrentías en las ciudades y en colaboración de todos los estudios técnicos necesarios, se encarguen de divulgar de los beneficios que los sistemas SUDS traen consigo. Los procesos de implementación de estos sistemas en los diseños de cada ciudad pueden tener presente las siguientes fases:

- Concienciación (ciudadanía, empresas públicas y privadas, entre otros)
- Elaboración de manuales de diseño y construcción
- Normatividad y legislación
- Monitorización de la aplicación de estos sistemas que se van realizando
- Investigación de nuevas técnicas, materiales, procesos constructivos entre otros
- Actualización continua de los nuevos conocimientos adquiridos a manuales y normativa.

5.2 LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Como futuras líneas de investigación para complementar el análisis hidráulico e hidrológico en ese trabajo de grado, pueden desarrollarse los siguientes proyectos:

1. Analizar las redes proyectadas teniendo presente los parámetros de contaminación, ayudando a descubrir las ventajas de estos SUDS.
2. Realizar el mismo análisis una ciudad completa para observar el comportamiento de la red proyectada.
3. Calibrar y validar el modelo creado en SWMM mediante medición de caudales de salida o lluvia.
4. Crear manuales de diseño y construcción que involucre el análisis de los modelos en programas como SWMM y de modelación de fluidos.
5. Realizar el análisis usando otras técnicas SUDS (Depósitos, cunetas verdes, zonas de bioretención, pavimentos permeables, entre otros), permitiendo facilitar la incursión y aplicación de estos sistemas en Colombia.

Capítulo 6

Bibliografía y referencias

1. **Secretaria distrital de ambiente - subdirección de Ecourbanismo y gestión ambiental. 2011.** <http://ambientebogota.gov.co/>. [En línea] 2011. <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/73754/Sistema+Urbanos+d e+Drenaje+Sostenible>.
2. **Agency, US Environmental Protection. 2015.** *User's Manual Version 5.1 - LID Storage Layer*. EEUU : Agency, US Environmental Protection, 2015.
3. **Asociación española de hidrogeólogos. 2008.** *IX Simposio de Hidrogeología*. Alicante : Ministerio de ciencia e innovación, 2008.
4. **C.Y., James. 2006.** *Urban Hidrology and Hidraulic Design*. Colorado : Water Resources Publications - WRP, 2006.
5. **Cano, Olga M. 2015.** *Low impacy development (LID) opportunities in the district of lamúd, Perú: a study of hydrology, cost and maintenance of appropriate stormwater best management practices (BMPs)*. Michigan, EEUU : Michigan Technological University, 2015.
6. **Centro panamericano de ingeniería sanitaria y ciencias del ambiente - Agencia Suiza para el desarrollo y la cooperación. 2003.** *Especificaciones Técnicas para el Diseño de Zanjias y Pozas de Infiltración*. Lima, Perú : Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico del área rural, 2003.
7. **Chow, Ven Te, Maidment, David R. y Mays, Larry W. 1994.** *Hidrología Aplicada*. s.l. : McGRAW-HILL Interamericana, S.A., 1994. 0-07-010810-2.
8. **Construction Industry Research and Information Association. 2001.** *CIRIA C523 (2001) Sustainable urban drainage systems, best practice manual for England, Scotland, Wales and Northern Ireland*. Londres, RU : Construction Industry Research and Information Association, 2001. pág. 131.
9. **Cruz, Gámiz y Martín, Manuel y Alba Peralta. 1989.** *Curvas Intensidad Frecuencia Duración y métodos de gastos máximos*. Habana : Centro de Investigaciones Hidráulicas, ISPJAE, 1989.
10. **Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. 1996.** *Técnicas alternativas para soluciones de aguas lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. Santiago, Chile : Dirección de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. Ministerio de Vivienda y Urbanismo., 1996. pág. 670.
11. **Doménech, Ignacio Andrés. 2010.** *Evaluación probabilística de indicadores de eficiencia para el dimensionamiento volumétrico de tanques de tormenta para el control de la contaminación de escorrentías urbanas*. Valencia : Universidad Politecnica de Valencia, 2010.

12. **Haba, Eduardo García. 2011.** *Control de escorrentías urbanas mediante pavimentos permeables: aplicación en climas mediterraneos.* Valencia, España : s.n., Octubre de 2011.
13. **Instituto Nacional de la infraestructura Física Educativa. 2012.** <http://infe.inifed.gob.mx/>. <http://infe.inifed.gob.mx/>. [En línea] Febrero de 2012.
http://infe.inifed.gob.mx/Mejores_Escuelas_2012/Descargas/planos%202012%20set1/ME-35%20POZO%20DE%20ABSORCION.pdf.
14. **J, Yang. y G, Jiang. 2003.** *Experimental study on properties of pervious concrete pavement materials.* *Cement and Concrete Research.* 2003.
15. **J., C. Deutsh, y otros. 2003.** *DAYWATER, Report 5.1. Review of the Use of Stormwater BMPs in Europe.* United Kingdom : Middlesex University, 2003. págs. 1-98.
16. **Joseba Rodriguez, Jorge Rodriguez, Elena Gómez, Daniel Castro. 2009.** *Sistemas urbanos de drenaje sostenible, SUDS.* <http://www.caminoispaisvasco.com/>. [En línea] 2009.
<http://www.caminoispaisvasco.com/Profesion/Publicaciones%20de%20nuestros%20colegiados/suds>.
17. **Martínez, Alejandra Martínez. 2013.** *Diseño sustentable del sistema de drenaje pluvial de los edificios E y P de la unidad Azcapotzalco.* Azcapotzalco, México : División Ciencias Básicas e Ingeniería, 2013. 206302622.
18. **McCuen R. Federal Highway Administration. 1996.** *FHWA-SA-96-067 - Hidrology.* s.l. : FHA, 1996.
19. **Ministerio de desarrollo economico, Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico. 2000.** *Sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales.* Bogotá, Colombia : Ministerio de desarrollo economico, 2000.
20. **Ministerio de vivienda y urbanismo. 1996.** *Técnicas Alternativas para Soluciones de Aguas Lluvias en Sectores Urbanos. Guía de Diseño.* Santiago, Chile : Ministerio de vivienda y urbanismo, 1996.
21. **Momparler, Sara Perales y Andrés-Doménech, Ignacio. 2007.** *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible: una alternativa a la gestión del agua de lluvia.* Valencia : PMEnginyeria; Dep. Ing. Hidráulica y Medio Ambiente. Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
22. **Office of Water, United States Environmental Protection Agency. 1999.** *Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices.* Washington DC, EEUU : EPA, 1999. pág. 210. EPA-821-R-99-012.
23. **Ojha, C.S.P., Berndtsson, R. y Bhunya, P. 2008.** *Engineering Hydrology.* Oxford : Oxford University Press, 2008.
24. **Otálvaro, María Victoria Vélez. 1999.** *Hidráulica de aguas subterráneas.* Medellín : Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, 1999.

25. **Polo, Francisco Javier Ferrer. 1996.** *Recomendaciones para el cálculo hidrometeorológico de avenidas.* Cedex, España : Ministerio de Obras Públicas, 1996. pág. 77. M-37, 77p..
26. **Protection, Department of Environmental. 2006.** *Bureau of Watershed Management.* Pennsylvania : DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION, 2006.
27. **Sánchez, Jorge Rodríguez. 2012.** *Nuevas tendencias en la gestión de drenaje pluvial en una cuenca urbana.* s.l. : Universidad de la Rioja, 2012.
28. **SIAPA. 2014.** <http://www.siapa.gob.mx/>. <http://www.siapa.gob.mx/>. [En línea] Febrero de 2014. http://www.siapa.gob.mx/sites/default/files/capitulo_5._infiltracion_pluvial.pdf
29. **US Environmental Protection Agency. 1980.** *Porous Pavement: Phase I - Design and Operational Criteria - Report EPA 600/2 80 135.* s.l. : U.S.EPA., 1980.
30. **Victorian Stormwater Committee. 1999.** *Urban Stormwater Best practice environmental management guidelines.* Melbourne : CSIRO, 1999.
31. **Watkins, D.W. y Barkdoll, B. 2008.** *Civil Engineering and Environmental System - Educating Engineers in the Sustainable Futures Model with a Global Perspective.* 2008. págs. 255-263.
32. **WikiWater. 2014.** WikiWater. *WikiWater.* [En línea] 2014. <http://wikiwater.fr/a2-pozos-de-absorcion.html>.
33. **Woods-Ballard, B., y otros. 2007.** *The SUDS Manual.* London : CIRIA C697, 2007. págs. 1.1-25.17.
34. **Wurbs, Ralph A. y James, Wesley P. 2001.** *Water Resources Engineering.* EEUU : Prentice Hall, 2001.

Anexo I

Resultados numéricos de los cálculos

Escenario 1 – Flujo uniforme – Tr 5 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.010)

0

WARNING 01: wet weather time step reduced to recording interval for Rain Gage Hietograma_Tr_3_años

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 HORTON
Flow Routing Method STEADY
Starting Date AUG-24-2016 00:00:00
Ending Date AUG-24-2016 06:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:15:00
Wet Time Step 00:01:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 5.00 sec

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.188	30.483
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.022	3.617
Surface Runoff	0.163	26.507

Final Storage 0.002 0.363
 Continuity Error (%) -0.011

```
*****
Flow Routing Continuity
*****
Volume      Volume
hectare-m   10^6 ltr
-----
Dry Weather Inflow ..... 16.414 164.142
Wet Weather Inflow ..... 0.163 1.634
Groundwater Inflow ..... 0.000 0.000
RDII Inflow ..... 0.000 0.000
External Inflow ..... 0.000 0.000
External Outflow ..... 16.741 167.411
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 (%) ..... -0.986
```

```
*****
Highest Flow Instability Indexes
*****
```

All links are stable.

```
*****
Routing Time Step Summary
*****
```

Minimum Time Step : 5.00 sec
 Average Time Step : 5.00 sec
 Maximum Time Step : 5.00 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 mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff Coeff	Runoff LPS
Area_PD11_PD12	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.04	11.21	0.861
Area_PD12_PD13	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.09	26.56	0.861
Area_PD13_PD14	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.08	22.53	0.861
Area_PD14_PD15	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.06	18.76	0.861
Area_PD15_PD16	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.10	30.39	0.861
Area_PD16_PD17	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.11	32.04	0.861
Area_PD17_PD18	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.07	19.79	0.861

Area_PD18_PD19	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.06	17.20	0.861
Area_PD19_PD10	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.19	56.96	0.861
Area_PD1_PD2	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.04	13.69	0.878
Area_PD2_PD3	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.09	28.59	0.878
Area_PD3_PD4	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	19.98	0.878
Area_PD4_PD5	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.10	31.31	0.878
Area_PD5_PD6	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.12	38.45	0.878
Area_PD6_PD7	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.02	4.92	0.878
Area_PD7_PD8	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	18.32	0.878
Area_PD8_PD9	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.09	28.94	0.878
Area_PD9_PD10	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.17	52.92	0.878
Area_PD10_CAMARA_69E	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	18.77	0.878

Node Depth Summary

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min	Max Depth Meters	Reported Max Depth Meters
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0 00:47	0.03	
PD12	JUNCTION	0.13	0.20	2542.44	0 00:47	0.06	
PD13	JUNCTION	0.11	0.23	2542.02	0 00:47	0.07	
PD14	JUNCTION	0.12	0.28	2541.72	0 00:47	0.08	
PD15	JUNCTION	0.12	0.32	2541.42	0 00:47	0.10	
PD16	JUNCTION	0.13	0.36	2541.10	0 00:47	0.11	
PD17	JUNCTION	0.14	0.38	2540.92	0 00:47	0.11	
PD18	JUNCTION	0.12	0.39	2540.71	0 00:47	0.12	
PD19	JUNCTION	0.15	0.40	2540.37	0 00:47	0.12	
PD10	JUNCTION	5.63	5.89	2540.19	0 00:47	1.79	
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0 00:46	0.03	
PD2	JUNCTION	0.14	0.20	2542.10	0 00:46	0.06	
PD3	JUNCTION	0.09	0.22	2541.48	0 00:46	0.07	
PD4	JUNCTION	0.11	0.26	2540.86	0 00:46	0.08	
PD5	JUNCTION	0.62	0.79	2540.24	0 00:46	0.24	
PD6	JUNCTION	0.59	0.79	2539.26	0 00:46	0.24	
PD7	JUNCTION	0.61	0.81	2538.25	0 00:46	0.25	
PD8	JUNCTION	0.64	0.84	2537.16	0 00:46	0.26	
PD9	JUNCTION	0.66	0.88	2536.21	0 00:46	0.27	
P84	JUNCTION	0.97	1.04	2530.93	0 00:46	0.32	
P82	JUNCTION	0.97	1.04	2531.74	0 00:46	0.32	
P80_2	JUNCTION	1.33	1.57	2533.86	0 00:46	0.48	
P83	JUNCTION	0.97	1.04	2531.73	0 00:46	0.32	
P85	JUNCTION	0.97	1.04	2530.93	0 00:46	0.32	
P80_1	JUNCTION	1.33	1.57	2533.86	0 00:46	0.48	
DES_P86	OUTFALL	0.97	1.04	2530.85	0 00:46	0.32	
DES_P87	OUTFALL	0.97	1.04	2530.86	0 00:46	0.32	
CAMARA_69E	DIVIDER	0.79	1.16	2534.70	0 00:46	0.35	

Node Inflow Summary

Node	Type	Maximum Lateral Inflow	Maximum Total Inflow	Maximum Time of Occurrence	Lateral Inflow Volume	Total Inflow Volume	Flow Balance Error
		LPS	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr	Percent
PD11	JUNCTION	11.21	11.21	0 00:47	0.0382	0.0382	0.000
PD12	JUNCTION	26.56	37.78	0 00:47	0.0905	0.129	0.000
PD13	JUNCTION	22.53	60.31	0 00:47	0.0768	0.206	0.000
PD14	JUNCTION	18.76	79.07	0 00:47	0.064	0.27	0.000
PD15	JUNCTION	30.39	109.46	0 00:47	0.104	0.373	0.000
PD16	JUNCTION	32.04	141.51	0 00:47	0.109	0.482	0.000
PD17	JUNCTION	19.79	161.30	0 00:47	0.0674	0.55	0.000
PD18	JUNCTION	17.20	178.49	0 00:47	0.0586	0.608	0.000
PD19	JUNCTION	56.96	235.45	0 00:47	0.194	0.803	0.000
PD10	JUNCTION	18.77	491.15	0 00:46	0.061	1.63	0.000
PD1	JUNCTION	13.69	13.69	0 00:46	0.0445	0.0445	0.000
PD2	JUNCTION	28.59	42.27	0 00:46	0.0929	0.137	0.000
PD3	JUNCTION	19.98	62.26	0 00:46	0.065	0.202	0.000
PD4	JUNCTION	31.31	93.57	0 00:46	0.102	0.304	0.000
PD5	JUNCTION	38.45	132.02	0 00:46	0.125	0.429	0.000
PD6	JUNCTION	4.92	136.94	0 00:46	0.016	0.445	0.000
PD7	JUNCTION	18.32	155.26	0 00:46	0.0596	0.505	0.000
PD8	JUNCTION	28.94	184.20	0 00:46	0.0941	0.599	0.000
PD9	JUNCTION	52.92	237.12	0 00:46	0.172	0.771	0.000
P84	JUNCTION	0.00	4291.15	0 00:46	0	83.7	0.000
P82	JUNCTION	0.00	4291.15	0 00:46	0	83.7	0.000
P80_2	JUNCTION	3800.00	4291.15	0 00:46	82.1	83.7	0.000
P83	JUNCTION	0.00	4291.15	0 00:46	0	83.7	0.000
P85	JUNCTION	0.00	4291.15	0 00:46	0	83.7	0.000
P80_1	JUNCTION	3800.00	4291.15	0 00:46	82.1	83.7	0.000
DES_P86	OUTFALL	0.00	4291.15	0 00:46	0	83.7	0.000
DES_P87	OUTFALL	0.00	4291.15	0 00:46	0	83.7	0.000
CAMARA_69E	DIVIDER	0.00	491.15	0 00:46	0	1.63	-50.000

Node Surge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

Node	Type	Max. Height Above Crown	Min. Depth Below Rim
		Hours Surcharged	Meters
PD11	JUNCTION	6.00	1.358
PD12	JUNCTION	6.00	1.408
PD13	JUNCTION	6.00	1.784
PD14	JUNCTION	6.00	2.081
PD15	JUNCTION	6.00	1.683

PD16	JUNCTION	6.00	0.357	1.750
PD17	JUNCTION	6.00	0.378	1.877
PD18	JUNCTION	6.00	0.390	1.940
PD19	JUNCTION	6.00	0.403	2.132
PD10	JUNCTION	6.00	5.890	2.055
PD1	JUNCTION	6.00	0.091	1.359
PD2	JUNCTION	6.00	0.201	1.749
PD3	JUNCTION	6.00	0.223	1.867
PD4	JUNCTION	6.00	0.258	2.237
PD5	JUNCTION	6.00	0.792	2.759
PD6	JUNCTION	6.00	0.789	3.792
PD7	JUNCTION	6.00	0.811	5.248
PD8	JUNCTION	6.00	0.840	5.142
PD9	JUNCTION	6.00	0.880	6.064
P84	JUNCTION	6.00	1.040	5.051
P82	JUNCTION	6.00	1.040	4.324
P80_2	JUNCTION	6.00	1.573	8.809
P83	JUNCTION	6.00	1.040	4.326
P85	JUNCTION	6.00	1.040	5.050
P80_1	JUNCTION	6.00	1.573	8.812
CAMARA_69E	DIVIDER	6.00	1.156	7.974

Node Flooding Summary

No nodes were flooded.

Outfall Loading Summary

Outfall Node	Flow Freq	Avg Flow Pcnt	Max Flow LPS	Total Volume LPS	10^6 ltr
DES_P86		100.00	3875.67	4291.15	83.705
DES_P87		100.00	3875.67	4291.15	83.705
System		100.00	7751.34	8582.31	167.410

Link Flow Summary

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

PD11-PD12	CONDUIT	11.21	0	00:47	0.69	0.29	0.37
PD12-PD13	CONDUIT	37.78	0	00:47	0.94	0.59	0.55
PD13-PD14	CONDUIT	60.31	0	00:47	0.94	0.73	0.63
PD14-PD15	CONDUIT	79.07	0	00:47	0.98	0.95	0.78
PD15-PD16	CONDUIT	109.46	0	00:47	1.07	0.92	0.76
PD16-PD17	CONDUIT	141.51	0	00:47	1.15	0.87	0.72
PD17-PD18	CONDUIT	161.30	0	00:47	1.16	0.99	0.81
PD18-PD19	CONDUIT	178.49	0	00:47	1.22	0.83	0.70
PD19-PD10	CONDUIT	235.45	0	00:47	1.33	0.67	0.60
PD1-PD2	CONDUIT	13.69	0	00:46	0.84	0.29	0.37
PD2-PD3	CONDUIT	42.27	0	00:46	1.10	0.88	0.73
PD3-PD4	CONDUIT	62.26	0	00:46	1.22	0.80	0.68
PD4-PD5	CONDUIT	93.57	0	00:46	1.36	0.80	0.67
PD5-PD6	CONDUIT	132.02	0	00:46	1.48	0.79	0.67
PD6-PD7	CONDUIT	136.94	0	00:46	1.49	0.82	0.69
PD7-PD8	CONDUIT	155.26	0	00:46	1.55	0.68	0.60
PD8-PD9	CONDUIT	184.20	0	00:46	1.60	0.80	0.68
PD9-PD10	CONDUIT	237.12	0	00:46	1.71	0.78	0.66
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	491.15	0	00:46	1.66	0.86	0.72
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	491.15	0	00:46	1.63	0.11	0.23
P80_2-P83	CONDUIT	4291.15	0	00:46	3.29	0.83	0.69
P83-P85	CONDUIT	4291.15	0	00:46	3.29	0.83	0.69
P85-DES_P87	CONDUIT	4291.15	0	00:46	3.29	0.83	0.69
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	491.15	0	00:46	1.63	0.11	0.23
P80_1-P82	CONDUIT	4291.15	0	00:46	3.29	0.83	0.69
P82-P84	CONDUIT	4291.15	0	00:46	3.29	0.83	0.69
P84-DES_P86	CONDUIT	4291.15	0	00:46	3.29	0.83	0.69

Conduit Surcharge Summary

No conduits were surcharged.

Analysis begun on: Thu Aug 25 11:17:41 2016

Analysis ended on: Thu Aug 25 11:17:41 2016

Total elapsed time: < 1 sec

Escenario 1 – Onda cinemática – Tr 5 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.010)

0

WARNING 01: wet weather time step reduced to recording interval for Rain Gage Hietograma_Tr_3_años

 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 HORTON
 Flow Routing Method KINWAVE
 Starting Date AUG-24-2016 00:00:00
 Ending Date AUG-24-2016 06:00:00
 Antecedent Dry Days 0.0
 Report Time Step 00:15:00
 Wet Time Step 00:01:00
 Dry Time Step 01:00:00
 Routing Time Step 5.00 sec

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.188	30.483
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.022	3.617
Surface Runoff	0.163	26.507
Final Storage	0.002	0.363
Continuity Error (%)	-0.011	

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

Dry Weather Inflow	16.414	164.142
Wet Weather Inflow	0.163	1.634
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	16.653	166.531
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	0.117	1.170
Continuity Error (%)	-1.161	

Highest Flow Instability Indexes

All links are stable.

