

Universidad de los Andes
Facultad De Ingeniería
Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental



**TESIS DE ESPECIALIZACIÓN
INGENIERÍA DE SISTEMAS HÍDRICOS URBANOS**

**USO DEL PROGRAMA CIE-AGUA PARA EL DISEÑO OPTIMIZADO DE
REDES DE DRENAJE URBANO. REDES PATRÓN PARA COLOMBIA.**

Preparado por:
Ing. CARLOS DAVID PEINADO CALAO

Asesor:
Ing. JUAN GUILLERMO SALDARRIAGA VALDERRAMA

Informe Final Tesis

Bogotá, 11 de Febrero de 2014



A Dios,

A mis padres y a mis hermanos por el apoyo recibido en cada una de las decisiones que he tomado en aras de salir adelante y continuar con mi proceso de formación académica,

A mi esposa Rina Isabel por su comprensión, fortaleza y entrega en los momentos difíciles y alegres,

Al grupo de Asistentes Graduados del CIACUA (Daniel Luna, Daniel López, Diego Copete, Camilo Salcedo y Daniela Rincón) por la orientación, ayuda y colaboración brindada durante el desarrollo de este trabajo de grado,

A Juan Saldarriaga por su asesoría y orientación en el desarrollo de esta tesis de grado y por los conocimientos brindados.

¡Gracias!

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS.....	2
1.1 ANTECEDENTES	2
1.1.1 <i>Diseño Optimizado de Redes de Drenaje Urbano, Ivonne Navarro Pérez (2009).</i>	2
1.1.2 <i>Criterios de diseño de tuberías fluyendo parcialmente llenas: velocidad mínima, esfuerzo cortante mínimo, y número de Froude cuasicrítico, Freddy Leonardo Ovalle Bueno (2012).</i>	3
1.1.3 <i>Diseño Optimizado de Redes de Drenaje Urbano Usando el Concepto de Potencia Unitaria, Daniel Andrés López Sabogal (2012).</i>	4
1.1.4 <i>Diseño Hidráulico Optimizado de Redes de Alcantarillado Usando el Concepto de Potencia Unitaria y Pendiente Lógica, Diego Antonio Copete Rivera (2012).</i>	5
1.1.5 <i>Diseño optimizado de sistemas de alcantarillado utilizando los conceptos de índice de resiliencia y potencia unitaria, Camilo Andrés Salcedo Ballesteros (2012).</i>	6
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 <i>Objetivos Generales</i>	9
1.2.2 <i>Objetivos Específicos</i>	9
2 ESTADO DEL ARTE	10
2.1 OPTIMIZACIÓN	10
2.2 SISTEMAS DE DRENEJE URBANO	10
2.2.1 <i>Tipos de Sistemas Redes de Drenaje Urbano.</i>	11
2.2.2 <i>Componentes de una Red de Drenaje Urbano.</i>	12
2.2.3 <i>Problemática de las Redes de Drenaje Urbano</i>	13
2.3 DISEÑO DE REDES DE DRENEJE URBANO	14
2.3.1 <i>Suposiciones para el Diseño de Redes de Drenaje Urbano</i>	14
2.3.2 <i>Ecuaciones para el Diseño de Redes de Drenaje Urbano.</i>	16
2.3.3 <i>Restricciones para el Diseño de Redes de Drenaje Urbano.</i>	19
3 METODOLOGÍA.....	22
3.1 PROGRAMA CIE-AGUA.....	22
3.2 PROYECTOS PARA EL ANÁLISIS Y COMPARACIÓN	23
3.2.1 <i>Proyecto No 1 “Construcción extensión de redes de alcantarillado sanitario en el barrio Mocarí de la ciudad de Montería-Departamento de Córdoba”</i>	23
3.2.2 <i>Proyecto No 2 “Construcción del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, cabecera municipal de Vélez, Departamento de Santander”</i>	27
3.3 COSTOS INVOLUCRADOS EN EL ANÁLISIS DE CADA PROYECTO	30
3.3.1 <i>Ecuaciones de costo para el proyecto No 1</i>	30
3.3.2 <i>Ecuaciones de costo para el proyecto No 2</i>	33
4 DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS	38
4.1 DATOS DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO No 1	38
4.2 DATOS DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO No 2	58
4.3 DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS CIE-AGUA.....	106
4.3.1 <i>Datos de entrada CIE-AGUA proyecto No 1</i>	107
4.3.2 <i>Resultados CIE-AGUA proyecto No 1</i>	114
4.3.3 <i>Datos de entrada CIE-AGUA proyecto No 2</i>	135
4.3.4 <i>Resultados CIE-AGUA proyecto No 2</i>	154
5 CONCLUSIONES	209
6 RECOMENDACIONES	210
7 BIBLIOGRAFÍA	211