Routing Time Step Summary

Minimum Time Step	:	5.00 sec
Average Time Step	:	5.00 sec
Maximum Time Step	:	5.00 sec
Percent in Steady State	:	0.00
Average Iterations per Step	:	1.19
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 mm	Peak Runoff 10 ⁶ ltr	Runoff Coeff	Runoff LPS
Area_PD11_PD12	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.04	11.21	0.861
Area_PD12_PD13	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.09	26.56	0.861
Area_PD13_PD14	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.08	22.53	0.861
Area_PD14_PD15	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.06	18.76	0.861
Area_PD15_PD16	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.10	30.39	0.861
Area_PD16_PD17	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.11	32.04	0.861
Area_PD17_PD18	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.07	19.79	0.861
Area_PD18_PD19	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.06	17.20	0.861
Area_PD19_PD10	28.45	0.00	0.00	0.00	3.62	24.49	0.19	56.96	0.861
Area_PD1_PD2	32.79	0.00	0.00	0.00	3.62	28.79	0.04	13.69	0.878
Area_PD2_PD3	32.79	0.00	0.00	0.00	3.62	28.79	0.09	28.59	0.878
Area_PD3_PD4	32.79	0.00	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	19.98	0.878
Area_PD4_PD5	32.79	0.00	0.00	0.00	3.62	28.79	0.10	31.31	0.878
Area_PD5_PD6	32.79	0.00	0.00	0.00	3.62	28.79	0.12	38.45	0.878

Area_PD6_PD7	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.02	4.92	0.878
Area_PD7_PD8	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	18.32	0.878
Area_PD8_PD9	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.09	28.94	0.878
Area_PD9_PD10	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.17	52.92	0.878
Area_PD10_CAMARA_69E	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	18.77	0.878

Node Depth Summary

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min	Max Depth Meters	Reported Max Depth Meters
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0 00:47	0.03	
PD12	JUNCTION	0.13	0.20	2542.44	0 00:48	0.06	
PD13	JUNCTION	0.11	0.23	2542.02	0 00:48	0.07	
PD14	JUNCTION	0.12	0.27	2541.72	0 00:49	0.08	
PD15	JUNCTION	0.12	0.32	2541.41	0 00:50	0.09	
PD16	JUNCTION	0.13	0.35	2541.10	0 00:51	0.10	
PD17	JUNCTION	0.14	0.37	2540.92	0 00:51	0.11	
PD18	JUNCTION	0.12	0.38	2540.70	0 00:51	0.11	
PD19	JUNCTION	0.15	0.40	2540.36	0 00:52	0.12	
PD10	JUNCTION	5.63	5.88	2540.19	0 00:52	1.79	
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0 00:46	0.03	
PD2	JUNCTION	0.14	0.20	2542.10	0 00:47	0.06	
PD3	JUNCTION	0.09	0.22	2541.48	0 00:48	0.07	
PD4	JUNCTION	0.11	0.26	2540.86	0 00:48	0.08	
PD5	JUNCTION	0.62	0.79	2540.24	0 00:49	0.24	
PD6	JUNCTION	0.59	0.79	2539.26	0 00:49	0.24	
PD7	JUNCTION	0.61	0.81	2538.25	0 00:49	0.24	
PD8	JUNCTION	0.64	0.84	2537.16	0 00:50	0.25	
PD9	JUNCTION	0.66	0.88	2536.20	0 00:50	0.26	
P84	JUNCTION	0.96	1.04	2530.93	0 00:53	0.31	
P82	JUNCTION	0.96	1.04	2531.73	0 00:52	0.31	
P80_2	JUNCTION	1.33	1.57	2533.86	0 00:51	0.47	
P83	JUNCTION	0.96	1.04	2531.73	0 00:52	0.31	
P85	JUNCTION	0.96	1.04	2530.93	0 00:53	0.31	
P80_1	JUNCTION	1.33	1.57	2533.85	0 00:51	0.47	
DES_P86	OUTFALL	0.96	1.04	2530.84	0 00:53	0.31	
DES_P87	OUTFALL	0.96	1.04	2530.86	0 00:53	0.31	
CAMARA_69E	DIVIDER	0.79	1.15	2534.69	0 00:51	0.34	

Node Inflow Summary

Maximum Lateral Inflow	Maximum Total Inflow	Maximum Time of Occurrence	Lateral Inflow Volume	Total Inflow Volume	Flow Balance Error
------------------------	----------------------	----------------------------	-----------------------	---------------------	--------------------

Node	Type	LPS	LPS	days	hr:min	10^6 ltr	10^6 ltr	Percent
PD11	JUNCTION	11.21	11.21	0	00:47	0.0382	0.0382	0.000
PD12	JUNCTION	26.56	37.68	0	00:47	0.0905	0.129	0.000
PD13	JUNCTION	22.53	60.03	0	00:48	0.0768	0.205	0.000
PD14	JUNCTION	18.76	78.44	0	00:49	0.064	0.269	0.000
PD15	JUNCTION	30.39	107.96	0	00:50	0.104	0.372	0.000
PD16	JUNCTION	32.04	138.84	0	00:50	0.109	0.481	0.000
PD17	JUNCTION	19.79	157.94	0	00:51	0.0674	0.548	0.000
PD18	JUNCTION	17.20	174.38	0	00:51	0.0586	0.606	0.000
PD19	JUNCTION	56.96	228.58	0	00:51	0.194	0.799	0.000
PD10	JUNCTION	18.77	478.30	0	00:51	0.061	1.63	0.000
PD1	JUNCTION	13.69	13.69	0	00:46	0.0445	0.0445	0.000
PD2	JUNCTION	28.59	42.18	0	00:46	0.0929	0.137	0.000
PD3	JUNCTION	19.98	62.00	0	00:47	0.065	0.202	-0.000
PD4	JUNCTION	31.31	92.95	0	00:48	0.102	0.304	0.000
PD5	JUNCTION	38.45	130.80	0	00:48	0.125	0.428	0.000
PD6	JUNCTION	4.92	135.59	0	00:49	0.016	0.444	0.000
PD7	JUNCTION	18.32	153.42	0	00:49	0.0596	0.503	0.000
PD8	JUNCTION	28.94	181.45	0	00:49	0.0941	0.596	0.000
PD9	JUNCTION	52.92	232.73	0	00:49	0.172	0.768	0.000
P84	JUNCTION	0.00	4277.60	0	00:53	0	83.3	0.000
P82	JUNCTION	0.00	4277.73	0	00:52	0	83.5	0.000
P80_2	JUNCTION	3800.00	4278.28	0	00:51	82.1	83.7	0.000
P83	JUNCTION	0.00	4277.72	0	00:52	0	83.5	0.000
P85	JUNCTION	0.00	4277.60	0	00:53	0	83.3	0.000
P80_1	JUNCTION	3800.00	4278.28	0	00:51	82.1	83.7	0.000
DES_P86	OUTFALL	0.00	4277.60	0	00:53	0	83.3	0.000
DES_P87	OUTFALL	0.00	4277.60	0	00:53	0	83.3	0.000
CAMARA_69E	DIVIDER	0.00	478.28	0	00:51	0	1.63	-50.000

Node Surcharge Summary

Surcharging occurs when water rises above the top of the highest conduit.

Node	Type	Hours Surcharged	Max. Height	Min. Depth
			Above Crown Meters	Below Rim Meters
PD11	JUNCTION	6.00	0.092	1.358
PD12	JUNCTION	6.00	0.196	1.408
PD13	JUNCTION	6.00	0.230	1.784
PD14	JUNCTION	6.00	0.275	2.082
PD15	JUNCTION	6.00	0.320	1.685
PD16	JUNCTION	6.00	0.353	1.754
PD17	JUNCTION	6.00	0.373	1.882
PD18	JUNCTION	6.00	0.382	1.948
PD19	JUNCTION	6.00	0.397	2.138
PD10	JUNCTION	6.00	5.883	2.062
PD1	JUNCTION	6.00	0.091	1.359
PD2	JUNCTION	6.00	0.201	1.749

PD3	JUNCTION	6.00	0.223	1.868
PD4	JUNCTION	6.00	0.257	2.238
PD5	JUNCTION	6.00	0.791	2.760
PD6	JUNCTION	6.00	0.788	3.794
PD7	JUNCTION	6.00	0.808	5.250
PD8	JUNCTION	6.00	0.838	5.144
PD9	JUNCTION	6.00	0.877	6.067
P84	JUNCTION	6.00	1.038	5.053
P82	JUNCTION	6.00	1.038	4.327
P80_2	JUNCTION	6.00	1.568	8.813
P83	JUNCTION	6.00	1.038	4.329
P85	JUNCTION	6.00	1.038	5.053
P80_1	JUNCTION	6.00	1.568	8.817
CAMARA_69E	DIVIDER	6.00	1.146	7.984

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
DES_P86	99.81	3862.39	4277.60	83.264
DES_P87	99.81	3862.53	4277.60	83.267
System	99.81	7724.92	8555.19	166.530

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum Flow LPS	Time of Occurrence days	Max Veloc m/sec	Maximum Full Flow	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
PD11-PD12	CONDUIT	11.19	0 00:48	0.69	0.29	0.37	
PD12-PD13	CONDUIT	37.64	0 00:48	0.94	0.59	0.55	
PD13-PD14	CONDUIT	59.94	0 00:49	0.94	0.72	0.63	
PD14-PD15	CONDUIT	78.30	0 00:50	0.99	0.94	0.77	
PD15-PD16	CONDUIT	107.83	0 00:51	1.07	0.91	0.75	
PD16-PD17	CONDUIT	138.81	0 00:51	1.15	0.85	0.71	
PD17-PD18	CONDUIT	157.88	0 00:51	1.17	0.97	0.80	

PD18-PD19	CONDUIT	174.27	0	00:52	1.22	0.81	0.68
PD19-PD10	CONDUIT	228.57	0	00:52	1.32	0.65	0.59
PD1-PD2	CONDUIT	13.66	0	00:47	0.84	0.29	0.37
PD2-PD3	CONDUIT	42.14	0	00:48	1.11	0.88	0.73
PD3-PD4	CONDUIT	61.95	0	00:48	1.23	0.80	0.67
PD4-PD5	CONDUIT	92.87	0	00:49	1.36	0.79	0.67
PD5-PD6	CONDUIT	130.76	0	00:49	1.48	0.78	0.66
PD6-PD7	CONDUIT	135.55	0	00:49	1.49	0.81	0.68
PD7-PD8	CONDUIT	153.36	0	00:50	1.55	0.67	0.60
PD8-PD9	CONDUIT	181.40	0	00:50	1.60	0.79	0.67
PD9-PD10	CONDUIT	232.71	0	00:50	1.71	0.76	0.66
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	478.28	0	00:51	1.66	0.84	0.70
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	478.28	0	00:51	1.62	0.11	0.22
P80_2-P83	CONDUIT	4277.72	0	00:52	3.28	0.82	0.69
P83-P85	CONDUIT	4277.60	0	00:53	3.28	0.82	0.69
P85-DES_P87	CONDUIT	4277.60	0	00:53	3.28	0.82	0.69
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	478.28	0	00:51	1.62	0.11	0.22
P80_1-P82	CONDUIT	4277.73	0	00:52	3.28	0.82	0.69
P82-P84	CONDUIT	4277.60	0	00:53	3.28	0.82	0.69
P84-DES_P86	CONDUIT	4277.60	0	00:53	3.28	0.82	0.69

Conduit Surcharge Summary

No conduits were surcharged.

Analysis begun on: Thu Aug 25 22:17:32 2016

Analysis ended on: Thu Aug 25 22:17:32 2016

Total elapsed time: < 1 sec

Escenario 1 y Escenario 2 – Onda dinámica – Tr 5 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.010)

0

WARNING 01: wet weather time step reduced to recording interval for Rain Gage Hietograma_Tr_3_años

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 HORTON
Flow Routing Method DYNWAVE
Starting Date AUG-24-2016 00:00:00
Ending Date AUG-24-2016 06:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:15:00
Wet Time Step 00:01:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 5.00 sec
Variable Time Step YES
Maximum Trials 8
Number of Threads 1
Head Tolerance 0.001500 m

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.188	30.483
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.022	3.617
Surface Runoff	0.163	26.507
Final Storage	0.002	0.363
Continuity Error (%)	-0.011	

Flow Routing Continuity	Volume hectare-m	Volume 10 ⁶ ltr
Dry Weather Inflow	16.416	164.159
Wet Weather Inflow	0.163	1.634
Groundwater Inflow	0.000	0.000
RDII Inflow	0.000	0.000
External Inflow	0.000	0.000
External Outflow	16.471	164.711
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	0.118	1.179
Continuity Error (%)	-0.058	

Time-Step Critical Elements

Link P85-DES_P87 (99.87%)

Highest Flow Instability Indexes

Link P85-DES_P87 (31)
Link P84-DES_P86 (23)

Routing Time Step Summary

Minimum Time Step : 0.05 sec
Average Time Step : 1.59 sec
Maximum Time Step : 5.00 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.03
Percent Not Converging : 0.47

Subcatchment Runoff Summary

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10 ⁶ ltr	Runoff Coeff LPS
Area_PD11_PD12	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.04	11.21	0.861
Area_PD12_PD13	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.09	26.56	0.861
Area_PD13_PD14	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.08	22.53	0.861
Area_PD14_PD15	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.06	18.76	0.861

Area_PD15_PD16	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.10	30.39	0.861
Area_PD16_PD17	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.11	32.04	0.861
Area_PD17_PD18	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.07	19.79	0.861
Area_PD18_PD19	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.06	17.20	0.861
Area_PD19_PD10	28.45	0.00	0.00	3.62	24.49	0.19	56.96	0.861
Area_PD1_PD2	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.04	13.69	0.878
Area_PD2_PD3	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.09	28.59	0.878
Area_PD3_PD4	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	19.98	0.878
Area_PD4_PD5	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.10	31.31	0.878
Area_PD5_PD6	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.12	38.45	0.878
Area_PD6_PD7	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.02	4.92	0.878
Area_PD7_PD8	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	18.32	0.878
Area_PD8_PD9	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.09	28.94	0.878
Area_PD9_PD10	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.17	52.92	0.878
Area_PD10_CAMARA_69E	32.79	0.00	0.00	3.62	28.79	0.06	18.77	0.878

Node Depth Summary

Node	Type	Average Depth Meters	Maximum Depth Meters	Maximum HGL Meters	Time of Max Occurrence days hr:min	Max Depth Meters	Reported Max Depth Meters
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0 00:48	0.03	
PD12	JUNCTION	0.05	0.17	2542.41	0 00:48	0.05	
PD13	JUNCTION	0.06	0.22	2542.01	0 00:48	0.07	
PD14	JUNCTION	0.07	0.27	2541.72	0 00:48	0.08	
PD15	JUNCTION	0.08	0.31	2541.40	0 00:49	0.09	
PD16	JUNCTION	0.09	0.32	2541.06	0 00:49	0.09	
PD17	JUNCTION	0.10	0.36	2540.90	0 00:50	0.10	
PD18	JUNCTION	0.10	0.35	2540.67	0 00:50	0.10	
PD19	JUNCTION	0.10	0.34	2540.31	0 00:50	0.10	
PD10	JUNCTION	0.13	0.46	2534.77	0 00:50	0.13	
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0 00:47	0.03	
PD2	JUNCTION	0.05	0.18	2542.08	0 00:48	0.05	
PD3	JUNCTION	0.05	0.20	2541.46	0 00:48	0.06	
PD4	JUNCTION	0.06	0.23	2540.84	0 00:49	0.07	
PD5	JUNCTION	0.07	0.26	2539.71	0 00:49	0.08	
PD6	JUNCTION	0.07	0.27	2538.74	0 00:49	0.08	
PD7	JUNCTION	0.07	0.27	2537.71	0 00:50	0.08	
PD8	JUNCTION	0.08	0.30	2536.62	0 00:50	0.08	
PD9	JUNCTION	0.09	0.33	2535.65	0 00:50	0.09	
P84	JUNCTION	0.96	1.00	2530.88	0 00:52	0.30	
P82	JUNCTION	0.96	1.00	2531.69	0 00:04	0.30	
P80_2	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0 00:03	0.30	
P83	JUNCTION	0.96	1.00	2531.69	0 00:04	0.30	
P85	JUNCTION	0.96	0.99	2530.88	0 00:52	0.30	
P80_1	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0 00:03	0.30	
DES_P86	OUTFALL	0.96	1.00	2530.80	0 00:52	0.30	
DES_P87	OUTFALL	0.96	0.99	2530.82	0 00:52	0.30	
CAMARA_69E	DIVIDER	0.08	0.24	2533.78	0 00:50	0.07	

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
PD11	JUNCTION	11.21	11.21	0 00:47	0.0382	0.0382	0.055
PD12	JUNCTION	26.56	37.57	0 00:47	0.0905	0.129	0.019
PD13	JUNCTION	22.53	60.02	0 00:47	0.0768	0.206	0.231
PD14	JUNCTION	18.76	78.69	0 00:48	0.064	0.269	0.195
PD15	JUNCTION	30.39	108.74	0 00:48	0.104	0.372	-0.115
PD16	JUNCTION	32.04	140.23	0 00:49	0.109	0.482	0.105
PD17	JUNCTION	19.79	159.52	0 00:49	0.0674	0.549	0.265
PD18	JUNCTION	17.20	176.29	0 00:50	0.0586	0.606	-0.329
PD19	JUNCTION	56.96	231.74	0 00:50	0.194	0.802	0.124
PD10	JUNCTION	18.77	481.07	0 00:50	0.061	1.63	0.007
PD1	JUNCTION	13.69	13.69	0 00:46	0.0445	0.0445	0.043
PD2	JUNCTION	28.59	42.11	0 00:46	0.0929	0.137	0.031
PD3	JUNCTION	19.98	61.70	0 00:47	0.065	0.202	0.028
PD4	JUNCTION	31.31	92.42	0 00:48	0.102	0.304	0.025
PD5	JUNCTION	38.45	130.03	0 00:48	0.125	0.429	0.018
PD6	JUNCTION	4.92	134.79	0 00:49	0.016	0.445	0.020
PD7	JUNCTION	18.32	152.51	0 00:49	0.0596	0.504	0.021
PD8	JUNCTION	28.94	180.37	0 00:50	0.0941	0.598	0.016
PD9	JUNCTION	52.92	231.50	0 00:50	0.172	0.77	0.011
P84	JUNCTION	0.00	4048.91	0 00:52	0	82.4	0.039
P82	JUNCTION	0.00	4048.75	0 00:52	0	82.6	0.178
P80_2	JUNCTION	3800.00	4032.31	0 00:50	82.1	82.8	0.444
P83	JUNCTION	0.00	4032.19	0 00:52	0	82.5	0.172
P85	JUNCTION	0.00	4032.33	0 00:52	0	82.3	0.033
P80_1	JUNCTION	3800.00	4048.84	0 00:50	82.1	82.9	0.444
DES_P86	OUTFALL	0.00	4048.91	0 00:52	0	82.4	0.000
DES_P87	OUTFALL	0.00	4032.33	0 00:52	0	82.3	0.000
CAMARA_69E	DIVIDER	0.00	481.14	0 00:50	0	1.63	0.002

Node Surcharge Summary

No nodes were surcharged.

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
DES_P86	99.98	3829.76	4048.91	82.401
DES_P87	99.98	3825.32	4032.33	82.309
System	99.98	7655.07	8081.24	164.710

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum Flow LPS	Time of Occurrence days hr:min	Max Veloc m/sec	Maximum Full Flow	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
PD11-PD12	CONDUIT	11.12	0 00:49	0.72	0.28	0.35	
PD12-PD13	CONDUIT	37.56	0 00:48	0.96	0.59	0.54	
PD13-PD14	CONDUIT	60.02	0 00:48	0.95	0.72	0.63	
PD14-PD15	CONDUIT	78.61	0 00:49	1.01	0.95	0.76	
PD15-PD16	CONDUIT	108.59	0 00:49	1.13	0.92	0.71	
PD16-PD17	CONDUIT	140.07	0 00:49	1.20	0.86	0.69	
PD17-PD18	CONDUIT	159.44	0 00:50	1.24	0.98	0.75	
PD18-PD19	CONDUIT	176.20	0 00:50	1.34	0.82	0.63	
PD19-PD10	CONDUIT	231.64	0 00:50	1.47	0.66	0.55	
PD1-PD2	CONDUIT	13.60	0 00:47	0.84	0.28	0.36	
PD2-PD3	CONDUIT	41.89	0 00:48	1.14	0.87	0.70	
PD3-PD4	CONDUIT	61.53	0 00:49	1.25	0.79	0.66	
PD4-PD5	CONDUIT	92.25	0 00:49	1.37	0.78	0.66	
PD5-PD6	CONDUIT	129.97	0 00:49	1.49	0.77	0.66	
PD6-PD7	CONDUIT	134.70	0 00:50	1.50	0.80	0.67	
PD7-PD8	CONDUIT	152.41	0 00:50	1.54	0.66	0.60	
PD8-PD9	CONDUIT	180.33	0 00:50	1.60	0.79	0.67	
PD9-PD10	CONDUIT	231.50	0 00:50	1.71	0.76	0.65	
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	481.14	0 00:50	1.84	0.84	0.64	
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	232.31	0 00:50	1.31	0.05	0.16	
P80_2-P83	CONDUIT	4032.19	0 00:52	3.25	0.78	0.66	
P83-P85	CONDUIT	4032.33	0 00:52	3.25	0.78	0.66	
P85-DES_P87	CONDUIT	4032.33	0 00:52	3.25	0.78	0.66	
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	248.84	0 00:50	1.34	0.06	0.16	
P80_1-P82	CONDUIT	4048.75	0 00:52	3.25	0.78	0.66	
P82-P84	CONDUIT	4048.91	0 00:52	3.25	0.78	0.66	
P84-DES_P86	CONDUIT	4048.91	0 00:52	3.25	0.78	0.66	

Flow Classification Summary

Conduit	Adjusted /Actual Length	----- Fraction of Time in Flow Class -----									
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl		
PD11-PD12	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD12-PD13	1.00	0.01	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	
PD13-PD14	1.00	0.01	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	
PD14-PD15	1.00	0.01	0.00	0.00	0.12	0.00	0.00	0.87	0.00	0.00	
PD15-PD16	1.00	0.01	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	
PD16-PD17	1.00	0.01	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.90	0.00	0.00	
PD17-PD18	1.00	0.01	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00	
PD18-PD19	1.00	0.01	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	
PD19-PD10	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD1-PD2	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD2-PD3	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD3-PD4	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD4-PD5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
PD5-PD6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
PD6-PD7	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD7-PD8	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD8-PD9	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
PD9-PD10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
PD10-CAMARA_69E	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00
CAMARA_69E-P80_2	1.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00
P80_2-P83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.01	0.00	
P83-P85	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
P85-DES_P87	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.15	0.00	
CAMARA_69E-P80_1	1.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00
P80_1-P82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.01	0.00	
P82-P84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	
P84-DES_P86	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.10	0.00	

Conduit Surcharge Summary

No conduits were surcharged.