8	ANEXOS	213
----------	---------------------	------------

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. INUNDACIÓN CALLE PRINCIPAL EN LORICA-CÓRDOBA DURANTE LA OLA INVERNAL 2011. TOMADO DE ARCHIVO PROPIO.	13
FIGURA 2. INUNDACIÓN BARRIO SAN VICENTE EN LORICA-CÓRDOBA DURANTE LA OLA INVERNAL 2011. TOMADO DE ARCHIVO PROPIO.	14
FIGURA 3. LET Y LGH PARA UNA TUBERÍA QUE FLUYE PARCIALMENTE LLENA. TOMADO Y ADAPTADO	15
FIGURA 4. ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE UNA TUBERÍA FLUYENDO PARCIALMENTE LLENA. TOMADO Y ADAPTADO.....	16
FIGURA 5. GRAFO CONSTRUIDO PARA EVALUAR LAS ALTERNATIVAS DE UNA SERIE DE 3 TRAMOS. TOMADO Y ADAPTADO.....	23
FIGURA 6. PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO SANITARIO DE MOCARÍ-MONTERÍA.	25
FIGURA 7. PLANTA GENERAL ALCANTARILLADO SANITARIO DE VÉLEZ-SANTANDER.....	28
FIGURA 8. SUPERFICIE TOPOGRÁFICA DEL PROYECTO NO 1.	45
FIGURA 9. CURVAS DE NIVEL DEL ÁREA DEL PROYECTO NO 1.	46
FIGURA 10. DRENAJE NATURAL DEL ÁREA DEL PROYECTO NO 1.	47
FIGURA 11. SUPERFICIE TOPOGRÁFICA DEL PROYECTO NO 2.	75
FIGURA 12. CURVAS DE NIVEL DEL ÁREA DEL PROYECTO NO 2.	76
FIGURA 13. DRENAJE NATURAL DEL ÁREA DEL PROYECTO NO 2.	77

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. DATOS RESUMEN DEL PROYECTO NO 1.	26
TABLA 2. DATOS RESUMEN DEL PROYECTO NO 2.	29
TABLA 3. PRECIO POR METRO LINEAL DE TUBERÍAS PVC EMPLEADAS EN EL PROYECTO NO 1 INCLUYEN MANO DE OBRA E IVA.	30
TABLA 4. PRECIO POR METRO LINEAL DE TUBERÍAS PVC EMPLEADAS EN EL PROYECTO NO 2 INCLUYEN MANO DE OBRA E IVA.	33
TABLA 5. PRECIO DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE LA MISMA, PROYECTO NO 2.....	36
TABLA 6. COSTOS TOTALES PARA LA RED DE ALCANTARILLADO DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO NO 1.	38
TABLA 7. DATOS LISTA DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN DEL PROYECTO NO 1.....	39
TABLA 8. DATOS RESULTANTES DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO NO 1.....	49
TABLA 9. COSTOS TOTALES PARA LA RED DE ALCANTARILLADO DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO NO 2.	58
TABLA 10. DATOS LISTA DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN DEL PROYECTO NO 2.....	59
TABLA 11. DATOS RESULTANTES DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO NO 2.....	79
TABLA 12. BASE DE DIÁMETROS UTILIZADA POR EL PROGRAMA CIE-AGUA.	106
TABLA 13. DATOS DE ENTRADA PARA TRAMOS EN EL PROGRAMA CIE-AGUA PARA EL PROYECTO NO 1.....	107
TABLA 14. RESULTADOS CIE-AGUA DEL DISEÑO OPTIMIZADO DE LAS RED DE ALCANTARILLADO DEL PROYECTO NO 1.....	116
TABLA 15. COSTOS ASOCIADOS CON LA ALTERNATIVA DISEÑADA CON EL CIE-AGUA PARA EL PROYECTO NO 1.....	126
TABLA 16. COMPARACIÓN DE ENTRE LOS COSTOS DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO NO 1 Y LOS COSTOS ENCONTRADOS CON EL DISEÑO REALIZADO CON EL PROGRAMA CIE-AGUA.....	135
TABLA 17. DATOS DE ENTRADA PARA TRAMOS EN EL PROGRAMA CIE-AGUA PARA EL PROYECTO NO 2.....	136
TABLA 18. RESULTADOS CIE-AGUA DEL DISEÑO OPTIMIZADO DE LAS RED DE ALCANTARILLADO DEL PROYECTO NO 2.....	155
TABLA 19. COSTOS ASOCIADOS A LA ALTERNATIVA DISEÑADA CON EL CIE-AGUA PARA EL PROYECTO NO 2.....	182
TABLA 20. COMPARACIÓN DE ENTRE LOS COSTOS DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO NO 2 Y LOS COSTOS ENCONTRADOS CON EL DISEÑO REALIZADO CON EL PROGRAMA CIE-AGUA.....	208

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1. CURVA DE COSTOS DE TUBERÍAS PARA ALCANTARILLADO POR METRO LINEAL EN [\$COP], PROYECTO NO 1.....	31
GRÁFICO 2. CURVA DE COSTOS DE TUBERÍAS PARA ALCANTARILLADO POR METRO LINEAL EN [\$COP], PROYECTO NO 2.....	34
GRÁFICO 3. CURVA DE COSTOS DE CÁMARAS DE INSPECCIÓN EN FUNCIÓN DE LA PROFUNDIDAD EN [\$COP], PROYECTO NO 2.....	36

INTRODUCCIÓN

Gozar de la prestación de unos buenos servicios públicos es uno de los aspectos más importantes para garantizar el desarrollo integral de las comunidades, principalmente de servicios básicos como acueducto y alcantarillado, a través de los cuales se puede prevenir la propagación de enfermedades de origen hídrico que afectan a la población más vulnerable, niños y ancianos. Es por esta razón que el Gobierno Nacional de Colombia tiene como política la inversión de recursos económicos en el sector agua potable y saneamiento a través del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) para mejorar la infraestructura asociada con estos servicios y la calidad de vida de los habitantes.

De otra parte se conoce que los sistemas de drenaje urbano o alcantarillados cumplen una función relevante en los centros urbanizados recolectando, transportando y evacuando las aguas residuales y pluviales, que además de prevenir la propagación de enfermedades, también evitan la contaminación de cuerpos de aguas naturales e inundaciones.

Así las cosas, se entiende que el diseño de los sistemas de drenaje urbano juegan un papel relevante en el proceso de financiación, construcción, operación y mantenimiento de los mismos, ya que se requiere por parte del Gobierno Nacional una buena ejecución de esta etapa de los proyecto acorde con la normatividad vigente (RAS 2000) para su viabilización y posterior financiación.

Actualmente los diseños de los sistemas de drenaje urbano o alcantarillado se han venido haciendo de una manera llamada “tradicional” la cual se caracteriza por utilizar ecuaciones empíricas de fácil uso y que no son físicamente basada y la implementación de metodologías que producen diseños costosos que producen la inversión de recursos públicos de manera innecesaria. Es por este motivo que se hace necesario estudiar la implementación de nuevas metodologías que tiendan a optimizar la utilización de dichos recursos obteniendo diseños que generen obras que realmente sean la solución de menor costo.

Es por ello que el objeto de este trabajo de grado de especialización realizar el diseño de dos proyectos reales que se encuentran a la espera de financiación por parte del Gobierno Nacional mediante la implementación de una metodología de diseño optimizado de redes de drenaje urbano materializada en el programa CIE-AGUA de propiedad del CIACUA de la Universidad de los Andes para comparar los costos de un diseño óptimo con los costos determinado por los consultores de dichos proyectos y que son los recursos solicitados a la Nación para su financiación, y posteriormente determinar cuál sería el posible ahorro de recursos y las implicaciones técnicas que el sistema diseñado tenga a la luz del Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000).

1 ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

1.1 ANTECEDENTES

La Universidad de los Andes a través del Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados—CIACUA ha venido desarrollando trabajos de investigación tendientes a encontrar una metodología que permita la realización de diseños optimizados de sistemas de drenaje urbano o de alcantarillados. Producto de estas investigaciones este centro de investigación ha desarrollado una metodología de diseño optimizado para sistemas de alcantarillados la cual se refleja en el programa CIE-AGUA. A continuación se presenta una síntesis de los aportes anteriores a este trabajo de grado que fueron la base para el desarrollo de dicho programa y son el soporte de este trabajo de grado.