Analysis begun on: Thu Aug 25 22:24:28 2016
 Analysis ended on: Thu Aug 25 22:24:29 2016
 Total elapsed time: 00:00:01

Escenario 3 – Onda dinámica + Controles LID: Pozos/zanjas de infiltración– Tr 5 años

EPA STORM WATER MANAGEMENT MODEL - VERSION 5.1 (Build 5.1.010)

0

WARNING 01: wet weather time step reduced to recording interval for Rain Gage
Hietograma_Tr_3_años

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 HORTON
Flow Routing Method DYNWAVE
Starting Date AUG-28-2016 00:00:00
Ending Date AUG-28-2016 06:00:00
Antecedent Dry Days 0.0
Report Time Step 00:15:00
Wet Time Step 00:01:00
Dry Time Step 01:00:00
Routing Time Step 5.00 sec
Variable Time Step YES
Maximum Trials 8
Number of Threads 1
Head Tolerance 0.001524 m

*****	Volume	Depth
Runoff Quantity Continuity	hectare-m	mm
*****	-----	-----
Total Precipitation	0.188	30.483
Evaporation Loss	0.000	0.000
Infiltration Loss	0.038	6.105
Surface Runoff	0.148	24.010
LID Drainage	0.001	0.198
Final Storage	0.001	0.173

Continuity Error (%) -0.010

```

*****
Flow Routing Continuity      Volume      Volume
                             hectare-m   10^6 ltr
*****
Dry Weather Inflow .....   16.416    164.159
Wet Weather Inflow .....    0.149     1.493
Groundwater Inflow .....    0.000     0.000
RDII Inflow .....          0.000     0.000
External Inflow .....       0.000     0.000
External Outflow .....      16.457    164.569
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 .....   0.118     1.179
Continuity Error (%) ..... -0.058

```

```

*****
Time-Step Critical Elements
*****
Link P85-DES_P87 (99.87%)

```

```

*****
Highest Flow Instability Indexes
*****
Link P85-DES_P87 (30)
Link P84-DES_P86 (21)

```

```

*****
Routing Time Step Summary
*****
Minimum Time Step      : 0.00 sec
Average Time Step      : 1.59 sec
Maximum Time Step      : 5.00 sec
Percent in Steady State : 0.00
Average Iterations per Step : 2.03
Percent Not Converging  : 0.46

```

```

*****
Subcatchment Runoff Summary
*****

```

Subcatchment	Total Precip mm	Total Runon mm	Total Evap mm	Total Infil mm	Total Runoff mm	Total Runoff mm	Peak Runoff 10^6 ltr	Runoff Coeff	Runoff LPS
Area_PD11_PD12	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.03	10.89	0.787	

Area_PD12_PD13	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.08	25.79	0.787
Area_PD13_PD14	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.07	21.88	0.787
Area_PD14_PD15	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.06	18.22	0.787
Area_PD15_PD16	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.09	29.51	0.787
Area_PD16_PD17	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.10	31.11	0.787
Area_PD17_PD18	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.06	19.21	0.787
Area_PD18_PD19	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.05	16.70	0.787
Area_PD19_PD10	28.45	0.00	0.00	5.91	22.39	0.18	55.31	0.787
Area_PD1_PD2	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.04	13.25	0.801
Area_PD2_PD3	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.08	27.67	0.801
Area_PD3_PD4	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.06	19.34	0.801
Area_PD4_PD5	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.09	30.31	0.801
Area_PD5_PD6	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.11	37.21	0.801
Area_PD6_PD7	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.01	4.77	0.801
Area_PD7_PD8	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.05	17.74	0.801
Area_PD8_PD9	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.09	28.01	0.801
Area_PD9_PD10	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.16	51.23	0.801
Area_PD10_CAMARA_69E	32.79	0.00	0.00	6.33	26.28	0.06	18.17	0.801

LID Performance Summary

Subcatchment	Total Inflow	Evap Loss	Infil Loss	Surface Outflow	Drain Outflow	Initial Storage	Final Storage	Continuity	Error
%	LID Control	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Area_PD11_PD12	Pozos/Zanjas_de_infiltración_0	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD12_PD13	Pozos/Zanjas_de_infiltración_1	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD13_PD14	Pozos/Zanjas_de_infiltración_2	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD14_PD15	Pozos/Zanjas_de_infiltración_3	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD15_PD16	Pozos/Zanjas_de_infiltración_4	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD16_PD17	Pozos/Zanjas_de_infiltración_5	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD17_PD18	Pozos/Zanjas_de_infiltración_6	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD18_PD19	Pozos/Zanjas_de_infiltración_7	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD19_PD10	Pozos/Zanjas_de_infiltración_8	0.00	0.00	0.00	28.45	0.00	26.53	0.00	1.92
Area_PD1_PD2	Pozos/Zanjas_de_infiltración_10	0.00	0.00	-0.00	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
Area_PD2_PD3	Pozos/Zanjas_de_infiltración_11	0.00	0.00	-0.00	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
Area_PD3_PD4	Pozos/Zanjas_de_infiltración_12	0.00	0.00	-0.00	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06

Area_PD4_PD5	Pozos/Zanjas_de_infiltración_13	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
0.00 0.00 -0.00						
Area_PD5_PD6	Pozos/Zanjas_de_infiltración_14	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
0.00 0.00 -0.00						
Area_PD6_PD7	Pozos/Zanjas_de_infiltración_15	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
0.00 0.00 -0.00						
Area_PD7_PD8	Pozos/Zanjas_de_infiltración_16	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
0.00 0.00 -0.00						
Area_PD8_PD9	Pozos/Zanjas_de_infiltración_17	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
0.00 0.00 -0.00						
Area_PD9_PD10	Pozos/Zanjas_de_infiltración_18	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
0.00 0.00 -0.00						
Area_PD10_CAMARA_69E	Pozos/Zanjas_de_infiltración_19	32.79	0.00	30.73	0.00	2.06
2.06 0.00 0.00 -0.00						

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
PD11	JUNCTION	0.03	0.09	2542.84	0 00:48	0.03
PD12	JUNCTION	0.05	0.16	2542.41	0 00:47	0.05
PD13	JUNCTION	0.06	0.22	2542.00	0 00:47	0.07
PD14	JUNCTION	0.07	0.27	2541.71	0 00:48	0.08
PD15	JUNCTION	0.08	0.30	2541.39	0 00:48	0.09
PD16	JUNCTION	0.08	0.31	2541.05	0 00:49	0.09
PD17	JUNCTION	0.09	0.35	2540.89	0 00:49	0.10
PD18	JUNCTION	0.09	0.34	2540.66	0 00:50	0.09
PD19	JUNCTION	0.10	0.34	2540.30	0 00:50	0.09
PD10	JUNCTION	0.12	0.45	2534.76	0 00:50	0.13
PD1	JUNCTION	0.03	0.09	2542.69	0 00:47	0.03
PD2	JUNCTION	0.04	0.18	2542.08	0 00:47	0.05
PD3	JUNCTION	0.05	0.20	2541.46	0 00:48	0.06
PD4	JUNCTION	0.06	0.23	2540.83	0 00:48	0.07
PD5	JUNCTION	0.07	0.26	2539.71	0 00:48	0.08
PD6	JUNCTION	0.07	0.26	2538.73	0 00:49	0.08
PD7	JUNCTION	0.07	0.26	2537.70	0 00:49	0.08
PD8	JUNCTION	0.08	0.29	2536.61	0 00:49	0.08
PD9	JUNCTION	0.08	0.32	2535.64	0 00:49	0.09
P84	JUNCTION	0.96	0.99	2530.88	0 00:52	0.30
P82	JUNCTION	0.96	1.00	2531.69	0 00:04	0.30
P80_2	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0 00:03	0.30
P83	JUNCTION	0.96	1.00	2531.69	0 00:04	0.30
P85	JUNCTION	0.96	0.99	2530.88	0 00:52	0.30
P80_1	JUNCTION	0.96	1.01	2533.29	0 00:03	0.30
DES_P86	OUTFALL	0.96	0.99	2530.80	0 00:52	0.30
DES_P87	OUTFALL	0.96	0.99	2530.82	0 00:52	0.30
CAMARA_69E	DIVIDER	0.07	0.24	2533.78	0 00:50	0.07

Node Inflow Summary

Node	Type	Maximum Lateral Inflow	Maximum Total Inflow	Maximum Time of Occurrence	Lateral Inflow Volume	Total Inflow Volume	Flow Balance Error
		LPS	LPS	days hr:min	10 ⁶ ltr	10 ⁶ ltr	Percent
PD11	JUNCTION	10.89	10.89	0 00:46	0.0349	0.0349	0.037
PD12	JUNCTION	25.79	36.44	0 00:47	0.0828	0.118	0.001
PD13	JUNCTION	21.88	58.22	0 00:47	0.0702	0.188	0.223
PD14	JUNCTION	18.22	76.29	0 00:47	0.0585	0.246	0.197
PD15	JUNCTION	29.51	105.33	0 00:48	0.0947	0.34	-0.138
PD16	JUNCTION	31.11	135.76	0 00:48	0.0998	0.44	0.103
PD17	JUNCTION	19.21	154.40	0 00:49	0.0616	0.502	0.290
PD18	JUNCTION	16.70	170.56	0 00:49	0.0536	0.554	-0.298
PD19	JUNCTION	55.31	224.12	0 00:49	0.177	0.733	0.092
PD10	JUNCTION	18.17	464.68	0 00:50	0.0557	1.49	0.006
PD1	JUNCTION	13.25	13.25	0 00:45	0.0406	0.0406	0.025
PD2	JUNCTION	27.67	40.76	0 00:46	0.0848	0.125	0.021
PD3	JUNCTION	19.34	59.68	0 00:47	0.0593	0.185	0.020
PD4	JUNCTION	30.31	89.36	0 00:47	0.0929	0.278	0.018
PD5	JUNCTION	37.21	125.71	0 00:48	0.114	0.392	0.012
PD6	JUNCTION	4.77	130.28	0 00:48	0.0146	0.406	0.014
PD7	JUNCTION	17.74	147.37	0 00:49	0.0544	0.46	0.016
PD8	JUNCTION	28.01	174.22	0 00:49	0.0858	0.546	0.012
PD9	JUNCTION	51.23	223.51	0 00:49	0.157	0.703	0.008
P84	JUNCTION	0.00	4040.28	0 00:52	0	82.4	0.039
P82	JUNCTION	0.00	4040.11	0 00:51	0	82.5	0.179
P80_2	JUNCTION	3800.00	4024.48	0 00:50	82.1	82.8	0.445
P83	JUNCTION	0.00	4024.33	0 00:51	0	82.4	0.172
P85	JUNCTION	0.00	4024.47	0 00:52	0	82.3	0.033
P80_1	JUNCTION	3800.00	4040.30	0 00:50	82.1	82.9	0.444
DES_P86	OUTFALL	0.00	4040.29	0 00:52	0	82.3	0.000
DES_P87	OUTFALL	0.00	4024.48	0 00:52	0	82.2	0.000
CAMARA_69E	DIVIDER	0.00	464.76	0 00:50	0	1.49	0.002

Node Surcharge Summary

No nodes were surcharged.

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
DES_P86	99.98	3826.28	4040.29	82.327
DES_P87	99.98	3822.15	4024.48	82.241
System	99.98	7648.43	8064.76	164.569

Link Flow Summary

Link	Type	Maximum Flow LPS	Time of Occurrence days hr:min	Max Veloc m/sec	Maximum Full Flow	Max/ Full Flow	Max/ Full Depth
PD11-PD12	CONDUIT	10.77	0 00:48	0.71	0.28	0.35	
PD12-PD13	CONDUIT	36.42	0 00:47	0.96	0.57	0.53	
PD13-PD14	CONDUIT	58.20	0 00:48	0.95	0.70	0.61	
PD14-PD15	CONDUIT	76.17	0 00:48	1.00	0.92	0.74	
PD15-PD16	CONDUIT	105.17	0 00:49	1.13	0.89	0.69	
PD16-PD17	CONDUIT	135.59	0 00:49	1.20	0.83	0.67	
PD17-PD18	CONDUIT	154.30	0 00:49	1.23	0.95	0.73	
PD18-PD19	CONDUIT	170.49	0 00:50	1.34	0.79	0.62	
PD19-PD10	CONDUIT	223.99	0 00:50	1.45	0.64	0.54	
PD1-PD2	CONDUIT	13.16	0 00:47	0.83	0.27	0.36	
PD2-PD3	CONDUIT	40.52	0 00:47	1.13	0.85	0.69	
PD3-PD4	CONDUIT	59.51	0 00:48	1.24	0.76	0.64	
PD4-PD5	CONDUIT	89.19	0 00:48	1.36	0.76	0.65	
PD5-PD6	CONDUIT	125.62	0 00:48	1.47	0.75	0.64	
PD6-PD7	CONDUIT	130.18	0 00:49	1.49	0.78	0.66	
PD7-PD8	CONDUIT	147.25	0 00:49	1.53	0.64	0.58	
PD8-PD9	CONDUIT	174.18	0 00:50	1.59	0.76	0.65	
PD9-PD10	CONDUIT	223.52	0 00:49	1.69	0.73	0.64	
PD10-CAMARA_69E	CONDUIT	464.76	0 00:50	1.82	0.82	0.63	
CAMARA_69E-P80_2	CONDUIT	224.48	0 00:50	1.30	0.05	0.15	
P80_2-P83	CONDUIT	4024.33	0 00:51	3.25	0.77	0.66	
P83-P85	CONDUIT	4024.47	0 00:52	3.25	0.77	0.66	
P85-DES_P87	CONDUIT	4024.48	0 00:52	3.25	0.77	0.66	
CAMARA_69E-P80_1	CONDUIT	240.30	0 00:50	1.32	0.06	0.16	
P80_1-P82	CONDUIT	4040.11	0 00:51	3.25	0.78	0.66	
P82-P84	CONDUIT	4040.28	0 00:52	3.25	0.78	0.66	
P84-DES_P86	CONDUIT	4040.29	0 00:52	3.25	0.78	0.66	

Flow Classification Summary

Conduit	Adjusted /Actual Length	----- Fraction of Time in Flow Class -----									
		Up Dry	Down Dry	Sub Dry	Sup Crit	Up Crit	Down Crit	Norm Ltd	Inlet Ctrl		
PD11-PD12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
PD12-PD13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.95	0.00	0.00	0.00
PD13-PD14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00
PD14-PD15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.89	0.00	0.00	0.00
PD15-PD16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.93	0.00	0.00	0.00
PD16-PD17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.92	0.00	0.00	0.00
PD17-PD18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.00	0.84	0.00	0.00	0.00
PD18-PD19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.97	0.00	0.00	0.00
PD19-PD10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD1-PD2	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD2-PD3	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD3-PD4	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD4-PD5	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD5-PD6	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD6-PD7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD7-PD8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD8-PD9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD9-PD10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00
PD10-CAMARA_69E	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
CAMARA_69E-P80_2	1.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.98	0.00	0.00
P80_2-P83	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00
P83-P85	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00
P85-DES_P87	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.15	0.00	0.00
CAMARA_69E-P80_1	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00
P80_1-P82	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.99	0.01	0.00	0.00
P82-P84	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.99	0.00	0.00	0.00
P84-DES_P86	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00

Conduit Surcharge Summary

No conduits were surcharged.

Analysis begun on: Sun Aug 28 16:16:23 2016

Analysis ended on: Sun Aug 28 16:16:24 2016

Total elapsed time: 00:00:01

Algoritmo ejecutado para generar el modelo SWMM (Visual Basic 6.0 Microsoft Excel)

```
Sub Guardar_como()

Application.ScreenUpdating = False

    Hoja8.Activate

' Abre ventana de diálogo para seleccionar archivo

    Dim Filter As String, Title As String
    Dim FilterIndex As Integer
    Dim Filename As Variant
    Dim FNm As Integer, RCount As Integer, Destiny As String, Clm As Integer
    Dim Untxt As String, i As Integer, ai As Integer

'Extensión del archivo

filefilter = "Archivos INP (*.inp),*.inp,"

FilterIndex = 3

Title = "Elija la ubicación del INP"

InitialFileName = ThisWorkbook.Path "C:\\"

Filename = Application.GetSaveAsFilename(InitialFileName, filefilter, FilterIndex, Title)

If Filename = False Then

    Hoja3.Activate

Exit Sub

End If

Destiny = Filename
FNm = FreeFile()
Open Destiny For Output As #FNm

Range("A1:J3481").CurrentRegion.Select

For i = 1 To 3481
    For ai = 1 To 15
        If Untxt = "" Then
            Untxt = Selection.Cells(i, ai).Text
        Else
            Untxt = Untxt & " " & Selection.Cells(i, ai).Text
        End If
    Next
    If Clm = Selection.Rows.Count Then
        Print #FNm, "" & Untxt & ""
    End If
Next
```

```
        Else
            Print #FNm, "" & Untxt & "";
        End If
        Print #FNm,
        Untxt = ""
    Next

    Close #FNm

    MsgBox "El modelo ha sido creado" & Chr(10) & Chr(10) & Chr(10) & "La ruta del archivo es: " &
    InitialFileName, vbInformation, "Resultado de la exportación"

    Hoja3.Activate

    Application.ScreenUpdating = True

End Sub
```

Anexo II

Datos numéricos introducidos en el modelo de cada una de las subcuencas, nudos, líneas y demás elementos.

Escenario 1 – Flujo uniforme:

[TITLE]

::Project Title/Notes

0

[OPTIONS]

::Option Value

FLOW_UNITS LPS

INFILTRATION HORTON

FLOW_ROUTING STEADY

LINK_OFFSETS DEPTH

MIN_SLOPE 0

ALLOW_PONDING NO

SKIP_STEADY_STATE NO

START_DATE 08/24/2016

START_TIME 00:00:00

REPORT_START_DATE 08/24/2016

REPORT_START_TIME 00:00:00

END_DATE 08/24/2016

END_TIME 06:00:00

SWEEP_START 01/01

SWEEP_END 12/31

DRY_DAYS 0

REPORT_STEP 00:15:00

WET_STEP 00:05:00

DRY_STEP 01:00:00

ROUTING_STEP 0:00:05

INERTIAL_DAMPING PARTIAL

NORMAL_FLOW_LIMITED BOTH

FORCE_MAIN_EQUATION D-W

VARIABLE_STEP 0.75

LENGTHENING_STEP 0

MIN_SURFAREA 0

MAX_TRIALS 0

HEAD_TOLERANCE 0

SYS_FLOW_TOL 5

LAT_FLOW_TOL 5

MINIMUM_STEP 0.5

THREADS 1

[EVAPORATION]

;;Data Source Parameters

```

;;-----
CONSTANT      0
DRY_ONLY     NO
  
```

[RAINGAGES]

;;Name Format Interval SCF Source

```

;;-----
Hietograma_Tr_3_años VOLUME 00:01 1 TIMESERIES Hietograma_Tr_3_años
Hietograma_Tr_5_años VOLUME 00:01 1 TIMESERIES Hietograma_Tr_5_años
Hietograma_Tr_10_años VOLUME 00:01 1 TIMESERIES Hietograma_Tr_10_años
  
```

[SUBCATCHMENTS]

;;Name Rain Gage Outlet Area %Imperv Width %Slope CurbLen SnowPack

```

;;-----
Area_PD11_PD12 Hietograma_Tr_3_años PD11 0.15607857 0 15.607857 0.005 0
Area_PD12_PD13 Hietograma_Tr_3_años PD12 0.36968928 0 36.968928 0.005 0
Area_PD13_PD14 Hietograma_Tr_3_años PD13 0.31359016 0 31.359016 0.005 0
Area_PD14_PD15 Hietograma_Tr_3_años PD14 0.26115678 0 26.115678 0.005 0
Area_PD15_PD16 Hietograma_Tr_3_años PD15 0.42296472 0 42.296472 0.005 0
Area_PD16_PD17 Hietograma_Tr_3_años PD16 0.44597469 0 44.597469 0.005 0
Area_PD17_PD18 Hietograma_Tr_3_años PD17 0.27537969 0 27.537969 0.005 0
Area_PD18_PD19 Hietograma_Tr_3_años PD18 0.23933752 0 23.933752 0.005 0
Area_PD19_PD10 Hietograma_Tr_3_años PD19 0.79277297 0 79.277297 0.005 0
Area_PD1_PD2 Hietograma_Tr_5_años PD1 0.15451716 0 15.451716 0.005 0
Area_PD2_PD3 Hietograma_Tr_5_años PD2 0.32277498 0 32.277498 0.005 0
Area_PD3_PD4 Hietograma_Tr_5_años PD3 0.22560786 0 22.560786 0.005 0
Area_PD4_PD5 Hietograma_Tr_5_años PD4 0.3535515 0 35.35515 0.005 0
Area_PD5_PD6 Hietograma_Tr_5_años PD5 0.4340549 0 43.40549 0.005 0
Area_PD6_PD7 Hietograma_Tr_5_años PD6 0.05559853 0 5.559853 0.005 0
Area_PD7_PD8 Hietograma_Tr_5_años PD7 0.20686829 0 20.686829 0.005 0
Area_PD8_PD9 Hietograma_Tr_5_años PD8 0.32669621 0 32.669621 0.005 0
Area_PD9_PD10 Hietograma_Tr_5_años PD9 0.59751813 0 59.751813 0.005 0
Area_PD10_CAMARA_69E Hietograma_Tr_5_años PD10 0.2118871 0 21.18871
0.005 0
Area_CAMARA_69E_P80_2 Hietograma_Tr_5_años CAMARA_69E 0 0 0 0.005
0
Area_P80_2_P83 Hietograma_Tr_5_años P80_2 0 0 0 0.005 0
Area_P83_P85 Hietograma_Tr_5_años P83 0 0 0 0.005 0
Area_P85_DES_P87 Hietograma_Tr_5_años P85 0 0 0 0.005 0
Area_CAMARA_69E_P80_1 Hietograma_Tr_5_años CAMARA_69E 0 0 0 0.005
0
Area_P80_1_P82 Hietograma_Tr_5_años P80_1 0 0 0 0.005 0
Area_P82_P84 Hietograma_Tr_5_años P82 0 0 0 0.005 0
Area_P84_DES_P86 Hietograma_Tr_5_años P84 0 0 0 0.005 0
  
```

[SUBAREAS]

;;Subcatchment N-Imperv N-Perv S-Imperv S-Perv PctZero RouteTo PctRouted

```

;;-----
Area_PD11_PD12 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
Area_PD12_PD13 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
Area_PD13_PD14 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
  