1.1.1 Diseño Optimizado de Redes de Drenaje Urbano, Ivonne Navarro Pérez (2009).

Navarro Pérez¹ en su trabajo de grado buscaba desarrollar una metodología de diseño de redes de drenaje urbano que genere los menores costos constructivos, al mismo tiempo que asegura una adecuada operación del sistema, minimizando el riesgo de que se presenten inundaciones y por tanto, contribuyendo a generar múltiples beneficios ambientales y socioeconómicos. Esto mediante la evaluación de tres redes de drenaje, una teórica, una denominada Red Prado y una denominada Red La Pedrera, relacionando los costos del sistema de la red con algunos criterios de confiabilidad como: tiempo de residencia y potencia unitaria.

Para el diseño de las redes se implementó un algoritmo de diseño basado en Algoritmos Genéticos, el cual fue implementado en Microsoft Excel® mediante el lenguaje de programación VBA (*Visual Basic For Application* por sus siglas en inglés), el cual permite diseñar cualquier red, según las rutas definidas por el usuario; obteniéndose múltiples diseños aleatorios que cumplen con todas las restricciones hidráulicas y constructivas, presentando un registro con los siguientes datos: pendiente, diámetro, potencia unitaria, tiempo de residencia, energía específica y costos constructivos; para luego ser simuladas en el programa EPASWMM.

Para la evaluación y análisis de los costos asociados con las redes obtenidas se utilizaron tres ecuaciones o funciones de costos. La Ecuación 1 fue la utilizada por De Oro², la cual se basa en un estudio realizado por el *Trenchless Technology Center de la Louisiana Tech University*, por medio del cual se determinaron curvas de costos para diferentes tecnologías de rehabilitación de alcantarillados. La función que fue tomada de este estudio corresponde a la de Zanja con PVC, la

¹ NAVARRO PEREZ, Ivonne. Diseño optimizado de redes de drenaje urbano. Bogotá D. C., 2009, p 5. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

² DE ORO, J. Criterios de Selección de Alternativas de Rehabilitación de Alcantarillados en Colombia. Citado por Ibid., p. 67.

cual había sido actualizada por De Oro según el IPC publicado por el DANE a febrero del 2008; y las Ecuaciones 2 y 3 fueron tomadas del documento “Estudio de estructuración y análisis de información de inversiones de los prestadores de Acueducto y Alcantarillado”, desarrollado por la Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico – CRA. Estas ecuaciones de costos se presentan a continuación:

$$C = 693.62 * d^{1.088} * H^{0.303} \quad \text{Ecuación 1}$$

donde:

C = Costo por metro lineal de tubería [COP/m]
d = Diámetro de la tubería en milímetros [mm]
H = Profundidad de la instalación en metros [m]

$$C = 9579.31 * k * d^{0.5737} \quad \text{Ecuación 2}$$

donde:

C = Costo por metro lineal de tubería a Mayo del 2009 [COP/m]
d = Diámetro de la tubería en milímetros [mm]
k = Factor de conversión de pesos de Diciembre de 2007 a Mayo de 2009. Este fue calculado como: $(1+IPC2008)*(1+IPC06/2009) = 1.32$

$$C = 1163.77 * k * V^{1.31} \quad \text{Ecuación 3}$$

Así las cosas al sumar las dos últimas ecuaciones se obtiene una ecuación que cuantifica el valor total de un tramo de un tramo de la red de alcantarillado, resultando la siguiente ecuación:

$$C_{TOTAL} = k(9579.31 * d^{0.5737} + 1163.77 * V^{1.31}) \quad \text{Ecuación 4}$$

1.1.2 Criterios de diseño de tuberías fluyendo parcialmente llenas: velocidad mínima, esfuerzo cortante mínimo, y número de Froude cuasicrítico, Freddy Leonardo Ovalle Bueno (2012).

Ovalle Bueno³ en su trabajo de grado buscaba realizar una exposición producto de una revisión minuciosa, analítica y crítica de la problemática que señala el ingeniero Paredes con respecto a la pertinencia o no del flujo cuasicrítico en alcantarillados, que permita ver el contenido, la

³ OVALLE BUENO, Freddy. Criterios de diseño de tuberías fluyendo parcialmente llenas: velocidad mínima, esfuerzo cortante mínimo, y número de Froude cuasicrítico. Bogotá D. C., 2011, p 4. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

veracidad e importancia de dicha crítica, y que por tanto permita sugerir posibles estrategias de diseño que no incurran en un aumento de los costos de los proyectos de alcantarillado.