```

Area_PD14_PD15	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD15_PD16	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD16_PD17	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD17_PD18	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD18_PD19	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD19_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD1_PD2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD2_PD3	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD3_PD4	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD4_PD5	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD5_PD6	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD6_PD7	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD7_PD8	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD8_PD9	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD9_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD10_CAMARA_69E	0.012	0.012	0.05	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_CAMARA_69E_P80_2	0.012	0.012	0.05	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P80_2_P83	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P83_P85	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P85_DES_P87	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_CAMARA_69E_P80_1	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P80_1_P82	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P82_P84	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P84_DES_P86	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	

[INFILTRATION]

Subcatchment	MaxRate	MinRate	Decay	DryTime	MaxInfil
Area_PD11_PD12	3	0.5	4	7	0
Area_PD12_PD13	3	0.5	4	7	0
Area_PD13_PD14	3	0.5	4	7	0
Area_PD14_PD15	3	0.5	4	7	0
Area_PD15_PD16	3	0.5	4	7	0
Area_PD16_PD17	3	0.5	4	7	0
Area_PD17_PD18	3	0.5	4	7	0
Area_PD18_PD19	3	0.5	4	7	0
Area_PD19_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD1_PD2	3	0.5	4	7	0
Area_PD2_PD3	3	0.5	4	7	0
Area_PD3_PD4	3	0.5	4	7	0
Area_PD4_PD5	3	0.5	4	7	0
Area_PD5_PD6	3	0.5	4	7	0
Area_PD6_PD7	3	0.5	4	7	0
Area_PD7_PD8	3	0.5	4	7	0
Area_PD8_PD9	3	0.5	4	7	0
Area_PD9_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD10_CAMARA_69E	3	0.5	4	7	0
Area_CAMARA_69E_P80_2	3	0.5	4	7	0
Area_P80_2_P83	3	0.5	4	7	0
Area_P83_P85	3	0.5	4	7	0
Area_P85_DES_P87	3	0.5	4	7	0
Area_CAMARA_69E_P80_1	3	0.5	4	7	0
Area_P80_1_P82	3	0.5	4	7	0
Area_P82_P84	3	0.5	4	7	0

Area_P84_DES_P86 3 0.5 4 7 0

[JUNCTIONS]

;;Name	Elevation	MaxDepth	InitDepth	SurDepth	Aponded
PD11	2542.75	1.45	0	0	0
PD12	2542.246477	1.60352328	0	0	0
PD13	2541.78565	2.01434965	0	0	0
PD14	2541.443816	2.35618355	0	0	0
PD15	2541.094561	2.00543913	0	0	0
PD16	2540.74264	2.10735953	0	0	0
PD17	2540.545223	2.25477725	0	0	0
PD18	2540.320085	2.32991513	0	0	0
PD19	2539.965275	2.53472543	0	0	0
PD10	2534.304818	7.94518213	0	0	0
PD1	2542.6	1.45	0	0	0
PD2	2541.899866	1.95013395	0	0	0
PD3	2541.259618	2.09038203	0	0	0
PD4	2540.605177	2.49482273	0	0	0
PD5	2539.449059	3.55094054	0	0	0
PD6	2538.468139	4.58186135	0	0	0
PD7	2537.441674	6.05832619	0	0	0
PD8	2536.317599	5.98240149	0	0	0
PD9	2535.325932	6.94406825	0	0	0
P84	2529.888284	6.09113282	0	0	0
P82	2530.695292	5.36470795	0	0	0
P80_2	2532.288705	10.381295	0	0	0
P83	2530.693206	5.36679432	0	0	0
P85	2529.889323	6.09067669	0	0	0
P80_1	2532.284841	10.3851586	0	0	0

[OUTFALLS]

;;Name	Elevation	Type	Stage Data	Gated	Route To
DES_P86	2529.806714	NORMAL		NO	
DES_P87	2529.82509	NORMAL		NO	

[DIVIDERS]

;;Name	Elevation	Diverted Link	Type	Parameters
CAMARA_69E	2533.54	PD10-CAMARA_69E	OVERFLOW	9.13 0 0 0

[CONDUITS]

;;Name	From Node	To Node	Length	Roughness	InOffset	OutOffset	InitFlow	MaxFlow
PD11-PD12	PD11	PD12	99.8286746	0.0125	0	0.104208579	0	0
PD12-PD13	PD12	PD13	99.1896163	0.0125	0	0.064067905	0	0
PD13-PD14	PD13	PD14	95.8461481	0.0125	0	0.054295461	0	0
PD14-PD15	PD14	PD15	99.857619	0.0125	0	0.04968272	0	0
PD15-PD16	PD15	PD16	99.4218342	0.0125	0	0.053654902	0	0
PD16-PD17	PD16	PD17	48.3314616	0.0125	0	0.052423327	0	0
PD17-PD18	PD17	PD18	67.124576	0.0125	0	0.023764154	0	0
PD18-PD19	PD18	PD19	99.8235791	0.0125	0	0.055339568	0	0

PD19-PD10	PD19	PD10	43.7322782	0.0125	0	5.529259858	0	0
PD1-PD2	PD1	PD2	98.3705629	0.0125	0	0.109910571	0	0
PD2-PD3	PD2	PD3	99.9345918	0.0125	0	0.040640535	0	0
PD3-PD4	PD3	PD4	99.9391257	0.0125	0	0.054805944	0	0
PD4-PD5	PD4	PD5	99.9670171	0.0125	0	0.556315702	0	0
PD5-PD6	PD5	PD6	76.4874506	0.0125	0	0.521996113	0	0
PD6-PD7	PD6	PD7	81.7808047	0.0125	0	0.535780013	0	0
PD7-PD8	PD7	PD8	92.4897326	0.0125	0	0.569136897	0	0
PD8-PD9	PD8	PD9	69.3837123	0.0125	0	0.57536449	0	0
PD9-PD10	PD9	PD10	49.4005957	0.0125	0	0.724710304	0	0
PD10-CAMARA_69E	PD10	CAMARA_69E	31.5519053	0.0125	0	0.654386204	0	0
CAMARA_69E-P80_2	CAMARA_69E	P80_2	7.55055887	0.0125	0	0.007756672	0	0
P80_2-P83	P80_2	P83	318.844281	0.0125	0	0.00127795	0	0
P83-P85	P83	P85	160.538442	0.0125	0	0.001190165	0	0
P85-DES_P87	P85	DES_P87	12.8466844	0.0125	0	0	0	0
CAMARA_69E-P80_1	CAMARA_69E	P80_1	6.44178975	0.0125	0	1.232612373	0	0
P80_1-P82	P80_1	P82	317.657508	0.0125	0	0.001261777	0	0
P82-P84	P82	P84	161.168224	0.0125	0	0.001167307	0	0
P84-DES_P86	P84	DES_P86	16.3140001	0.0125	0	0	0	0

[XSECTIONS]

::Link	Shape	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4	Barrels	Culvert
PD11-PD12	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD12-PD13	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD13-PD14	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD14-PD15	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD15-PD16	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD16-PD17	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD17-PD18	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD18-PD19	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD19-PD10	CIRCULAR	0.6	0	0	0	1	
PD1-PD2	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD2-PD3	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD3-PD4	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD4-PD5	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD5-PD6	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD6-PD7	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD7-PD8	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD8-PD9	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD9-PD10	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD10-CAMARA_69E	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_2	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_2-P83	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P83-P85	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P85-DES_P87	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_1	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_1-P82	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P82-P84	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P84-DES_P86	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	

[DWF]

::Node	Constituent	Baseline	Patterns
PD11	FLOW	0	
PD12	FLOW	0	
PD13	FLOW	0	
PD14	FLOW	0	
PD15	FLOW	0	
PD16	FLOW	0	
PD17	FLOW	0	
PD18	FLOW	0	
PD19	FLOW	0	
PD10	FLOW	0	
PD1	FLOW	0	
PD2	FLOW	0	
PD3	FLOW	0	
PD4	FLOW	0	
PD5	FLOW	0	
PD6	FLOW	0	
PD7	FLOW	0	
PD8	FLOW	0	
PD9	FLOW	0	
P84	FLOW	0	
P82	FLOW	0	
P80_2	FLOW	3800	
P83	FLOW	0	
P85	FLOW	0	
P80_1	FLOW	3800	
DES_P87	FLOW	0	
CAMARA_69E	FLOW	0	

[TIMESERIES]

::Name	Date	Time	Value
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:00	0
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:01	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:02	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:03	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:04	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:05	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:07	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:08	0.11
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:09	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:10	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:11	0.13
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:12	0.14
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:13	0.15
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:14	0.16
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:15	0.17
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:16	0.18
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:17	0.19
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:18	0.21
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:19	0.23

Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:20	0.25
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:21	0.27
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:22	0.29
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:23	0.32
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:24	0.35
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:25	0.39
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:26	0.43
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:27	0.48
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:28	0.54
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:29	0.61
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:30	0.69
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:31	0.8
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:32	0.92
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:33	1.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:34	1.29
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:35	1.56
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:36	1.92
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:37	1.73
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:38	1.42
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:39	1.18
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:40	1
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:41	0.86
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:42	0.74
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:43	0.65
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:44	0.57
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:45	0.51
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:46	0.45
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:47	0.41
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:48	0.37
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:49	0.33
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:50	0.3
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:51	0.28
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:52	0.26
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:53	0.24
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:54	0.22
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:55	0.2
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:56	0.19
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:57	0.17
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:58	0.16
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:59	0.15
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:00	0.14
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:01	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:02	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:03	0.12
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:04	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:05	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:07	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:08	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:09	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:10	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:11	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:12	0.07

;

Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:01	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:02	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:03	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:04	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:05	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:06	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:07	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:08	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:09	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:10	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:11	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:12	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:13	0.17
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:14	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:15	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:16	0.21
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:17	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:18	0.24
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:19	0.26
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:20	0.28
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:21	0.31
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:22	0.33
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:23	0.37
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:24	0.4
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:25	0.44
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:26	0.49
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:27	0.55
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:28	0.62
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:29	0.7
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:30	0.8
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:31	0.92
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:32	1.06
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:33	1.25
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:34	1.49
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:35	1.81
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:36	2.24
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:37	2.01
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:38	1.64
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:39	1.36
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:40	1.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:41	0.99
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:42	0.85
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:43	0.74
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:44	0.66
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:45	0.58
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:46	0.52
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:47	0.47
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:48	0.42
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:49	0.38
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:50	0.35
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:51	0.32
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:52	0.29
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:53	0.27

Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:54	0.25
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:55	0.23
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:56	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:57	0.2
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:58	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:59	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:00	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:01	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:02	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:03	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:04	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:05	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:06	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:07	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:08	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:09	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:10	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:11	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:12	0.09
;	
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:01	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:02	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:03	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:04	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:05	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:07	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:08	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:09	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:10	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:11	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:12	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:13	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:14	0.21
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:15	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:16	0.24
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:17	0.26
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:18	0.28
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:19	0.3
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:20	0.33
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:21	0.36
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:22	0.39
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:23	0.42
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:24	0.47
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:25	0.52
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:26	0.57
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:27	0.64
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:28	0.72
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:29	0.81
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:30	0.92
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:31	1.06
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:32	1.23
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:33	1.44

Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:34	1.71
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:35	2.06
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:36	2.52
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:37	2.27
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:38	1.87
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:39	1.56
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:40	1.33
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:41	1.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:42	0.99
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:43	0.86
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:44	0.76
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:45	0.68
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:46	0.6
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:47	0.54
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:48	0.49
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:49	0.45
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:50	0.41
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:51	0.37
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:52	0.34
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:53	0.31
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:54	0.29
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:55	0.27
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:56	0.25
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:57	0.23
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:58	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:59	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:00	0.19
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:01	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:02	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:03	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:04	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:05	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:07	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:08	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:09	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:10	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:11	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:12	0.1

[REPORT]

;;Reporting Options

INPUT NO

CONTROLS NO

SUBCATCHMENTS ALL

NODES ALL

LINKS ALL

[TAGS]

[MAP]

DIMENSIONS 92481.970 106751.820 93681.974 107951.818

Units None

[COORDINATES]

::Node	X-Coord	Y-Coord
PD11	93393.981	107099.559
PD12	93329.006	107175.349
PD13	93265.828	107251.815
PD14	93201.964	107323.285
PD15	93128.515	107390.937
PD16	93041.593	107439.198
PD17	92997.222	107458.361
PD18	92934.903	107483.301
PD19	92841.755	107519.193
PD10	92825.660	107559.856
PD1	93431.314	107115.486
PD2	93364.739	107187.905
PD3	93301.249	107265.080
PD4	93235.301	107340.171
PD5	93158.971	107404.724
PD6	93096.686	107449.120
PD7	93023.262	107485.133
PD8	92936.933	107518.326
PD9	92872.242	107543.410
P84	92599.250	107160.530
P82	92608.352	107321.441
P80_2	92795.280	107577.760
P83	92603.010	107323.410
P85	92593.730	107163.140
P80_1	92799.871	107574.871
DES_P86	92586.200	107150.740
DES_P87	92583.950	107154.810
CAMARA_69E	92802.148	107580.897

[VERTICES]

::Link	X-Coord	Y-Coord
--------	---------	---------

[Polygons]

::Subcatchment	X-Coord	Y-Coord
Area_PD11_PD12	93351.717	107060.393
Area_PD11_PD12	93251.717	107110.393
Area_PD11_PD12	93301.717	107160.393
Area_PD12_PD13	93266.680	107141.679
Area_PD12_PD13	93166.680	107191.679
Area_PD12_PD13	93216.680	107241.679
Area_PD13_PD14	93221.661	107222.964
Area_PD13_PD14	93121.661	107272.964
Area_PD13_PD14	93171.661	107322.964
Area_PD14_PD15	93144.127	107286.742
Area_PD14_PD15	93044.127	107336.742
Area_PD14_PD15	93094.127	107386.742
Area_PD15_PD16	93099.107	107344.267
Area_PD15_PD16	92999.107	107394.267
Area_PD15_PD16	93049.107	107444.267

Area_PD16_PD17	93006.567	107353.021
Area_PD16_PD17	92906.567	107403.021
Area_PD16_PD17	92956.567	107453.021
Area_PD17_PD18	92939.037	107385.535
Area_PD17_PD18	92839.037	107435.535
Area_PD17_PD18	92889.037	107485.535
Area_PD18_PD19	92864.005	107424.302
Area_PD18_PD19	92764.005	107474.302
Area_PD18_PD19	92814.005	107524.302
Area_PD19_PD10	92841.755	107519.193
Area_PD19_PD10	92741.755	107569.193
Area_PD19_PD10	92791.755	107619.193
Area_PD1_PD2	93489.277	107147.932
Area_PD1_PD2	93389.277	107197.932
Area_PD1_PD2	93439.277	107247.932
Area_PD2_PD3	93421.748	107241.722
Area_PD2_PD3	93321.748	107291.722
Area_PD2_PD3	93371.748	107341.722
Area_PD3_PD4	93349.216	107328.010
Area_PD3_PD4	93249.216	107378.010
Area_PD3_PD4	93299.216	107428.010
Area_PD4_PD5	93272.933	107395.540
Area_PD4_PD5	93172.933	107445.540
Area_PD4_PD5	93222.933	107495.540
Area_PD5_PD6	93211.656	107426.803
Area_PD5_PD6	93111.656	107476.803
Area_PD5_PD6	93161.656	107526.803
Area_PD6_PD7	93125.369	107463.069
Area_PD6_PD7	93025.369	107513.069
Area_PD6_PD7	93075.369	107563.069
Area_PD7_PD8	93062.841	107474.324
Area_PD7_PD8	92962.841	107524.324
Area_PD7_PD8	93012.841	107574.324
Area_PD8_PD9	92996.563	107531.849
Area_PD8_PD9	92896.563	107581.849
Area_PD8_PD9	92946.563	107631.849
Area_PD9_PD10	92934.035	107553.108
Area_PD9_PD10	92834.035	107603.108
Area_PD9_PD10	92884.035	107653.108
Area_PD10_CAMARA_69E	92882.763	107561.862
Area_PD10_CAMARA_69E	92782.763	107611.862
Area_PD10_CAMARA_69E	92832.763	107661.862
Area_CAMARA_69E_P80_2	92757.708	107533.100
Area_CAMARA_69E_P80_2	92657.708	107583.100
Area_CAMARA_69E_P80_2	92707.708	107633.100
Area_P80_2_P83	92848.998	107624.389
Area_P80_2_P83	92748.998	107674.389
Area_P80_2_P83	92798.998	107724.389
Area_P83_P85	92722.693	107270.485
Area_P83_P85	92622.693	107320.485
Area_P83_P85	92672.693	107370.485
Area_P85_DES_P87	92713.939	107114.167
Area_P85_DES_P87	92613.939	107164.167
Area_P85_DES_P87	92663.939	107214.167

Area_CAMARA_69E_P80_1	92808.981	107611.884
Area_CAMARA_69E_P80_1	92708.981	107661.884
Area_CAMARA_69E_P80_1	92758.981	107711.884
Area_P80_1_P82	92763.961	107580.620
Area_P80_1_P82	92663.961	107630.620
Area_P80_1_P82	92713.961	107680.620
Area_P82_P84	92608.352	107321.441
Area_P82_P84	92508.352	107371.441
Area_P82_P84	92558.352	107421.441
Area_P84_DES_P86	92581.382	107169.191
Area_P84_DES_P86	92481.382	107219.191
Area_P84_DES_P86	92531.382	107269.191

[SYMBOLS]

:::Gage	X-Coord	Y-Coord

Hietograma_Tr_3_años	93481.314	107580.897
Hietograma_Tr_5_años	93381.314	107580.897
Hietograma_Tr_10_años	93431.314	107630.897

Escenario 1 – Onda cinemática:

[TITLE]

:::Project Title/Notes
0

[OPTIONS]

:::Option	Value
FLOW_UNITS	LPS
INFILTRATION	HORTON
FLOW_ROUTING	KINWAVE
LINK_OFFSETS	DEPTH
MIN_SLOPE	0
ALLOW_PONDING	NO
SKIP_STEADY_STATE	NO
START_DATE	08/24/2016
START_TIME	00:00:00
REPORT_START_DATE	08/24/2016
REPORT_START_TIME	00:00:00
END_DATE	08/24/2016
END_TIME	06:00:00
SWEEP_START	01/01
SWEEP_END	12/31
DRY_DAYS	0
REPORT_STEP	00:15:00
WET_STEP	00:05:00
DRY_STEP	01:00:00
ROUTING_STEP	0:00:05
INERTIAL_DAMPING	PARTIAL
NORMAL_FLOW_LIMITED	BOTH
FORCE_MAIN_EQUATION	D-W
VARIABLE_STEP	0.75
LENGTHENING_STEP	0

```

MIN_SURFAREA      1.14
MAX_TRIALS        8
HEAD_TOLERANCE    0.0015
SYS_FLOW_TOL      5
LAT_FLOW_TOL      5
MINIMUM_STEP      0.5
THREADS           1

```

[EVAPORATION]

```

;;Data Source Parameters

```

```

-----
CONSTANT          0
DRY_ONLY          NO

```

[RAINGAGES]

```

;;Name           Format   Interval SCF   Source

```

```

-----
Hietograma_Tr_3_años VOLUME 00:01 1   TIMESERIES Hietograma_Tr_3_años
Hietograma_Tr_5_años VOLUME 00:01 1   TIMESERIES Hietograma_Tr_5_años
Hietograma_Tr_10_años VOLUME 00:01 1   TIMESERIES Hietograma_Tr_10_años

```

[SUBCATCHMENTS]

```

;;Name           Rain Gage   Outlet   Area   %Imperv Width   %Slope   CurbLen   SnowPack

```

```

-----
Area_PD11_PD12 Hietograma_Tr_3_años PD11      0.15607857 0    15.607857 0.005 0
Area_PD12_PD13 Hietograma_Tr_3_años PD12      0.36968928 0    36.968928 0.005 0
Area_PD13_PD14 Hietograma_Tr_3_años PD13      0.31359016 0    31.359016 0.005 0
Area_PD14_PD15 Hietograma_Tr_3_años PD14      0.26115678 0    26.115678 0.005 0
Area_PD15_PD16 Hietograma_Tr_3_años PD15      0.42296472 0    42.296472 0.005 0
Area_PD16_PD17 Hietograma_Tr_3_años PD16      0.44597469 0    44.597469 0.005 0
Area_PD17_PD18 Hietograma_Tr_3_años PD17      0.27537969 0    27.537969 0.005 0
Area_PD18_PD19 Hietograma_Tr_3_años PD18      0.23933752 0    23.933752 0.005 0
Area_PD19_PD10 Hietograma_Tr_3_años PD19      0.79277297 0    79.277297 0.005 0
Area_PD1_PD2   Hietograma_Tr_5_años PD1       0.15451716 0    15.451716 0.005 0
Area_PD2_PD3   Hietograma_Tr_5_años PD2       0.32277498 0    32.277498 0.005 0
Area_PD3_PD4   Hietograma_Tr_5_años PD3       0.22560786 0    22.560786 0.005 0
Area_PD4_PD5   Hietograma_Tr_5_años PD4       0.3535515 0    35.35515 0.005 0
Area_PD5_PD6   Hietograma_Tr_5_años PD5       0.4340549 0    43.40549 0.005 0
Area_PD6_PD7   Hietograma_Tr_5_años PD6       0.05559853 0    5.559853 0.005 0
Area_PD7_PD8   Hietograma_Tr_5_años PD7       0.20686829 0    20.686829 0.005 0
Area_PD8_PD9   Hietograma_Tr_5_años PD8       0.32669621 0    32.669621 0.005 0
Area_PD9_PD10  Hietograma_Tr_5_años PD9       0.59751813 0    59.751813 0.005 0
Area_PD10_CAMARA_69E Hietograma_Tr_5_años PD10      0.2118871 0    21.18871 0.005 0
Area_CAMARA_69E_P80_2 Hietograma_Tr_5_años CAMARA_69E 0    0    0    0.005 0
Area_P80_2_P83 Hietograma_Tr_5_años P80_2      0    0    0    0.005 0
Area_P83_P85   Hietograma_Tr_5_años P83      0    0    0    0.005 0
Area_P85_DES_P87 Hietograma_Tr_5_años P85      0    0    0    0.005 0
Area_CAMARA_69E_P80_1 Hietograma_Tr_5_años CAMARA_69E 0    0    0    0.005 0
Area_P80_1_P82 Hietograma_Tr_5_años P80_1      0    0    0    0.005 0
Area_P82_P84   Hietograma_Tr_5_años P82      0    0    0    0.005 0
Area_P84_DES_P86 Hietograma_Tr_5_años P84      0    0    0    0.005 0

```

[SUBAREAS]

Subcatchment	N-Imperv	N-Perv	S-Imperv	S-Perv	PctZero	RouteTo	PctRouted
Area_PD11_PD12	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD12_PD13	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD13_PD14	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD14_PD15	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD15_PD16	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD16_PD17	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD17_PD18	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD18_PD19	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD19_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD1_PD2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD2_PD3	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD3_PD4	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD4_PD5	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD5_PD6	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD6_PD7	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD7_PD8	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD8_PD9	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD9_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD10_CAMARA_69E	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_CAMARA_69E_P80_2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P80_2_P83	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P83_P85	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P85_DES_P87	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_CAMARA_69E_P80_1	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P80_1_P82	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P82_P84	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_P84_DES_P86	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	

[INFILTRATION]

Subcatchment	MaxRate	MinRate	Decay	DryTime	MaxInfil
Area_PD11_PD12	3	0.5	4	7	0
Area_PD12_PD13	3	0.5	4	7	0
Area_PD13_PD14	3	0.5	4	7	0
Area_PD14_PD15	3	0.5	4	7	0
Area_PD15_PD16	3	0.5	4	7	0
Area_PD16_PD17	3	0.5	4	7	0
Area_PD17_PD18	3	0.5	4	7	0
Area_PD18_PD19	3	0.5	4	7	0
Area_PD19_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD1_PD2	3	0.5	4	7	0
Area_PD2_PD3	3	0.5	4	7	0
Area_PD3_PD4	3	0.5	4	7	0
Area_PD4_PD5	3	0.5	4	7	0
Area_PD5_PD6	3	0.5	4	7	0
Area_PD6_PD7	3	0.5	4	7	0
Area_PD7_PD8	3	0.5	4	7	0
Area_PD8_PD9	3	0.5	4	7	0
Area_PD9_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD10_CAMARA_69E	3	0.5	4	7	0

```

Area_CAMARA_69E_P80_2 3      0.5  4  7  0
Area_P80_2_P83 3      0.5  4  7  0
Area_P83_P85 3      0.5  4  7  0
Area_P85_DES_P87 3      0.5  4  7  0
Area_CAMARA_69E_P80_1 3      0.5  4  7  0
Area_P80_1_P82 3      0.5  4  7  0
Area_P82_P84 3      0.5  4  7  0
Area_P84_DES_P86 3      0.5  4  7  0

```

[JUNCTIONS]

```

;;Name      Elevation MaxDepth  InitDepth  SurDepth  Aponded
-----
PD11      2542.75  1.45  0  0  0
PD12      2542.246477 1.60352328 0  0  0
PD13      2541.78565 2.01434965 0  0  0
PD14      2541.443816 2.35618355 0  0  0
PD15      2541.094561 2.00543913 0  0  0
PD16      2540.74264 2.10735953 0  0  0
PD17      2540.545223 2.25477725 0  0  0
PD18      2540.320085 2.32991513 0  0  0
PD19      2539.965275 2.53472543 0  0  0
PD10      2534.304818 7.94518213 0  0  0
PD1       2542.6  1.45  0  0  0
PD2       2541.899866 1.95013395 0  0  0
PD3       2541.259618 2.09038203 0  0  0
PD4       2540.605177 2.49482273 0  0  0
PD5       2539.449059 3.55094054 0  0  0
PD6       2538.468139 4.58186135 0  0  0
PD7       2537.441674 6.05832619 0  0  0
PD8       2536.317599 5.98240149 0  0  0
PD9       2535.325932 6.94406825 0  0  0
P84       2529.888284 6.09113282 0  0  0
P82       2530.695292 5.36470795 0  0  0
P80_2     2532.288705 10.381295 0  0  0
P83       2530.693206 5.36679432 0  0  0
P85       2529.889323 6.09067669 0  0  0
P80_1     2532.284841 10.3851586 0  0  0

```

[OUTFALLS]

```

;;Name      Elevation Type      Stage Data  Gated  Route To
-----
DES_P86     2529.806714 NORMAL      NO
DES_P87     2529.82509 NORMAL      NO

```

[DIVIDERS]

```

;;Name      Elevation Diverted Link  Type  Parameters
-----
CAMARA_69E  2533.54  PD10-CAMARA_69E OVERFLOW  9.13  0  0  0

```

[CONDUITS]

```

;;Name      From Node  To Node  Length  Roughness InOffset  OutOffset  InitFlow
MaxFlow
-----
PD11-PD12  PD11      PD12     99.8286746 0.0125  0  0.104208579 0  0

```

PD12-PD13	PD12	PD13	99.1896163	0.0125	0	0.064067905	0	0
PD13-PD14	PD13	PD14	95.8461481	0.0125	0	0.054295461	0	0
PD14-PD15	PD14	PD15	99.857619	0.0125	0	0.04968272	0	0
PD15-PD16	PD15	PD16	99.4218342	0.0125	0	0.053654902	0	0
PD16-PD17	PD16	PD17	48.3314616	0.0125	0	0.052423327	0	0
PD17-PD18	PD17	PD18	67.124576	0.0125	0	0.023764154	0	0
PD18-PD19	PD18	PD19	99.8235791	0.0125	0	0.055339568	0	0
PD19-PD10	PD19	PD10	43.7322782	0.0125	0	5.529259858	0	0
PD1-PD2	PD1	PD2	98.3705629	0.0125	0	0.109910571	0	0
PD2-PD3	PD2	PD3	99.9345918	0.0125	0	0.040640535	0	0
PD3-PD4	PD3	PD4	99.9391257	0.0125	0	0.054805944	0	0
PD4-PD5	PD4	PD5	99.9670171	0.0125	0	0.556315702	0	0
PD5-PD6	PD5	PD6	76.4874506	0.0125	0	0.521996113	0	0
PD6-PD7	PD6	PD7	81.7808047	0.0125	0	0.535780013	0	0
PD7-PD8	PD7	PD8	92.4897326	0.0125	0	0.569136897	0	0
PD8-PD9	PD8	PD9	69.3837123	0.0125	0	0.57536449	0	0
PD9-PD10	PD9	PD10	49.4005957	0.0125	0	0.724710304	0	0
PD10-CAMARA_69E	PD10	CAMARA_69E	31.5519053	0.0125	0	0.654386204	0	0
CAMARA_69E-P80_2	CAMARA_69E	P80_2	7.55055887	0.0125	0	0.007756672	0	0
P80_2-P83	P80_2	P83	318.844281	0.0125	0	0.00127795	0	0
P83-P85	P83	P85	160.538442	0.0125	0	0.001190165	0	0
P85-DES_P87	P85	DES_P87	12.8466844	0.0125	0	0	0	0
CAMARA_69E-P80_1	CAMARA_69E	P80_1	6.44178975	0.0125	0	1.232612373	0	0
P80_1-P82	P80_1	P82	317.657508	0.0125	0	0.001261777	0	0
P82-P84	P82	P84	161.168224	0.0125	0	0.001167307	0	0
P84-DES_P86	P84	DES_P86	16.3140001	0.0125	0	0	0	0

[XSECTIONS]

;;Link	Shape	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4	Barrels	Culvert
PD11-PD12	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD12-PD13	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD13-PD14	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD14-PD15	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD15-PD16	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD16-PD17	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD17-PD18	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD18-PD19	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD19-PD10	CIRCULAR	0.6	0	0	0	1	
PD1-PD2	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD2-PD3	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD3-PD4	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD4-PD5	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD5-PD6	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD6-PD7	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD7-PD8	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD8-PD9	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD9-PD10	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD10-CAMARA_69E	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_2	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_2-P83	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	

P83-P85	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1
P85-DES_P87	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1
CAMARA_69E-P80_1	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1
P80_1-P82	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1
P82-P84	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1
P84-DES_P86	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1

[DWF]

;;Node Constituent Baseline Patterns

;;-----

PD11	FLOW	0
PD12	FLOW	0
PD13	FLOW	0
PD14	FLOW	0
PD15	FLOW	0
PD16	FLOW	0
PD17	FLOW	0
PD18	FLOW	0
PD19	FLOW	0
PD10	FLOW	0
PD1	FLOW	0
PD2	FLOW	0
PD3	FLOW	0
PD4	FLOW	0
PD5	FLOW	0
PD6	FLOW	0
PD7	FLOW	0
PD8	FLOW	0
PD9	FLOW	0
P84	FLOW	0
P82	FLOW	0
P80_2	FLOW	3800
P83	FLOW	0
P85	FLOW	0
P80_1	FLOW	3800
DES_P87	FLOW	0
CAMARA_69E	FLOW	0

[TIMESERIES]

;;Name Date Time Value

;;-----

Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:00	0
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:01	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:02	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:03	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:04	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:05	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:07	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:08	0.11
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:09	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:10	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:11	0.13
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:12	0.14

Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:13	0.15
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:14	0.16
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:15	0.17
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:16	0.18
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:17	0.19
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:18	0.21
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:19	0.23
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:20	0.25
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:21	0.27
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:22	0.29
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:23	0.32
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:24	0.35
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:25	0.39
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:26	0.43
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:27	0.48
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:28	0.54
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:29	0.61
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:30	0.69
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:31	0.8
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:32	0.92
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:33	1.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:34	1.29
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:35	1.56
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:36	1.92
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:37	1.73
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:38	1.42
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:39	1.18
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:40	1
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:41	0.86
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:42	0.74
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:43	0.65
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:44	0.57
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:45	0.51
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:46	0.45
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:47	0.41
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:48	0.37
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:49	0.33
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:50	0.3
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:51	0.28
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:52	0.26
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:53	0.24
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:54	0.22
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:55	0.2
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:56	0.19
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:57	0.17
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:58	0.16
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:59	0.15
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:00	0.14
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:01	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:02	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:03	0.12
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:04	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:05	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:06	0.1

Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:07	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:08	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:09	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:10	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:11	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:12	0.07
;	
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:01	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:02	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:03	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:04	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:05	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:06	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:07	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:08	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:09	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:10	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:11	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:12	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:13	0.17
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:14	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:15	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:16	0.21
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:17	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:18	0.24
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:19	0.26
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:20	0.28
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:21	0.31
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:22	0.33
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:23	0.37
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:24	0.4
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:25	0.44
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:26	0.49
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:27	0.55
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:28	0.62
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:29	0.7
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:30	0.8
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:31	0.92
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:32	1.06
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:33	1.25
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:34	1.49
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:35	1.81
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:36	2.24
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:37	2.01
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:38	1.64
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:39	1.36
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:40	1.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:41	0.99
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:42	0.85
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:43	0.74
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:44	0.66
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:45	0.58
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:46	0.52

Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:47	0.47
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:48	0.42
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:49	0.38
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:50	0.35
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:51	0.32
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:52	0.29
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:53	0.27
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:54	0.25
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:55	0.23
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:56	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:57	0.2
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:58	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:59	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:00	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:01	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:02	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:03	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:04	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:05	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:06	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:07	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:08	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:09	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:10	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:11	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:12	0.09
;	
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:01	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:02	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:03	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:04	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:05	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:07	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:08	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:09	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:10	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:11	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:12	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:13	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:14	0.21
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:15	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:16	0.24
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:17	0.26
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:18	0.28
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:19	0.3
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:20	0.33
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:21	0.36
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:22	0.39
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:23	0.42
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:24	0.47
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:25	0.52
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:26	0.57

Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:27	0.64
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:28	0.72
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:29	0.81
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:30	0.92
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:31	1.06
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:32	1.23
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:33	1.44
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:34	1.71
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:35	2.06
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:36	2.52
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:37	2.27
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:38	1.87
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:39	1.56
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:40	1.33
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:41	1.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:42	0.99
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:43	0.86
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:44	0.76
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:45	0.68
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:46	0.6
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:47	0.54
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:48	0.49
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:49	0.45
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:50	0.41
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:51	0.37
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:52	0.34
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:53	0.31
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:54	0.29
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:55	0.27
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:56	0.25
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:57	0.23
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:58	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:59	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:00	0.19
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:01	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:02	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:03	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:04	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:05	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:07	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:08	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:09	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:10	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:11	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:12	0.1

[REPORT]

;;Reporting Options

INPUT NO

CONTROLS NO

SUBCATCHMENTS ALL

NODES ALL

LINKS ALL

[TAGS]

[MAP]

DIMENSIONS 92481.970 106751.820 93681.974 107951.818
Units None

[COORDINATES]

::Node	X-Coord	Y-Coord
PD11	93393.981	107099.559
PD12	93329.006	107175.349
PD13	93265.828	107251.815
PD14	93201.964	107323.285
PD15	93128.515	107390.937
PD16	93041.593	107439.198
PD17	92997.222	107458.361
PD18	92934.903	107483.301
PD19	92841.755	107519.193
PD10	92825.660	107559.856
PD1	93431.314	107115.486
PD2	93364.739	107187.905
PD3	93301.249	107265.080
PD4	93235.301	107340.171
PD5	93158.971	107404.724
PD6	93096.686	107449.120
PD7	93023.262	107485.133
PD8	92936.933	107518.326
PD9	92872.242	107543.410
P84	92599.250	107160.530
P82	92608.352	107321.441
P80_2	92795.280	107577.760
P83	92603.010	107323.410
P85	92593.730	107163.140
P80_1	92799.871	107574.871
DES_P86	92586.200	107150.740
DES_P87	92583.950	107154.810
CAMARA_69E	92802.148	107580.897

[VERTICES]

::Link	X-Coord	Y-Coord
--------	---------	---------

[Polygons]

::Subcatchment	X-Coord	Y-Coord
Area_PD11_PD12	93351.717	107060.393
Area_PD11_PD12	93251.717	107110.393
Area_PD11_PD12	93301.717	107160.393
Area_PD12_PD13	93266.680	107141.679
Area_PD12_PD13	93166.680	107191.679
Area_PD12_PD13	93216.680	107241.679
Area_PD13_PD14	93221.661	107222.964
Area_PD13_PD14	93121.661	107272.964

Area_PD13_PD14	93171.661	107322.964
Area_PD14_PD15	93144.127	107286.742
Area_PD14_PD15	93044.127	107336.742
Area_PD14_PD15	93094.127	107386.742
Area_PD15_PD16	93099.107	107344.267
Area_PD15_PD16	92999.107	107394.267
Area_PD15_PD16	93049.107	107444.267
Area_PD16_PD17	93006.567	107353.021
Area_PD16_PD17	92906.567	107403.021
Area_PD16_PD17	92956.567	107453.021
Area_PD17_PD18	92939.037	107385.535
Area_PD17_PD18	92839.037	107435.535
Area_PD17_PD18	92889.037	107485.535
Area_PD18_PD19	92864.005	107424.302
Area_PD18_PD19	92764.005	107474.302
Area_PD18_PD19	92814.005	107524.302
Area_PD19_PD10	92841.755	107519.193
Area_PD19_PD10	92741.755	107569.193
Area_PD19_PD10	92791.755	107619.193
Area_PD1_PD2	93489.277	107147.932
Area_PD1_PD2	93389.277	107197.932
Area_PD1_PD2	93439.277	107247.932
Area_PD2_PD3	93421.748	107241.722
Area_PD2_PD3	93321.748	107291.722
Area_PD2_PD3	93371.748	107341.722
Area_PD3_PD4	93349.216	107328.010
Area_PD3_PD4	93249.216	107378.010
Area_PD3_PD4	93299.216	107428.010
Area_PD4_PD5	93272.933	107395.540
Area_PD4_PD5	93172.933	107445.540
Area_PD4_PD5	93222.933	107495.540
Area_PD5_PD6	93211.656	107426.803
Area_PD5_PD6	93111.656	107476.803
Area_PD5_PD6	93161.656	107526.803
Area_PD6_PD7	93125.369	107463.069
Area_PD6_PD7	93025.369	107513.069
Area_PD6_PD7	93075.369	107563.069
Area_PD7_PD8	93062.841	107474.324
Area_PD7_PD8	92962.841	107524.324
Area_PD7_PD8	93012.841	107574.324
Area_PD8_PD9	92996.563	107531.849
Area_PD8_PD9	92896.563	107581.849
Area_PD8_PD9	92946.563	107631.849
Area_PD9_PD10	92934.035	107553.108
Area_PD9_PD10	92834.035	107603.108
Area_PD9_PD10	92884.035	107653.108
Area_PD10_CAMARA_69E	92882.763	107561.862
Area_PD10_CAMARA_69E	92782.763	107611.862
Area_PD10_CAMARA_69E	92832.763	107661.862
Area_CAMARA_69E_P80_2	92757.708	107533.100
Area_CAMARA_69E_P80_2	92657.708	107583.100
Area_CAMARA_69E_P80_2	92707.708	107633.100
Area_P80_2_P83	92848.998	107624.389
Area_P80_2_P83	92748.998	107674.389

Area_P80_2_P83	92798.998	107724.389
Area_P83_P85	92722.693	107270.485
Area_P83_P85	92622.693	107320.485
Area_P83_P85	92672.693	107370.485
Area_P85_DES_P87	92713.939	107114.167
Area_P85_DES_P87	92613.939	107164.167
Area_P85_DES_P87	92663.939	107214.167
Area_CAMARA_69E_P80_1	92808.981	107611.884
Area_CAMARA_69E_P80_1	92708.981	107661.884
Area_CAMARA_69E_P80_1	92758.981	107711.884
Area_P80_1_P82	92763.961	107580.620
Area_P80_1_P82	92663.961	107630.620
Area_P80_1_P82	92713.961	107680.620
Area_P82_P84	92608.352	107321.441
Area_P82_P84	92508.352	107371.441
Area_P82_P84	92558.352	107421.441
Area_P84_DES_P86	92581.382	107169.191
Area_P84_DES_P86	92481.382	107219.191
Area_P84_DES_P86	92531.382	107269.191

[SYMBOLS]

::Gage	X-Coord	Y-Coord
;-----		
Hietograma_Tr_3_años	93481.314	107580.897
Hietograma_Tr_5_años	93381.314	107580.897
Hietograma_Tr_10_años	93431.314	107630.897

Escenario 1 y 2 – Onda dinámica:

[TITLE]

::Project Title/Notes
0

[OPTIONS]

::Option Value
FLOW_UNITS LPS
INFILTRATION HORTON
FLOW_ROUTING DYNWAVE
LINK_OFFSETS DEPTH
MIN_SLOPE 0
ALLOW_PONDING NO
SKIP_STEADY_STATE NO

START_DATE 08/24/2016
START_TIME 00:00:00
REPORT_START_DATE 08/24/2016
REPORT_START_TIME 00:00:00
END_DATE 08/24/2016
END_TIME 06:00:00
SWEEP_START 01/01
SWEEP_END 12/31
DRY_DAYS 0
REPORT_STEP 00:15:00
WET_STEP 00:05:00
DRY_STEP 01:00:00
ROUTING_STEP 0:00:05

INERTIAL_DAMPING PARTIAL
NORMAL_FLOW_LIMITED BOTH
FORCE_MAIN_EQUATION D-W
VARIABLE_STEP 0.75
LENGTHENING_STEP 0
MIN_SURFAREA 1.14
MAX_TRIALS 8
HEAD_TOLERANCE 0.0015
SYS_FLOW_TOL 5
LAT_FLOW_TOL 5
MINIMUM_STEP 0.5
THREADS 1

[EVAPORATION]

::Data Source Parameters
:-----
CONSTANT 0
DRY_ONLY NO

[RAINGAGES]

::Name Format Interval SCF Source
:-----
Hietograma_Tr_3_años VOLUME 00:01 1 TIMESERIES Hietograma_Tr_3_años

Hietograma_Tr_5_años VOLUME 00:01 1 TIMESERIES Hietograma_Tr_5_años
 Hietograma_Tr_10_años VOLUME 00:01 1 TIMESERIES Hietograma_Tr_10_años

[SUBCATCHMENTS]

::Name	Rain Gage	Outlet	Area	%Imperv	Width	%Slope	CurbLen	SnowPack
Area_PD11_PD12	Hietograma_Tr_3_años	PD11		0.15607857	0	15.607857	0.005	0
Area_PD12_PD13	Hietograma_Tr_3_años	PD12		0.36968928	0	36.968928	0.005	0
Area_PD13_PD14	Hietograma_Tr_3_años	PD13		0.31359016	0	31.359016	0.005	0
Area_PD14_PD15	Hietograma_Tr_3_años	PD14		0.26115678	0	26.115678	0.005	0
Area_PD15_PD16	Hietograma_Tr_3_años	PD15		0.42296472	0	42.296472	0.005	0
Area_PD16_PD17	Hietograma_Tr_3_años	PD16		0.44597469	0	44.597469	0.005	0
Area_PD17_PD18	Hietograma_Tr_3_años	PD17		0.27537969	0	27.537969	0.005	0
Area_PD18_PD19	Hietograma_Tr_3_años	PD18		0.23933752	0	23.933752	0.005	0
Area_PD19_PD10	Hietograma_Tr_3_años	PD19		0.79277297	0	79.277297	0.005	0
Area_PD1_PD2	Hietograma_Tr_5_años	PD1		0.15451716	0	15.451716	0.005	0
Area_PD2_PD3	Hietograma_Tr_5_años	PD2		0.32277498	0	32.277498	0.005	0
Area_PD3_PD4	Hietograma_Tr_5_años	PD3		0.22560786	0	22.560786	0.005	0
Area_PD4_PD5	Hietograma_Tr_5_años	PD4		0.3535515	0	35.35515	0.005	0
Area_PD5_PD6	Hietograma_Tr_5_años	PD5		0.4340549	0	43.40549	0.005	0
Area_PD6_PD7	Hietograma_Tr_5_años	PD6		0.05559853	0	5.559853	0.005	0
Area_PD7_PD8	Hietograma_Tr_5_años	PD7		0.20686829	0	20.686829	0.005	0
Area_PD8_PD9	Hietograma_Tr_5_años	PD8		0.32669621	0	32.669621	0.005	0
Area_PD9_PD10	Hietograma_Tr_5_años	PD9		0.59751813	0	59.751813	0.005	0
Area_PD10_CAMARA_69E	Hietograma_Tr_5_años	PD10			0.2118871	0	21.18871	0.005
Area_CAMARA_69E_P80_2	Hietograma_Tr_5_años	CAMARA_69E			0	0	0	0.005
Area_P80_2_P83	Hietograma_Tr_5_años	P80_2		0	0	0	0.005	0
Area_P83_P85	Hietograma_Tr_5_años	P83		0	0	0	0.005	0
Area_P85_DES_P87	Hietograma_Tr_5_años	P85		0	0	0	0.005	0
Area_CAMARA_69E_P80_1	Hietograma_Tr_5_años	CAMARA_69E			0	0	0	0.005
Area_P80_1_P82	Hietograma_Tr_5_años	P80_1		0	0	0	0.005	0
Area_P82_P84	Hietograma_Tr_5_años	P82		0	0	0	0.005	0
Area_P84_DES_P86	Hietograma_Tr_5_años	P84		0	0	0	0.005	0