“La crítica hecha por el Ing. Rafael Paredes consiste en no permitir la ocurrencia de flujo cuasicrítico para ninguna relación de llenado de la tubería, lo cual implica la abolición el uso de bajas pendientes en sistemas de alcantarillados”⁴.

El objeto de este trabajo de grado se llevó a cabo mediante la realización del diseño de varios sistemas tanto de aguas residuales como de aguas pluviales, ideando e implementando un programa que fuera capaz de ejecutar muchos diseños, sin aumentar los costos constructivos, y validando los resultados encontrados con el programa ALCANTARILLADOS del CIACUA y así poder relacionar o analizar el comportamiento de la condición de flujo cuasicrítico que plantea el Ing. Paredes respecto a variables de diseño como el caudal de diseño, la pendiente de la tubería y el material de la misma que se tiene en cuenta en el diseño a través de la rugosidad k_s .

Ovalle Bueno⁵ después de haber desarrollado los cálculos y análisis pertinentes llegó a las siguientes conclusiones:

- El flujo cuasicrítico es inofensivo cuando ocurre en ducto con bajas profundidades.
- Cuando el flujo cuasicrítico ocurren en ductos con profundidades de flujo importantes (mayores o iguales a 70%), puede ocurrir la presurización del mismo dado el comportamiento ondulatorio de la superficie del agua bajo esta condición.
- Los parámetros de diseño tales como la rugosidad, el caudal y la pendiente de diseño sí influyen en el comportamiento de la zona cuasicrítica. La rugosidad se relaciona con su tamaño (la cantidad de diseños que caen dentro del régimen cuasicrítico), generando zonas de régimen cuasicrítico más pequeñas cuando se emplea PVC que cuando se emplea concreto.

1.1.3 Diseño Optimizado de Redes de Drenaje Urbano Usando el Concepto de Potencia Unitaria, Daniel Andrés López Sabogal (2012).

López Sabogal⁶ con su trabajo de grado pretendía desarrollar una metodología para el diseño optimizado de redes de drenaje urbano, en la cual se integren aspectos económicos y técnicos que aseguren el adecuado funcionamiento del sistema con un costo de construcción bajo, mediante el uso de dos conceptos como son: potencia unitaria, como índice de confiabilidad de la red, y pendiente lógica para el desarrollo de una metodología de diseño optimizado de una serie de

⁴ Ibid., p. V.

⁵ Ibid., p. 91.

⁶ LÓPEZ SABOGAL, Daniel. Diseño optimizado de redes de drenaje urbano usando el concepto de potencia unitaria. Bogotá D. C., 2012, p 2. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

tuberías de una red de drenaje urbano, buscando un balance entre los costos económicos y el correcto funcionamiento hidráulico de la red.

Para realizar la evaluación de los costos de las redes de drenaje urbano estudiadas, López utilizó las Ecuaciones 1, 2 y 3 que fueron utilizados por Ivonne Navarro en su trabajo de grado y desarrollo una metodología que tiene en cuenta un gran número de alternativas, las cuales se describen mediante la siguiente ecuación:

$$NTA = \prod_{i=1}^n P_i \quad \text{Ecuación 5}$$

donde:

NTA = Número Total de Alternativas [-]

Pi = Número de Pendientes Lógicas en el tramo i [-]

n = Número total de Tramos en la red [-]

López Sabogal⁷ luego de su análisis concluyó que:

- Discretizar la pendiente es un proceso que permite convertir dicho parámetro en un objetivo más del diseño, y no simplemente cuestión de percepción.
- La relación inversa entre pendiente y potencia unitaria es un medio que permite optimizar el costo de construcción en la medida que el diseño se haga en función de la pendiente.
- Los costos son optimizados en la construcción y en la operación de las redes de drenaje urbano cuando se utiliza la máxima potencia unitaria que se encuentre disponible para cada tramo.

1.1.4 Diseño Hidráulico Optimizado de Redes de Alcantarillado Usando el Concepto de Potencia Unitaria y Pendiente Lógica, Diego Antonio Copete Rivera (2012).

Copete Rivera⁸ planteó diseñar gran variedad de redes de drenaje urbano óptimas, que cumplan con las restricciones hidráulicas estipuladas por el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS), variando caudales, pendientes y longitudes para finalmente escoger las redes de menor costo y el mejor comportamiento hidráulico por medio de los parámetros de confiabilidad: Potencia Unitaria y Pendiente Lógica, para encontrar relaciones entre diseños óptimos y parámetros de diseño.