[SUBAREAS]

::Subcatchment	N-Imperv	N-Perv	S-Imperv	S-Perv	PctZero	RouteTo	PctRouted
Area_PD11_PD12	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD12_PD13	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD13_PD14	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD14_PD15	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD15_PD16	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD16_PD17	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD17_PD18	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD18_PD19	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD19_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD1_PD2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD2_PD3	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD3_PD4	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD4_PD5	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	
Area_PD5_PD6	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET	

Area_PD6_PD7	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD7_PD8	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD8_PD9	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD9_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD10_CAMARA_69E	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_CAMARA_69E_P80_2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P80_2_P83	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P83_P85	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P85_DES_P87	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_CAMARA_69E_P80_1	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P80_1_P82	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P82_P84	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P84_DES_P86	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET

[INFILTRATION]

::Subcatchment	MaxRate	MinRate	Decay	DryTime	MaxInfil
Area_PD11_PD12	3	0.5	4	7	0
Area_PD12_PD13	3	0.5	4	7	0
Area_PD13_PD14	3	0.5	4	7	0
Area_PD14_PD15	3	0.5	4	7	0
Area_PD15_PD16	3	0.5	4	7	0
Area_PD16_PD17	3	0.5	4	7	0
Area_PD17_PD18	3	0.5	4	7	0
Area_PD18_PD19	3	0.5	4	7	0
Area_PD19_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD1_PD2	3	0.5	4	7	0
Area_PD2_PD3	3	0.5	4	7	0
Area_PD3_PD4	3	0.5	4	7	0
Area_PD4_PD5	3	0.5	4	7	0
Area_PD5_PD6	3	0.5	4	7	0
Area_PD6_PD7	3	0.5	4	7	0
Area_PD7_PD8	3	0.5	4	7	0
Area_PD8_PD9	3	0.5	4	7	0
Area_PD9_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD10_CAMARA_69E	3	0.5	4	7	0
Area_CAMARA_69E_P80_2	3	0.5	4	7	0
Area_P80_2_P83	3	0.5	4	7	0
Area_P83_P85	3	0.5	4	7	0
Area_P85_DES_P87	3	0.5	4	7	0
Area_CAMARA_69E_P80_1	3	0.5	4	7	0
Area_P80_1_P82	3	0.5	4	7	0
Area_P82_P84	3	0.5	4	7	0
Area_P84_DES_P86	3	0.5	4	7	0

[JUNCTIONS]

::Name	Elevation	MaxDepth	InitDepth	SurDepth	Aponded
PD11	2542.75	1.45	0	0	0
PD12	2542.246477	1.60352328	0	0	0
PD13	2541.78565	2.01434965	0	0	0
PD14	2541.443816	2.35618355	0	0	0
PD15	2541.094561	2.00543913	0	0	0
PD16	2540.74264	2.10735953	0	0	0

PD17	2540.545223	2.25477725	0	0
PD18	2540.320085	2.32991513	0	0
PD19	2539.965275	2.53472543	0	0
PD10	2534.304818	7.94518213	0	0
PD1	2542.6	1.45	0	0
PD2	2541.899866	1.95013395	0	0
PD3	2541.259618	2.09038203	0	0
PD4	2540.605177	2.49482273	0	0
PD5	2539.449059	3.55094054	0	0
PD6	2538.468139	4.58186135	0	0
PD7	2537.441674	6.05832619	0	0
PD8	2536.317599	5.98240149	0	0
PD9	2535.325932	6.94406825	0	0
P84	2529.888284	6.09113282	0	0
P82	2530.695292	5.36470795	0	0
P80_2	2532.288705	10.381295	0	0
P83	2530.693206	5.36679432	0	0
P85	2529.889323	6.09067669	0	0
P80_1	2532.284841	10.3851586	0	0

[OUTFALLS]

;;Name	Elevation	Type	Stage Data	Gated	Route To
DES_P86	2529.806714	NORMAL		NO	
DES_P87	2529.82509	NORMAL		NO	

[DIVIDERS]

;;Name	Elevation	Diverted Link	Type	Parameters
CAMARA_69E	2533.54	PD10-CAMARA_69E	OVERFLOW	9.13 0 0 0

[CONDUITS]

;;Name	From Node	To Node	Length	Roughness	InOffset	OutOffset	InitFlow	MaxFlow
PD11-PD12	PD11	PD12	99.8286746	0.0125	0	0.104208579	0	0
PD12-PD13	PD12	PD13	99.1896163	0.0125	0	0.064067905	0	0
PD13-PD14	PD13	PD14	95.8461481	0.0125	0	0.054295461	0	0
PD14-PD15	PD14	PD15	99.857619	0.0125	0	0.04968272	0	0
PD15-PD16	PD15	PD16	99.4218342	0.0125	0	0.053654902	0	0
PD16-PD17	PD16	PD17	48.3314616	0.0125	0	0.052423327	0	0
PD17-PD18	PD17	PD18	67.124576	0.0125	0	0.023764154	0	0
PD18-PD19	PD18	PD19	99.8235791	0.0125	0	0.055339568	0	0
PD19-PD10	PD19	PD10	43.7322782	0.0125	0	5.529259858	0	0
PD1-PD2	PD1	PD2	98.3705629	0.0125	0	0.109910571	0	0
PD2-PD3	PD2	PD3	99.9345918	0.0125	0	0.040640535	0	0
PD3-PD4	PD3	PD4	99.9391257	0.0125	0	0.054805944	0	0
PD4-PD5	PD4	PD5	99.9670171	0.0125	0	0.556315702	0	0
PD5-PD6	PD5	PD6	76.4874506	0.0125	0	0.521996113	0	0
PD6-PD7	PD6	PD7	81.7808047	0.0125	0	0.535780013	0	0
PD7-PD8	PD7	PD8	92.4897326	0.0125	0	0.569136897	0	0
PD8-PD9	PD8	PD9	69.3837123	0.0125	0	0.57536449	0	0
PD9-PD10	PD9	PD10	49.4005957	0.0125	0	0.724710304	0	0

PD10-CAMARA_69E	PD10	CAMARA_69E	31.5519053	0.0125	0	0.654386204	
0	0						
CAMARA_69E-P80_2	CAMARA_69E	P80_2	7.55055887	0.0125	0.007756672		
1.23262468	0						
P80_2-P83	P80_2	P83	318.844281	0.0125	0	0.00127795	0
P83-P85	P83	P85	160.538442	0.0125	0	0.001190165	0
P85-DES_P87	P85	DES_P87	12.8466844	0.0125	0	0	0
CAMARA_69E-P80_1	CAMARA_69E	P80_1	6.44178975	0.0125	0	1.232612373	
0	0						
P80_1-P82	P80_1	P82	317.657508	0.0125	0	0.001261777	0
P82-P84	P82	P84	161.168224	0.0125	0	0.001167307	0
P84-DES_P86	P84	DES_P86	16.3140001	0.0125	0	0	0

[XSECTIONS]

::Link	Shape	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4	Barrels	Culvert
PD11-PD12	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD12-PD13	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD13-PD14	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD14-PD15	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD15-PD16	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD16-PD17	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD17-PD18	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD18-PD19	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD19-PD10	CIRCULAR	0.6	0	0	0	1	
PD1-PD2	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD2-PD3	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD3-PD4	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD4-PD5	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD5-PD6	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD6-PD7	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD7-PD8	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD8-PD9	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD9-PD10	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD10-CAMARA_69E	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_2	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_2-P83	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P83-P85	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P85-DES_P87	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_1	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_1-P82	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P82-P84	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P84-DES_P86	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	

[DWF]

::Node	Constituent	Baseline	Patterns
PD11	FLOW	0	
PD12	FLOW	0	
PD13	FLOW	0	
PD14	FLOW	0	
PD15	FLOW	0	
PD16	FLOW	0	
PD17	FLOW	0	

PD18	FLOW	0
PD19	FLOW	0
PD10	FLOW	0
PD1	FLOW	0
PD2	FLOW	0
PD3	FLOW	0
PD4	FLOW	0
PD5	FLOW	0
PD6	FLOW	0
PD7	FLOW	0
PD8	FLOW	0
PD9	FLOW	0
P84	FLOW	0
P82	FLOW	0
P80_2	FLOW	3800
P83	FLOW	0
P85	FLOW	0
P80_1	FLOW	3800
DES_P87	FLOW	0
CAMARA_69E	FLOW	0

[TIMESERIES]

;;Name	Date	Time	Value
;;-----			
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:00	0
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:01	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:02	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:03	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:04	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:05	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:07	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:08	0.11
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:09	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:10	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:11	0.13
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:12	0.14
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:13	0.15
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:14	0.16
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:15	0.17
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:16	0.18
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:17	0.19
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:18	0.21
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:19	0.23
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:20	0.25
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:21	0.27
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:22	0.29
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:23	0.32
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:24	0.35
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:25	0.39
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:26	0.43
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:27	0.48
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:28	0.54
Hietograma_Tr_3_años	08/24/2016	00:29	0.61

Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:30	0.69
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:31	0.8
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:32	0.92
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:33	1.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:34	1.29
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:35	1.56
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:36	1.92
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:37	1.73
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:38	1.42
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:39	1.18
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:40	1
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:41	0.86
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:42	0.74
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:43	0.65
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:44	0.57
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:45	0.51
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:46	0.45
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:47	0.41
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:48	0.37
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:49	0.33
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:50	0.3
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:51	0.28
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:52	0.26
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:53	0.24
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:54	0.22
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:55	0.2
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:56	0.19
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:57	0.17
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:58	0.16
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 00:59	0.15
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:00	0.14
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:01	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:02	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:03	0.12
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:04	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:05	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:07	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:08	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:09	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:10	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:11	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/24/2016 01:12	0.07
;	
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:01	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:02	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:03	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:04	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:05	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:06	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:07	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:08	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:09	0.13

Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:10	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:11	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:12	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:13	0.17
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:14	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:15	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:16	0.21
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:17	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:18	0.24
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:19	0.26
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:20	0.28
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:21	0.31
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:22	0.33
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:23	0.37
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:24	0.4
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:25	0.44
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:26	0.49
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:27	0.55
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:28	0.62
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:29	0.7
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:30	0.8
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:31	0.92
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:32	1.06
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:33	1.25
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:34	1.49
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:35	1.81
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:36	2.24
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:37	2.01
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:38	1.64
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:39	1.36
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:40	1.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:41	0.99
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:42	0.85
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:43	0.74
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:44	0.66
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:45	0.58
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:46	0.52
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:47	0.47
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:48	0.42
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:49	0.38
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:50	0.35
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:51	0.32
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:52	0.29
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:53	0.27
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:54	0.25
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:55	0.23
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:56	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:57	0.2
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:58	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 00:59	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:00	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:01	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:02	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:03	0.14

Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:04	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:05	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:06	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:07	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:08	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:09	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:10	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:11	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/24/2016 01:12	0.09
;	
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:01	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:02	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:03	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:04	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:05	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:07	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:08	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:09	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:10	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:11	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:12	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:13	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:14	0.21
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:15	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:16	0.24
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:17	0.26
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:18	0.28
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:19	0.3
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:20	0.33
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:21	0.36
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:22	0.39
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:23	0.42
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:24	0.47
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:25	0.52
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:26	0.57
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:27	0.64
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:28	0.72
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:29	0.81
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:30	0.92
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:31	1.06
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:32	1.23
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:33	1.44
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:34	1.71
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:35	2.06
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:36	2.52
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:37	2.27
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:38	1.87
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:39	1.56
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:40	1.33
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:41	1.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:42	0.99
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:43	0.86

Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:44	0.76
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:45	0.68
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:46	0.6
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:47	0.54
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:48	0.49
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:49	0.45
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:50	0.41
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:51	0.37
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:52	0.34
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:53	0.31
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:54	0.29
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:55	0.27
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:56	0.25
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:57	0.23
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:58	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 00:59	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:00	0.19
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:01	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:02	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:03	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:04	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:05	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:07	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:08	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:09	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:10	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:11	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/24/2016 01:12	0.1

[REPORT]

```

;;Reporting Options
INPUT NO
CONTROLS NO
SUBCATCHMENTS ALL
NODES ALL
LINKS ALL

```

[TAGS]

[MAP]

```

DIMENSIONS 92481.970 106751.820 93681.974 107951.818
Units None

```

[COORDINATES]

;;Node	X-Coord	Y-Coord
PD11	93393.981	107099.559
PD12	93329.006	107175.349
PD13	93265.828	107251.815
PD14	93201.964	107323.285
PD15	93128.515	107390.937
PD16	93041.593	107439.198
PD17	92997.222	107458.361

PD18	92934.903	107483.301
PD19	92841.755	107519.193
PD10	92825.660	107559.856
PD1	93431.314	107115.486
PD2	93364.739	107187.905
PD3	93301.249	107265.080
PD4	93235.301	107340.171
PD5	93158.971	107404.724
PD6	93096.686	107449.120
PD7	93023.262	107485.133
PD8	92936.933	107518.326
PD9	92872.242	107543.410
P84	92599.250	107160.530
P82	92608.352	107321.441
P80_2	92795.280	107577.760
P83	92603.010	107323.410
P85	92593.730	107163.140
P80_1	92799.871	107574.871
DES_P86	92586.200	107150.740
DES_P87	92583.950	107154.810
CAMARA_69E	92802.148	107580.897

[VERTICES]

::Link	X-Coord	Y-Coord
::-----		

[Polygons]

::Subcatchment	X-Coord	Y-Coord
::-----		
Area_PD11_PD12	93351.717	107060.393
Area_PD11_PD12	93251.717	107110.393
Area_PD11_PD12	93301.717	107160.393
Area_PD12_PD13	93266.680	107141.679
Area_PD12_PD13	93166.680	107191.679
Area_PD12_PD13	93216.680	107241.679
Area_PD13_PD14	93221.661	107222.964
Area_PD13_PD14	93121.661	107272.964
Area_PD13_PD14	93171.661	107322.964
Area_PD14_PD15	93144.127	107286.742
Area_PD14_PD15	93044.127	107336.742
Area_PD14_PD15	93094.127	107386.742
Area_PD15_PD16	93099.107	107344.267
Area_PD15_PD16	92999.107	107394.267
Area_PD15_PD16	93049.107	107444.267
Area_PD16_PD17	93006.567	107353.021
Area_PD16_PD17	92906.567	107403.021
Area_PD16_PD17	92956.567	107453.021
Area_PD17_PD18	92939.037	107385.535
Area_PD17_PD18	92839.037	107435.535
Area_PD17_PD18	92889.037	107485.535
Area_PD18_PD19	92864.005	107424.302
Area_PD18_PD19	92764.005	107474.302
Area_PD18_PD19	92814.005	107524.302
Area_PD19_PD10	92841.755	107519.193

Area_PD19_PD10	92741.755	107569.193
Area_PD19_PD10	92791.755	107619.193
Area_PD1_PD2	93489.277	107147.932
Area_PD1_PD2	93389.277	107197.932
Area_PD1_PD2	93439.277	107247.932
Area_PD2_PD3	93421.748	107241.722
Area_PD2_PD3	93321.748	107291.722
Area_PD2_PD3	93371.748	107341.722
Area_PD3_PD4	93349.216	107328.010
Area_PD3_PD4	93249.216	107378.010
Area_PD3_PD4	93299.216	107428.010
Area_PD4_PD5	93272.933	107395.540
Area_PD4_PD5	93172.933	107445.540
Area_PD4_PD5	93222.933	107495.540
Area_PD5_PD6	93211.656	107426.803
Area_PD5_PD6	93111.656	107476.803
Area_PD5_PD6	93161.656	107526.803
Area_PD6_PD7	93125.369	107463.069
Area_PD6_PD7	93025.369	107513.069
Area_PD6_PD7	93075.369	107563.069
Area_PD7_PD8	93062.841	107474.324
Area_PD7_PD8	92962.841	107524.324
Area_PD7_PD8	93012.841	107574.324
Area_PD8_PD9	92996.563	107531.849
Area_PD8_PD9	92896.563	107581.849
Area_PD8_PD9	92946.563	107631.849
Area_PD9_PD10	92934.035	107553.108
Area_PD9_PD10	92834.035	107603.108
Area_PD9_PD10	92884.035	107653.108
Area_PD10_CAMARA_69E	92882.763	107561.862
Area_PD10_CAMARA_69E	92782.763	107611.862
Area_PD10_CAMARA_69E	92832.763	107661.862
Area_CAMARA_69E_P80_2	92757.708	107533.100
Area_CAMARA_69E_P80_2	92657.708	107583.100
Area_CAMARA_69E_P80_2	92707.708	107633.100
Area_P80_2_P83	92848.998	107624.389
Area_P80_2_P83	92748.998	107674.389
Area_P80_2_P83	92798.998	107724.389
Area_P83_P85	92722.693	107270.485
Area_P83_P85	92622.693	107320.485
Area_P83_P85	92672.693	107370.485
Area_P85_DES_P87	92713.939	107114.167
Area_P85_DES_P87	92613.939	107164.167
Area_P85_DES_P87	92663.939	107214.167
Area_CAMARA_69E_P80_1	92808.981	107611.884
Area_CAMARA_69E_P80_1	92708.981	107661.884
Area_CAMARA_69E_P80_1	92758.981	107711.884
Area_P80_1_P82	92763.961	107580.620
Area_P80_1_P82	92663.961	107630.620
Area_P80_1_P82	92713.961	107680.620
Area_P82_P84	92608.352	107321.441
Area_P82_P84	92508.352	107371.441
Area_P82_P84	92558.352	107421.441
Area_P84_DES_P86	92581.382	107169.191

Area_P84_DES_P86 92481.382 107219.191
Area_P84_DES_P86 92531.382 107269.191

[SYMBOLS]

```
;;Gage      X-Coord      Y-Coord
-----
Hietograma_Tr_3_años 93481.314 107580.897
Hietograma_Tr_5_años 93381.314 107580.897
Hietograma_Tr_10_años 93431.314 107630.897
```

Escenario 3 – Onda dinámica + control LID: Pozos/zanjas de infiltración:

[TITLE]

```
;;Project Title/Notes
0
```

[OPTIONS]

```
;;Option      Value
FLOW_UNITS    LPS
INFILTRATION  HORTON
FLOW_ROUTING  DYNWAVE
LINK_OFFSETS  DEPTH
MIN_SLOPE     0
ALLOW_PONDING NO
SKIP_STEADY_STATE NO

START_DATE    08/28/2016
START_TIME    00:00:00
REPORT_START_DATE 08/28/2016
REPORT_START_TIME 00:00:00
END_DATE      08/28/2016
END_TIME      06:00:00
SWEEP_START   01/01
SWEEP_END     12/31
DRY_DAYS      0
REPORT_STEP   00:15:00
WET_STEP      00:05:00
DRY_STEP      01:00:00
ROUTING_STEP  0:00:05
```

```
INERTIAL_DAMPING PARTIAL
NORMAL_FLOW_LIMITED BOTH
FORCE_MAIN_EQUATION D-W
VARIABLE_STEP 0.75
LENGTHENING_STEP 0
MIN_SURFAREA 0
MAX_TRIALS 0
HEAD_TOLERANCE 0
SYS_FLOW_TOL 5
LAT_FLOW_TOL 5
MINIMUM_STEP 0.5
THREADS 1
```

[EVAPORATION]

```
;;Data Source Parameters
;;-----
CONSTANT      0
DRY_ONLY      NO
```

[RAINGAGES]

```
;;Name      Format  Interval SCF  Source
;;-----
Hietograma_Tr_3_años VOLUME  00:01  1  TIMESERIES Hietograma_Tr_3_años
Hietograma_Tr_5_años VOLUME  00:01  1  TIMESERIES Hietograma_Tr_5_años
Hietograma_Tr_10_años VOLUME  00:01  1  TIMESERIES Hietograma_Tr_10_años
```

[SUBCATCHMENTS]

```
;;Name      Rain Gage      Outlet      Area  %Imperv Width  %Slope  CurbLen  SnowPack
;;-----
Area_PD11_PD12 Hietograma_Tr_3_años PD11      0.15607857 0 15.607857 0.005 0
Area_PD12_PD13 Hietograma_Tr_3_años PD12      0.36968928 0 36.968928 0.005 0
Area_PD13_PD14 Hietograma_Tr_3_años PD13      0.31359016 0 31.359016 0.005 0
Area_PD14_PD15 Hietograma_Tr_3_años PD14      0.26115678 0 26.115678 0.005 0
Area_PD15_PD16 Hietograma_Tr_3_años PD15      0.42296472 0 42.296472 0.005 0
Area_PD16_PD17 Hietograma_Tr_3_años PD16      0.44597469 0 44.597469 0.005 0
Area_PD17_PD18 Hietograma_Tr_3_años PD17      0.27537969 0 27.537969 0.005 0
Area_PD18_PD19 Hietograma_Tr_3_años PD18      0.23933752 0 23.933752 0.005 0
Area_PD19_PD10 Hietograma_Tr_3_años PD19      0.79277297 0 79.277297 0.005 0
Area_PD1_PD2   Hietograma_Tr_5_años PD1      0.15451716 0 15.451716 0.005 0
Area_PD2_PD3   Hietograma_Tr_5_años PD2      0.32277498 0 32.277498 0.005 0
Area_PD3_PD4   Hietograma_Tr_5_años PD3      0.22560786 0 22.560786 0.005 0
Area_PD4_PD5   Hietograma_Tr_5_años PD4      0.3535515 0 35.35515 0.005 0
Area_PD5_PD6   Hietograma_Tr_5_años PD5      0.4340549 0 43.40549 0.005 0
Area_PD6_PD7   Hietograma_Tr_5_años PD6      0.05559853 0 5.559853 0.005 0
Area_PD7_PD8   Hietograma_Tr_5_años PD7      0.20686829 0 20.686829 0.005 0
Area_PD8_PD9   Hietograma_Tr_5_años PD8      0.32669621 0 32.669621 0.005 0
Area_PD9_PD10  Hietograma_Tr_5_años PD9      0.59751813 0 59.751813 0.005 0
Area_PD10_CAMARA_69E Hietograma_Tr_5_años PD10      0.2118871 0 21.18871
0.005 0
Area_CAMARA_69E_P80_2 Hietograma_Tr_5_años CAMARA_69E 0 0 0 0.005
0
Area_P80_2_P83  Hietograma_Tr_5_años P80_2      0 0 0 0.005 0
Area_P83_P85   Hietograma_Tr_5_años P83      0 0 0 0.005 0
Area_P85_DES_P87 Hietograma_Tr_5_años P85      0 0 0 0.005 0
Area_CAMARA_69E_P80_1 Hietograma_Tr_5_años CAMARA_69E 0 0 0 0.005
0
Area_P80_1_P82  Hietograma_Tr_5_años P80_1      0 0 0 0.005 0
Area_P82_P84   Hietograma_Tr_5_años P82      0 0 0 0.005 0
Area_P84_DES_P86 Hietograma_Tr_5_años P84      0 0 0 0.005 0
```

[SUBAREAS]

```
;;Subcatchment N-Imperv N-Perv S-Imperv S-Perv PctZero RouteTo PctRouted
;;-----
Area_PD11_PD12 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
Area_PD12_PD13 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
Area_PD13_PD14 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
Area_PD14_PD15 0.012 0.012 0.05 0.05 25 OUTLET
```

Area_PD15_PD16	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD16_PD17	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD17_PD18	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD18_PD19	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD19_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD1_PD2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD2_PD3	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD3_PD4	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD4_PD5	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD5_PD6	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD6_PD7	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD7_PD8	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD8_PD9	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD9_PD10	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_PD10_CAMARA_69E	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_CAMARA_69E_P80_2	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P80_2_P83	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P83_P85	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P85_DES_P87	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_CAMARA_69E_P80_1	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P80_1_P82	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P82_P84	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET
Area_P84_DES_P86	0.012	0.012	0.05	0.05	25	OUTLET

[INFILTRATION]

Subcatchment	MaxRate	MinRate	Decay	DryTime	MaxInfil
Area_PD11_PD12	3	0.5	4	7	0
Area_PD12_PD13	3	0.5	4	7	0
Area_PD13_PD14	3	0.5	4	7	0
Area_PD14_PD15	3	0.5	4	7	0
Area_PD15_PD16	3	0.5	4	7	0
Area_PD16_PD17	3	0.5	4	7	0
Area_PD17_PD18	3	0.5	4	7	0
Area_PD18_PD19	3	0.5	4	7	0
Area_PD19_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD1_PD2	3	0.5	4	7	0
Area_PD2_PD3	3	0.5	4	7	0
Area_PD3_PD4	3	0.5	4	7	0
Area_PD4_PD5	3	0.5	4	7	0
Area_PD5_PD6	3	0.5	4	7	0
Area_PD6_PD7	3	0.5	4	7	0
Area_PD7_PD8	3	0.5	4	7	0
Area_PD8_PD9	3	0.5	4	7	0
Area_PD9_PD10	3	0.5	4	7	0
Area_PD10_CAMARA_69E	3	0.5	4	7	0
Area_CAMARA_69E_P80_2	3	0.5	4	7	0
Area_P80_2_P83	3	0.5	4	7	0
Area_P83_P85	3	0.5	4	7	0
Area_P85_DES_P87	3	0.5	4	7	0
Area_CAMARA_69E_P80_1	3	0.5	4	7	0
Area_P80_1_P82	3	0.5	4	7	0
Area_P82_P84	3	0.5	4	7	0
Area_P84_DES_P86	3	0.5	4	7	0

[LID_CONTROLS]

;;Name Type/Layer Parameters

;;-----

Pozos/Zanjas_de_infiltración_0 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_0 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_0 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_0 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_1 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_1 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_1 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_1 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_2 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_2 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_2 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_2 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_3 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_3 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_3 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_3 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_4 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_4 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_4 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_4 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_5 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_5 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_5 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_5 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_6 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_6 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_6 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_6 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_7 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_7 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_7 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_7 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_8 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_8 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_8 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_8 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_10 IT

Pozos/Zanjas_de_infiltración_10 SURFACE 152.4 0.9 0 0 5

Pozos/Zanjas_de_infiltración_10 STORAGE 450 0.75 750 0

Pozos/Zanjas_de_infiltración_10 DRAIN 1.86 0.5 0 6

Pozos/Zanjas_de_infiltración_11 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_11	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_11	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_11	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_12 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_12	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_12	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_12	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_13 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_13	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_13	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_13	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_14 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_14	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_14	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_14	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_15 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_15	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_15	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_15	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_16 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_16	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_16	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_16	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_17 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_17	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_17	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_17	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_18 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_18	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_18	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_18	DRAIN	1.86	0.5	0	6	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_19 IT						
Pozos/Zanjas_de_infiltración_19	SURFACE	152.4	0.9	0	0	5
Pozos/Zanjas_de_infiltración_19	STORAGE	450	0.75	750	0	
Pozos/Zanjas_de_infiltración_19	DRAIN	1.86	0.5	0	6	

[LID_USAGE]

```

;;Subcatchment LID Process   Number Area   Width   InitSat   FromImp   ToPerv   RptFile
DrainTo
;;-----
----
Area_PD11_PD12 Pozos/Zanjas_de_infiltración_0 1   156.07857 0.2   0   60   0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario
3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_0.txt"

```

Area_PD12_PD13	Pozos/Zanjas_de_infiltración_1	1	369.68928	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_1.txt"							
Area_PD13_PD14	Pozos/Zanjas_de_infiltración_2	1	313.59016	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_2.txt"							
Area_PD14_PD15	Pozos/Zanjas_de_infiltración_3	1	261.15678	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_3.txt"							
Area_PD15_PD16	Pozos/Zanjas_de_infiltración_4	1	422.96472	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_4.txt"							
Area_PD16_PD17	Pozos/Zanjas_de_infiltración_5	1	445.97469	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_5.txt"							
Area_PD17_PD18	Pozos/Zanjas_de_infiltración_6	1	275.37969	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_6.txt"							
Area_PD18_PD19	Pozos/Zanjas_de_infiltración_7	1	239.33752	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_7.txt"							
Area_PD19_PD10	Pozos/Zanjas_de_infiltración_8	1	792.77297	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_8.txt"							
Area_PD1_PD2	Pozos/Zanjas_de_infiltración_10	1	154.51716	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_10.txt"							
Area_PD2_PD3	Pozos/Zanjas_de_infiltración_11	1	322.77498	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_11.txt"							
Area_PD3_PD4	Pozos/Zanjas_de_infiltración_12	1	225.60786	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_12.txt"							
Area_PD4_PD5	Pozos/Zanjas_de_infiltración_13	1	353.5515	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_13.txt"							
Area_PD5_PD6	Pozos/Zanjas_de_infiltración_14	1	434.0549	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_14.txt"							
Area_PD6_PD7	Pozos/Zanjas_de_infiltración_15	1	55.59853	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_15.txt"							
Area_PD7_PD8	Pozos/Zanjas_de_infiltración_16	1	206.86829	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_16.txt"							
Area_PD8_PD9	Pozos/Zanjas_de_infiltración_17	1	326.69621	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_17.txt"							
Area_PD9_PD10	Pozos/Zanjas_de_infiltración_18	1	597.51813	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_18.txt"							
Area_PD10_CAMARA_69E	Pozos/Zanjas_de_infiltración_19	1	211.8871	0.2	0	60	0
"C:\Users\DC\Documents\MAESTRIA\TESIS\Tesis 8 26 2016 vfg\Escenario 3\Reporte_Pozos_Zanjas_de_infiltracion_19.txt"							

[JUNCTIONS]

;;Name	Elevation	MaxDepth	InitDepth	SurDepth	Aponded
PD11	2542.75	1.45	0	0	0
PD12	2542.246477	1.60352328	0	0	0
PD13	2541.78565	2.01434965	0	0	0
PD14	2541.443816	2.35618355	0	0	0
PD15	2541.094561	2.00543913	0	0	0
PD16	2540.74264	2.10735953	0	0	0
PD17	2540.545223	2.25477725	0	0	0
PD18	2540.320085	2.32991513	0	0	0
PD19	2539.965275	2.53472543	0	0	0
PD10	2534.304818	7.94518213	0	0	0
PD1	2542.6	1.45	0	0	0
PD2	2541.899866	1.95013395	0	0	0
PD3	2541.259618	2.09038203	0	0	0
PD4	2540.605177	2.49482273	0	0	0
PD5	2539.449059	3.55094054	0	0	0
PD6	2538.468139	4.58186135	0	0	0
PD7	2537.441674	6.05832619	0	0	0
PD8	2536.317599	5.98240149	0	0	0
PD9	2535.325932	6.94406825	0	0	0
P84	2529.888284	6.09113282	0	0	0
P82	2530.695292	5.36470795	0	0	0
P80_2	2532.288705	10.381295	0	0	0
P83	2530.693206	5.36679432	0	0	0
P85	2529.889323	6.09067669	0	0	0
P80_1	2532.284841	10.3851586	0	0	0

[OUTFALLS]

;;Name	Elevation	Type	Stage Data	Gated	Route To
DES_P86	2529.806714	NORMAL		NO	
DES_P87	2529.82509	NORMAL		NO	

[DIVIDERS]

;;Name	Elevation	Diverted Link	Type	Parameters
CAMARA_69E	2533.54	PD10-CAMARA_69E	OVERFLOW	9.13 0 0 0

[CONDUITS]

;;Name	From Node	To Node	Length	Roughness	InOffset	OutOffset	InitFlow
PD11-PD12	PD11	PD12	99.8286746	0.0125	0	0.104208579	0
PD12-PD13	PD12	PD13	99.1896163	0.0125	0	0.064067905	0
PD13-PD14	PD13	PD14	95.8461481	0.0125	0	0.054295461	0
PD14-PD15	PD14	PD15	99.857619	0.0125	0	0.04968272	0
PD15-PD16	PD15	PD16	99.4218342	0.0125	0	0.053654902	0
PD16-PD17	PD16	PD17	48.3314616	0.0125	0	0.052423327	0
PD17-PD18	PD17	PD18	67.124576	0.0125	0	0.023764154	0
PD18-PD19	PD18	PD19	99.8235791	0.0125	0	0.055339568	0
PD19-PD10	PD19	PD10	43.7322782	0.0125	0	5.529259858	0

PD1-PD2	PD1	PD2	98.3705629	0.0125	0	0.109910571	0	0
PD2-PD3	PD2	PD3	99.9345918	0.0125	0	0.040640535	0	0
PD3-PD4	PD3	PD4	99.9391257	0.0125	0	0.054805944	0	0
PD4-PD5	PD4	PD5	99.9670171	0.0125	0	0.556315702	0	0
PD5-PD6	PD5	PD6	76.4874506	0.0125	0	0.521996113	0	0
PD6-PD7	PD6	PD7	81.7808047	0.0125	0	0.535780013	0	0
PD7-PD8	PD7	PD8	92.4897326	0.0125	0	0.569136897	0	0
PD8-PD9	PD8	PD9	69.3837123	0.0125	0	0.57536449	0	0
PD9-PD10	PD9	PD10	49.4005957	0.0125	0	0.724710304	0	0
PD10-CAMARA_69E	PD10	CAMARA_69E	31.5519053	0.0125	0	0.654386204	0	0
CAMARA_69E-P80_2	CAMARA_69E	P80_2	7.55055887	0.0125	0	0.007756672	0	0
P80_2-P83	P80_2	P83	318.844281	0.0125	0	0.00127795	0	0
P83-P85	P83	P85	160.538442	0.0125	0	0.001190165	0	0
P85-DES_P87	P85	DES_P87	12.8466844	0.0125	0	0	0	0
CAMARA_69E-P80_1	CAMARA_69E	P80_1	6.44178975	0.0125	0	1.232612373	0	0
P80_1-P82	P80_1	P82	317.657508	0.0125	0	0.001261777	0	0
P82-P84	P82	P84	161.168224	0.0125	0	0.001167307	0	0
P84-DES_P86	P84	DES_P86	16.3140001	0.0125	0	0	0	0

[XSECTIONS]

::Link	Shape	Geom1	Geom2	Geom3	Geom4	Barrels	Culvert
PD11-PD12	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD12-PD13	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD13-PD14	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD14-PD15	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD15-PD16	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD16-PD17	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD17-PD18	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD18-PD19	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD19-PD10	CIRCULAR	0.6	0	0	0	1	
PD1-PD2	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD2-PD3	CIRCULAR	0.25	0	0	0	1	
PD3-PD4	CIRCULAR	0.3	0	0	0	1	
PD4-PD5	CIRCULAR	0.35	0	0	0	1	
PD5-PD6	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD6-PD7	CIRCULAR	0.4	0	0	0	1	
PD7-PD8	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD8-PD9	CIRCULAR	0.45	0	0	0	1	
PD9-PD10	CIRCULAR	0.5	0	0	0	1	
PD10-CAMARA_69E	CIRCULAR	0.7	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_2	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_2-P83	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P83-P85	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P85-DES_P87	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
CAMARA_69E-P80_1	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P80_1-P82	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P82-P84	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	
P84-DES_P86	CIRCULAR	1.5	0	0	0	1	

[DWF]

::Node	Constituent	Baseline	Patterns
PD11	FLOW	0	"" "" ""
PD12	FLOW	0	"" "" ""
PD13	FLOW	0	"" "" ""
PD14	FLOW	0	"" "" ""
PD15	FLOW	0	"" "" ""
PD16	FLOW	0	"" "" ""
PD17	FLOW	0	"" "" ""
PD18	FLOW	0	"" "" ""
PD19	FLOW	0	"" "" ""
PD10	FLOW	0	"" "" ""
PD1	FLOW	0	"" "" ""
PD2	FLOW	0	"" "" ""
PD3	FLOW	0	"" "" ""
PD4	FLOW	0	"" "" ""
PD5	FLOW	0	"" "" ""
PD6	FLOW	0	"" "" ""
PD7	FLOW	0	"" "" ""
PD8	FLOW	0	"" "" ""
PD9	FLOW	0	"" "" ""
P84	FLOW	0	"" "" ""
P82	FLOW	0	"" "" ""
P80_2	FLOW	3800	"" "" ""
P83	FLOW	0	"" "" ""
P85	FLOW	0	"" "" ""
P80_1	FLOW	3800	"" "" ""
DES_P87	FLOW	0	"" "" ""
CAMARA_69E	FLOW	0	"" "" ""

[TIMESERIES]

::Name	Date	Time	Value
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:00	0
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:01	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:02	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:03	0.08
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:04	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:05	0.09
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:07	0.1
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:08	0.11
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:09	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:10	0.12
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:11	0.13
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:12	0.14
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:13	0.15
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:14	0.16
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:15	0.17
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:16	0.18
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:17	0.19
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:18	0.21
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:19	0.23
Hietograma_Tr_3_años	08/28/2016	00:20	0.25

Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:21	0.27
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:22	0.29
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:23	0.32
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:24	0.35
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:25	0.39
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:26	0.43
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:27	0.48
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:28	0.54
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:29	0.61
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:30	0.69
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:31	0.8
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:32	0.92
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:33	1.08
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:34	1.29
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:35	1.56
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:36	1.92
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:37	1.73
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:38	1.42
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:39	1.18
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:40	1
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:41	0.86
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:42	0.74
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:43	0.65
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:44	0.57
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:45	0.51
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:46	0.45
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:47	0.41
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:48	0.37
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:49	0.33
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:50	0.3
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:51	0.28
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:52	0.26
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:53	0.24
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:54	0.22
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:55	0.2
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:56	0.19
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:57	0.17
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:58	0.16
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 00:59	0.15
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:00	0.14
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:01	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:02	0.13
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:03	0.12
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:04	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:05	0.11
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:06	0.1
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:07	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:08	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:09	0.09
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:10	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:11	0.08
Hietograma_Tr_3_años 08/28/2016 01:12	0.07
;	
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:00	0

Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:01	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:02	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:03	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:04	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:05	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:06	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:07	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:08	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:09	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:10	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:11	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:12	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:13	0.17
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:14	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:15	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:16	0.21
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:17	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:18	0.24
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:19	0.26
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:20	0.28
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:21	0.31
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:22	0.33
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:23	0.37
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:24	0.4
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:25	0.44
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:26	0.49
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:27	0.55
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:28	0.62
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:29	0.7
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:30	0.8
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:31	0.92
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:32	1.06
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:33	1.25
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:34	1.49
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:35	1.81
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:36	2.24
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:37	2.01
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:38	1.64
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:39	1.36
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:40	1.15
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:41	0.99
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:42	0.85
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:43	0.74
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:44	0.66
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:45	0.58
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:46	0.52
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:47	0.47
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:48	0.42
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:49	0.38
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:50	0.35
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:51	0.32
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:52	0.29
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:53	0.27
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:54	0.25

Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:55	0.23
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:56	0.22
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:57	0.2
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:58	0.19
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 00:59	0.18
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:00	0.16
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:01	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:02	0.15
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:03	0.14
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:04	0.13
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:05	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:06	0.12
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:07	0.11
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:08	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:09	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:10	0.1
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:11	0.09
Hietograma_Tr_5_años 08/28/2016 01:12	0.09
;	
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:00	0
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:01	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:02	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:03	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:04	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:05	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:07	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:08	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:09	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:10	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:11	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:12	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:13	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:14	0.21
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:15	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:16	0.24
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:17	0.26
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:18	0.28
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:19	0.3
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:20	0.33
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:21	0.36
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:22	0.39
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:23	0.42
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:24	0.47
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:25	0.52
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:26	0.57
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:27	0.64
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:28	0.72
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:29	0.81
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:30	0.92
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:31	1.06
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:32	1.23
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:33	1.44
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:34	1.71

Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:35	2.06
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:36	2.52
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:37	2.27
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:38	1.87
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:39	1.56
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:40	1.33
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:41	1.14
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:42	0.99
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:43	0.86
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:44	0.76
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:45	0.68
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:46	0.6
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:47	0.54
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:48	0.49
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:49	0.45
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:50	0.41
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:51	0.37
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:52	0.34
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:53	0.31
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:54	0.29
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:55	0.27
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:56	0.25
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:57	0.23
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:58	0.22
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 00:59	0.2
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:00	0.19
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:01	0.18
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:02	0.17
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:03	0.16
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:04	0.15
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:05	0.14
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:06	0.13
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:07	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:08	0.12
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:09	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:10	0.11
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:11	0.1
Hietograma_Tr_10_años 08/28/2016 01:12	0.1

[REPORT]

;;Reporting Options

INPUT NO

CONTROLS NO

SUBCATCHMENTS ALL

NODES ALL

LINKS ALL

[TAGS]

[MAP]

DIMENSIONS 92481.970 106751.820 93681.974 107951.818

Units None

[COORDINATES]

::Node	X-Coord	Y-Coord
PD11	93393.981	107099.559
PD12	93329.006	107175.349
PD13	93265.828	107251.815
PD14	93201.964	107323.285
PD15	93128.515	107390.937
PD16	93041.593	107439.198
PD17	92997.222	107458.361
PD18	92934.903	107483.301
PD19	92841.755	107519.193
PD10	92825.660	107559.856
PD1	93431.314	107115.486
PD2	93364.739	107187.905
PD3	93301.249	107265.080
PD4	93235.301	107340.171
PD5	93158.971	107404.724
PD6	93096.686	107449.120
PD7	93023.262	107485.133
PD8	92936.933	107518.326
PD9	92872.242	107543.410
P84	92599.250	107160.530
P82	92608.352	107321.441
P80_2	92795.280	107577.760
P83	92603.010	107323.410
P85	92593.730	107163.140
P80_1	92799.871	107574.871
DES_P86	92586.200	107150.740
DES_P87	92583.950	107154.810
CAMARA_69E	92802.148	107580.897

[VERTICES]

::Link	X-Coord	Y-Coord
;	;	;

[Polygons]

::Subcatchment	X-Coord	Y-Coord
Area_PD11_PD12	93446.856	106998.976
Area_PD11_PD12	93346.856	107048.976
Area_PD11_PD12	93396.856	107098.976
Area_PD12_PD13	93374.714	107068.049
Area_PD12_PD13	93274.714	107118.049
Area_PD12_PD13	93324.714	107168.049
Area_PD13_PD14	93307.177	107145.563
Area_PD13_PD14	93207.177	107195.563
Area_PD13_PD14	93257.177	107245.563
Area_PD14_PD15	93251.919	107213.100
Area_PD14_PD15	93151.919	107263.100
Area_PD14_PD15	93201.919	107313.100
Area_PD15_PD16	93182.080	107277.568
Area_PD15_PD16	93082.080	107327.568
Area_PD15_PD16	93132.080	107377.568
Area_PD16_PD17	93101.495	107324.383

Area_PD16_PD17	93001.495	107374.383
Area_PD16_PD17	93051.495	107424.383
Area_PD17_PD18	93050.075	107345.872
Area_PD17_PD18	92950.075	107395.872
Area_PD17_PD18	93000.075	107445.872
Area_PD18_PD19	93001.724	107375.531
Area_PD18_PD19	92901.724	107425.531
Area_PD18_PD19	92951.724	107475.531
Area_PD19_PD10	92940.327	107388.578
Area_PD19_PD10	92840.327	107438.578
Area_PD19_PD10	92890.327	107488.578
Area_PD1_PD2	93515.161	107047.327
Area_PD1_PD2	93415.161	107097.327
Area_PD1_PD2	93465.161	107147.327
Area_PD2_PD3	93466.810	107142.493
Area_PD2_PD3	93366.810	107192.493
Area_PD2_PD3	93416.810	107242.493
Area_PD3_PD4	93405.413	107216.170
Area_PD3_PD4	93305.413	107266.170
Area_PD3_PD4	93355.413	107316.170
Area_PD4_PD5	93348.620	107277.568
Area_PD4_PD5	93248.620	107327.568
Area_PD4_PD5	93298.620	107377.568
Area_PD5_PD6	93265.734	107351.245
Area_PD5_PD6	93165.734	107401.245
Area_PD5_PD6	93215.734	107451.245
Area_PD6_PD7	93202.801	107405.735
Area_PD6_PD7	93102.801	107455.735
Area_PD6_PD7	93152.801	107505.735
Area_PD7_PD8	93128.357	107447.178
Area_PD7_PD8	93028.357	107497.178
Area_PD7_PD8	93078.357	107547.178
Area_PD8_PD9	93043.168	107484.784
Area_PD8_PD9	92943.168	107534.784
Area_PD8_PD9	92993.168	107584.784
Area_PD9_PD10	92989.445	107534.397
Area_PD9_PD10	92889.445	107584.397
Area_PD9_PD10	92939.445	107634.397
Area_PD10_CAMARA_69E	92912.698	107478.372
Area_PD10_CAMARA_69E	92812.698	107528.372
Area_PD10_CAMARA_69E	92862.698	107578.372
Area_CAMARA_69E_P80_2	92900.419	107555.886
Area_CAMARA_69E_P80_2	92800.419	107605.886
Area_CAMARA_69E_P80_2	92850.419	107655.886
Area_P80_2_P83	92758.437	107525.955
Area_P80_2_P83	92658.437	107575.955
Area_P80_2_P83	92708.437	107625.955
Area_P83_P85	92722.366	107253.009
Area_P83_P85	92622.366	107303.009
Area_P83_P85	92672.366	107353.009
Area_P85_DES_P87	92580.384	107169.354
Area_P85_DES_P87	92480.384	107219.354
Area_P85_DES_P87	92530.384	107269.354
Area_CAMARA_69E_P80_1	92821.369	107596.562

Area_CAMARA_69E_P80_1	92721.369	107646.562
Area_CAMARA_69E_P80_1	92771.369	107696.562
Area_P80_1_P82	92846.696	107446.906
Area_P80_1_P82	92746.696	107496.906
Area_P80_1_P82	92796.696	107546.906
Area_P82_P84	92591.896	107331.290
Area_P82_P84	92491.896	107381.290
Area_P82_P84	92541.896	107431.290
Area_P84_DES_P86	92692.435	107095.678
Area_P84_DES_P86	92592.435	107145.678
Area_P84_DES_P86	92642.435	107195.678

[SYMBOLS]

:::Gage	X-Coord	Y-Coord

:::		
Hietograma_Tr_3_años	93481.314	107580.897
Hietograma_Tr_5_años	93381.314	107580.897
Hietograma_Tr_10_años	93431.314	107630.897

Anexo III

Hoja de Excel – “Hoja de cálculo SWMM”

Anexo IV

Resultados de los sondeos y ensayos de laboratorio realizados para el proyecto.

Identificación Sondeo	Identificación de la muestra						Granulometría			Propiedades Índice				Propiedades Físicas			Índices de resistencia						
	Muestra N°	Tipo Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	NF(m)	% Gravas	% Arenas	% PT 200	Humedad Natural wn %	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad IP	USCS	γ (T/m ³)	γ_d (T/m ³)	Gs	SPT Golpes	qu (Kg/cm ²)	su (Kg/cm2)	c (Kg/cm2)	ϕ (°)	
PF-1	1	B	0,30	1,00	0,65	2,00																	
PF-1	2	SS	1,00	1,45	1,23	2,00				16,5								50					
PF-1	3	SS	1,45	1,90	1,68	2,00												9					
PF-1	4	SS	2,00	2,45	2,23	2,00				33,8	33	22	11	CL									
PF-1	5	SS	2,55	3,00	2,78	2,00												8					
PF-1	6	SS	3,00	3,45	3,23	2,00												3					
PF-1	7	SS	4,00	4,45	4,23	2,00				41,6								9					
PF-1	8	SH	4,50	5,00	4,75	2,00				39,4	85	25	60	CH	1,81	1,30			1,01	0,51			
PF-1	9	SH	5,50	6,00	5,75	2,00																	
PF-2	1	B	0,50	1,00	0,75	2,50				14,2	30	23	7	CL-ML									
PF-2	2	SS	1,00	1,45	1,23	2,50												7					
PF-2	3	SS	1,55	2,00	1,78	2,50												9					
PF-2	4	SH	2,50	3,00	2,75	2,50				37,0					1,84	1,34							
PF-2	5	SH	4,00	4,50	4,25	2,50																	
PF-3	1	B	0,60	0,90	0,75	3,80				10,0													
PF-3	2	B	1,30	1,60	1,45	3,80																	
PF-3	3	SS	1,80	2,25	2,03	3,80				21,7	40	20	20	CL				7					
PF-3	4	SH	3,00	3,50	3,25	3,80	0,0	3,0	97,0	37,6													
PF-3	5	SH	4,50	5,00	4,75	3,80				41,9													
PF-4	1	B	0,20	0,60	0,40	NO				14,8													
PF-4	2	SS	1,00	1,45	1,23	NO												13					
PF-4	3	SS	2,00	2,45	2,23	NO				34,4	36	17	19	CL				3					
PF-4	4	SH	3,00	3,50	3,25	NO				33,8					1,91						0,18	30,5	
PF-4	5	SH	4,00	4,50	4,25	NO																	
PF-4	6	SH	5,50	6,00	5,75	NO				57,3	91	28	63	CH									
PF-5	1	B	0,20	0,70	0,45	NO				9,6													
PF-5	2	B	1,20	1,80	1,50	NO	23,0	22,6	54,4	11,2													
PF-5	3	SS	2,00	2,45	2,23	NO				11,1	29	15	14	CL				9					
PF-5	4	SS	2,45	2,90	2,68	NO												7					
PF-5	5	SS	3,00	3,45	3,23	NO												8					
PF-5	6	SS	4,00	4,45	4,23	NO				54,7								10					
PF-5	7	SS	5,00	5,45	5,23	NO												11					
PF-5	8	SS	6,00	6,45	6,23	NO				50,0	92	36	56	CH				7					
PF-5	9	SS	6,45	7,00	6,73	NO												8					

*

Identificación Sondeo	Identificación de la muestra						Granulometría			Propiedades Índice				Propiedades Físicas			Índices de resistencia					
	Muestra N°	Tipo Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	NF(m)	% Gravas	% Arenas	% PT 200	Humedad Natural wn %	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad IP	USCS	γ (T/m ³)	γ_d (T/m ³)	Gs	SPT Golpes	qu (Kg/cm ²)	su (Kg/cm2)	c (Kg/cm2)	ϕ (°)
PF-6	1	B	0,50	1,00	0,75	4,00																
PF-6	2	SH	1,50	2,00	1,75	4,00				15,1												
PF-6	3	SS	2,00	2,45	2,23	4,00					2,45	2,23	4,00					5				
PF-6	4	SH	3,00	3,50	3,25	4,00				25,8					1,82	1,45			0,58	0,29		
PF-6	5	SH	4,00	4,50	4,25	4,00																
PF-6	6	SH	5,50	6,00	5,75	4,00				51,7												
PF-7	1	SS	0,70	1,15	0,93	NO				10,3											25	
PF-7	2	SS	1,15	1,60	1,38	NO															34	
PF-7	3	SS	2,00	2,45	2,23	NO				25,5											5	
PF-7	4	SH	3,50	4,00	3,75	NO				44,2												
PF-7	5	SH	5,00	5,50	5,25	NO																
PF-7	6	SH	6,50	7,00	6,75	NO																
PF-8	1	B	0,10	0,40	0,25	NO																
PF-8	2	B	0,60	1,00	0,80	NO																
PF-8	3	SS	1,50	2,00	1,75	NO				19,1	54	20	34	CH							5	
PF-8	4	SH	2,50	3,00	2,75	NO																
PF-8	5	SH	3,50	4,00	3,75	NO				45,0												
PF-8	6	SH	5,00	5,50	5,25	NO				53,0	100	30	70	CH								
PF-9	1	B	0,20	0,60	0,40	NO				9,2												
PF-9	2	SS	1,20	1,65	1,43	NO															14	
PF-9	3	SS	1,80	2,25	2,03	NO															50	
PF-10	1	SS	0,50	0,95	0,73	3,00				10,9	28	18	10	CL							26	
PF-10	2	SS	1,50	1,95	1,73	3,00															9	
PF-10	3	SS	1,95	2,40	2,18	3,00															17	
PF-10	4	SS	2,50	3,00	2,75	3,00				13,0											31	
PF-10	5	SS	3,50	4,00	3,75	3,00															11	
PF-10	6	SH	4,00	4,50	4,25	3,00				36,5	56	22	34	CH								
PF-10	7	SS	5,40	6,00	5,70	3,00															5	
PF-11	1	B	0,50	1,00	0,75	3,70																
PF-11	2	SS	1,00	1,45	1,23	3,70				10,4	22	15	7	CL							9	
PF-11	3	SS	2,00	2,45	2,23	3,70															18	
PF-11	4	SS	2,55	3,00	2,78	3,70															13	
PF-11	5	SS	3,55	4,00	3,78	3,70				31,9											5	
PF-11	6	SS	4,00	4,45	4,23	3,70															5	
PF-11	7	SS	5,00	5,45	5,23	3,70				42,0	99	30	69	CH							7	
PF-11	8	SS	6,00	6,45	6,23	3,70															7	
PF-11	9	SS	7,00	7,50	7,25	3,70															18	

Identificación Sondeo	Identificación de la muestra						Granulometría			Propiedades Índice				Propiedades Físicas			Índices de resistencia					
	Muestra N°	Tipo Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	NF(m)	% Gravas	% Arenas	% PT 200	Humedad Natural wn %	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad IP	USCS	γ (T/m ³)	γ_d (T/m ³)	Gs	SPT Golpes	qu (Kg/cm ²)	su (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)	ϕ (°)
PF-12	1	B	0,35	0,75	0,55	2,60																
PF-12	2	B	1,30	1,40	1,35	2,60				15,9												
PF-12	3	SS	2,40	2,95	2,68	2,60												17				
PF-12	4	SH	3,00	3,50	3,25	2,60				41,2	66	28	38	CH								
PF-12	5	SH	4,50	5,00	4,75	2,60				43,3					1,71	1,19					0,09	22,8
PF-12	6	SH	5,50	6,00	5,75	2,60				37,9												
PF-13	1	B	0,60	1,00	0,80	2,50				13,7	33	20	13	CL								
PF-13	2	SS	1,55	2,00	1,78	2,50												16				
PF-13	3	SS	2,00	2,45	2,23	2,50												15				
PF-13	4	SS	3,00	3,45	3,23	2,50				16,6	29	11	18	CL				17				
PF-13	5	SS	3,55	4,00	3,78	2,50												9				
PF-13	6	SS	5,00	5,45	5,23	2,50												7				
PF-13	7	SS	6,55	7,00	6,78	2,50				55,2								6				
PF-13	8	SS	8,00	8,45	8,23	2,50												9				
PF-14	1	SS	1,00	1,45	1,23	2,55				11,4	34	18	16	CL				11				
PF-14	2	SS	1,50	1,95	1,73	2,55	32,6	29,9	37,5	8,7								17				
PF-14	3	SS	2,00	2,45	2,23	2,55				12,3	34	15	19	CL								
PF-14	4	SS	3,00	3,45	3,23	2,55	26,1	29,4	44,5	11,8								5				
PF-14	5	SH	4,00	4,50	4,25	2,55				24,9	38	16	22	CL	2,02	1,62			0,69	0,34		
PF-14	6	SH	5,50	6,00	5,75	2,55																
PF-15	1	B	0,30	0,80	0,55	NO																
PF-15	2	SS	1,00	1,45	1,23	NO				23,3	43	20	23	CL				15				
PF-15	3	SS	1,55	2,00	1,78	NO	24,2	19,3	56,4	21,1								4				
PF-15	4	SS	2,50	3,00	2,75	NO				16,2								42				
PF-15	5	SS	3,50	4,00	3,75	NO				40,3	78	28	50	CH				7				
PF-15	6	SS	4,55	5,00	4,78	NO	1,8	9,7	88,5	34,5						2,6150		10				
PF-15	7	SS	5,55	6,00	5,78	NO				17,5								23				
PF-16	1	B	0,30	0,50	0,40	1,10																
PF-16	2	SS	1,00	1,45	1,23	1,10				14,0	26	18	8	CL				10				
PF-16	3	SS	1,60	2,05	1,83	1,10												11				
PF-16	4	SS	2,50	2,95	2,73	1,10				26,9	37	18	19	CL				12				
PF-16	5	SS	3,50	3,95	3,73	1,10	0,0	0,8	99,2	47,8								8				
PF-16	6	SS	4,50	4,95	4,73	1,10												45				
PF-16	7	SS	5,55	6,00	5,78	1,10	0,0	31,3	68,7	18,7								40				

Identificación Sondeo	Identificación de la muestra						Granulometría			Propiedades Índice				Propiedades Físicas			Índices de resistencia						
	Muestra N°	Tipo Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	NF(m)	% Gravas	% Arenas	% PT 200	Humedad Natural wn %	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad IP	USCS	γ (T/m ³)	γ_d (T/m ³)	Gs	SPT Golpes	qu (Kg/cm ²)	su (Kg/cm2)	c (Kg/cm2)	ϕ (°)	
PF-17	1	B	0,50	1,00	0,75	NO																	
PF-17	2	SS	1,55	2,00	1,78	NO	13,7	13,3	72,9	42,4													
PF-17	3	SS	2,00	2,45	2,23	NO				26,2	57	26	31	CH				3					
PF-17	4	SS	3,00	3,45	3,23	NO				48,8	73	30	43	CH				7					
PF-17	5	SS	4,00	4,45	4,23	NO	0,0	16,0	98,4	55,3								14					
PF-17	6	SS	5,00	5,45	5,23	NO				17,4	30	14	16	CL				11					
PF-17	7	SS	6,00	6,45	6,23	NO												21					
PF-17	8	SS	7,00	7,45	7,23	NO	0,3	54,9	44,8	19,7								34					
PF-17	9	SS	7,55	8,00	7,78	NO										2,6340		42					
PF-18	1	B	0,50	1,00	0,75	NO				16,1													
PF-18	2	B	1,50	2,00	1,75	NO																	
PF-18	3	SS	2,00	2,50	2,25	NO	46,9	16,0	37,2	18,7								30					
PF-18	4	SS	2,55	3,00	2,78	NO												40					
PF-19	1	B	0,50	1,00	0,75	2,00																	
PF-19	2	SS	1,00	1,45	1,23	2,00				18,6								7					
PF-19	3	SS	2,00	2,48	2,24	2,00												13					
PF-19	4	SS	3,00	3,45	3,23	2,00				25,5	28	14	14	CL				12					
PF-19	5	SS	4,00	4,45	4,23	2,00	0,0	3,2	96,8	48,4								6					
PF-19	6	SS	5,00	5,45	5,23	2,00				19,3	24	15	9	CL				14					
PF-19	7	SS	6,00	6,45	6,23	2,00												14					
PF-19	8	SS	7,00	7,45	7,23	2,00	2,9	71,9	25,2	19,5								15					
PF-19	9	SS	8,00	8,45	8,23	2,00												20					
PF-19	10	SS	9,00	9,45	9,23	2,00				17,7								23					
PF-20	1	B	0,00	0,50	0,25	6,00				10,8													
PF-20	2	SS	1,55	2,00	1,78	6,00				18,0	35	17	18	CL				7					
PF-20	3	SS	2,00	2,45	2,23	6,00												5					
PF-20	4	SS	3,00	3,45	3,23	6,00	29,2	23,3	47,5	18,0								4					
PF-20	5	SS	3,55	4,00	3,78	6,00												9					
PF-20	6	SS	4,55	5,00	4,78	6,00				14,9								10					
PF-20	7	SS	5,00	5,45	5,23	6,00												8					
PF-20	8	SS	6,00	6,45	6,23	6,00	83,8	8,2	8,1	7,8								12					
PF-21	1	B	0,50	0,80	0,65	2,00																	
PF-21	2	SS	1,30	1,75	1,53	2,00				17,6								15					
PF-21	3	SS	2,55	3,00	2,78	2,00				24,3	28	13	15	CL				19					
PF-21	4	SS	3,55	4,00	3,78	2,00												7					
PF-21	5	SS	4,55	5,00	4,78	2,00																	
PF-21	6	SS	5,55	6,00	5,78	2,00												6					

Identificación Sondeo	Identificación de la muestra						Granulometría			Propiedades Índice				Propiedades Físicas			Índices de resistencia			φ (°)		
	Muestra N°	Tipo Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	NF(m)	% Gravas	% Arenas	% PT 200	Humedad Natural wn %	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad IP	USCS	γ (T/m ³)	γ d (T/m ³)	Gs	SPT Golpes	qu (Kg/cm ²)		su (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)
PF-22	1	B	0,20	0,80	0,50	1,10				6,7	26	15	11	CL								
PF-22	2	SS	1,00	1,45	1,23	1,10												2				
PF-22	3	SS	2,00	2,45	2,23	1,10												20				
PF-22	4	SS	3,00	3,45	3,23	1,10				32,7	66	22	44	CH				6				
PF-22	5	SS	4,00	4,45	4,23	1,10												6				
PF-23	1	B	0,00	1,00	0,50	1,40																
PF-23	2	SS	1,00	1,45	1,23	1,40				9,6	23	13	10	CL				19				
PF-23	3	SS	1,55	2,00	1,78	1,40												15				
PF-23	4	SS	2,55	3,00	2,78	1,40												14				
PF-23	5	SS	3,60	4,05	3,83	1,40				28,3								7				
PF-23	6	SS	5,00	5,45	5,23	1,40				36,4								5				
PF-23	7	SS	6,00	6,45	6,23	1,40												5				
PF-25	1	B	0,50	1,00	0,75	1,10																
PF-25	2	SS	1,00	1,45	1,23	1,10				26,2								16				
PF-25	3	SS	2,00	2,45	2,23	1,10												27				
PF-25	4	SS	3,00	3,45	3,23	1,10				31,8	51	23	28	CH				11				
PF-25	5	SS	4,55	5,00	4,78	1,10				37,3								12				
PF-25	6	SS	6,00	6,45	6,23	1,10																
PF-25	7	SS	6,55	7,00	6,78	1,10																
PF-26	1	B	0,00	0,70	0,35	1,40																
PF-26	2	SS	0,80	1,25	1,03	1,40				21,0	30	18	12	CL				9				
PF-26	3	SS	2,00	2,45	2,23	1,40												21				
PF-26	4	SS	3,00	3,45	3,23	1,40				23,9	26	12	14	CL				17				
PF-26	5	SS	4,00	4,45	4,23	1,40												7				
PF-26	6	SS	5,00	5,45	5,23	1,40				40,6								8				
PF-27	1	B	0,30	0,80	0,55	1,20				23,3												
PF-27	2	SS	1,53	2,00	1,77	1,20												6				
PF-27	3	SS	2,00	2,45	2,23	1,20												5				
PF-27	4	SS	3,00	3,45	3,23	1,20												6				
PF-27	5	SS	4,00	4,45	4,23	1,20				33,5	52	26	26	CH				10				
PF-27	6	SS	5,55	6,00	5,78	1,20				53,2	87	29	58	CH				6				
PF-27	7	SS	7,00	7,45	7,23	1,20												5				

Identificación Sondeo	Identificación de la muestra						Granulometría			Propiedades Índice				Propiedades Físicas			Índices de resistencia					
	Muestra N°	Tipo Muestra	Prof. Inicial (m)	Prof. Final (m)	Prof. Media (m)	NF(m)	% Gravas	% Arenas	% PT 200	Humedad Natural wn %	Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad IP	USCS	γ (T/m ³)	γ_d (T/m ³)	Gs	SPT Golpes	qu (Kg/cm ²)	su (Kg/cm ²)	c (Kg/cm ²)	ϕ (°)
PF-34	1	B	0,50	0,80	0,65	NO																
PF-34	2	SH	1,00	1,50	1,25	NO				17,9					1,98	1,68			2,11	1,06		
PF-34	3	SS	1,55	2,00	1,78	NO				13,6								13				
PF-34	4	SS	2,55	3,00	2,78	NO				16,1	23	12	11	CL				16				
PF-34	5	SS	4,00	4,45	4,23	NO	0,0	4,1	95,9	33,7								9				
PF-34	6	SS	5,00	5,45	5,23	NO												11				
PF-34	7	SS	5,55	6,00	5,78	NO				25,3								12				
PF-35	1	B	0,50	1,00	0,75	1,90																
PF-35	2	SS	1,00	1,45	1,23	1,90				13,2								16				
PF-35	3	SS	1,55	2,00	1,78	1,90												16				
PF-35	4	SS	2,55	3,00	2,78	1,90	22,8	45,9	31,3	12,7								27				
PF-35	5	SS	3,00	3,45	3,23	1,90											2,6020	13				
PF-35	6	SS	4,00	4,45	4,23	1,90	0,0	2,3	97,7	42,4								7				
PF-35	7	SS	5,55	6,00	5,78	1,90												12				
PF-35	8	SS	6,55	7,00	6,78	1,90	0,0	79,5	20,5	20,4								26				
PF-36	1	B	0,50	1,00	0,75	2,40				22,8												
PF-36	2	SS	1,00	1,45	1,23	2,40												13				
PF-36	3	SS	2,00	2,45	2,23	2,40				33,7								4				
PF-36	4	SS	3,00	3,45	3,23	2,40					56	19	37	CH				23				
PF-36	5	SH	4,00	4,50	4,25	2,40				23,8					2,01	1,62		14				
PF-36	5*	SS	5,60	6,00	5,80	2,40												26				
PF-36	6	SS	6,60	7,05	6,83	2,40				24,1												
PF-37	1	SS	0,50	0,95	0,73	2,30												16				
PF-37	2	SS	1,00	1,45	1,23	2,30				21,4								12				
PF-37	3	SH	2,00	2,50	2,25	2,30				14,4					2,18	1,91		18	0,74	0,37		
PF-37	4	SS	2,50	2,95	2,73	2,30	21,2	25,7	53,1	18,3								7				
PF-37	5	SS	3,20	3,95	3,58	2,30				49,6	64	28	36	CH				8				
PF-37	6	SS	4,60	5,05	4,83	2,30	0,0	1,7	98,3	54,7								11				
PF-37	7	SS	6,00	6,45	6,23	2,30				24,7	36	14	22	CL				21				
PF-37	8	SS	7,00	7,45	7,23	2,30												30				
PF-37	9	SS	7,60	8,05	7,83	2,30	0,0	74,9	25,1	22,5												