Copete Rivera realizó el diseño de 22 ciudades hipotéticas implementando la metodología de diseño propuesta por López Sabogal, verificando que todos cumplieran las restricciones

⁷ Ibid., p. 91.

⁸ COPETE RIVERA, Diego. Diseño hidráulico optimizado de redes de alcantarillado usando los conceptos de potencia unitaria y pendiente lógica. Bogotá D. C., 2012, p 2. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

recomendadas por la norma RAS 2000 con el objeto de establecer relaciones entre los costos constructivos y los criterios de confiabilidad de las redes para seleccionar el diseño óptimo. También implementó el criterio de I Pai Wu para el diseño optimizado de tuberías a presión en serie en el diseño de tuberías fluyendo parcialmente llenas.

Para evaluar los costos en cada alternativa Copete Rivera utilizó las Ecuaciones 2 y 3 propuestas por Navarro Pérez para cuantificar el costo total de un tramo de tubería como se presenta en la siguiente ecuación:

$$C_{TOTAL} = (9579.31 * 1.32 * (20.54 * d)^{0.5737} * L + 1163.77 * 1.32 * (\sin(\text{atan}(S)) * L * \cos(\text{atan}(S)) * L * ((0.0254 * d) + 1))^{1.31} \quad \text{Ecuación 6}$$

Copete Rivera⁹ luego de sus análisis encontró las siguientes conclusiones:

- Se corroboró lo encontrado por López Sabogal y Navarro Pérez en sus trabajos de grado en 2009 y 2012, los costos constructivos de la red se minimizan cuando se maximiza la Potencia Unitaria.
- Se recomienda seguir analizando el criterio de Wu en redes de drenaje urbano.
- Se recomienda considerar más variables a la hora de calcular los costos a fin de verificar si la conclusión de que al maximizar la potencia unitaria, maximizar la profundidad y tener los menores diámetros posibles, se obtendrían menores costos totales.

1.1.5 Diseño optimizado de sistemas de alcantarillado utilizando los conceptos de índice de resiliencia y potencia unitaria, Camilo Andrés Salcedo Ballesteros (2012).

Salcedo Ballesteros¹⁰ en su trabajo de grado propuso diseñar una cantidad determinada de redes hipotéticas de alcantarillado diferentes en donde varíen algunas de sus características como la topografía, caudales, pendientes y longitudes, verificando que todas funcionen adecuadamente desde el punto de vista hidráulico, y así posteriormente seleccionar las de menor costo con el fin de establecer criterios de confiabilidad como lo es el Índice de Resiliencia y la Potencia Unitaria relaciones entre ellos que permitan establecer criterios para realizar el diseño óptimo del sistema.

Para llevar a cabo lo anterior se utilizó el programa CIE-AGUA desarrollando por el Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados – CIACUA de la Universidad de los Andes, el cual se basó en la metodología propuesta por López Sabogal en 2012 y para la evaluación de los costos asociados a la construcción de un tramo de tubería se Salcedo Ballesteros planteó las ecuaciones que se presentan a continuación:

⁹ Ibid., p. 115.

¹⁰ SALCEDO BALLESTEROS, Camilo. Diseño optimizado de sistemas de alcantarillado utilizando los conceptos de índice de resiliencia y potencia unitaria. Bogotá D. C., 2012, p 2. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Para la obtención de esta ecuación 7, se utilizó el catálogo de precios de PAVCO para tuberías NOVALOC y NOVAFORT publicada en Febrero de 2012 y se le sumó el IVA (16%).

$$C_{Tubería} = 622749 * d^{1.9799} \quad \text{Ecuación 7}$$

donde:

$C_{Tubería}$ = Costo total asociado con la tubería de un tramo de la red [\\$COP]

L = Longitud del tramo analizado [m]

d = Diámetro de la tubería colocada en el tramo analizado [m]

Para el planteamiento de la Ecuación 8 asociada con los costos de excavación, se utilizó el Listado de Precios de Referencia de Actividades de Obra del IDU en su versión del 2012.

$$C_{Excavación} = (20119.53 * a + 25938.52 * b) * (V_{Exc.Tubería} + H_m * L * \cos(\theta)) \quad \text{Ecuación 8}$$

$$a = \begin{cases} 1 & \text{si } H_m < 2.0m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$b = \begin{cases} 1 & \text{si } H_m > 2.0m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 10}$$

$$V_{Exc} = \frac{(L * \sin\theta + d + 0.15) * L * \cos\theta * (0.40 + d)}{2} \quad \text{Ecuación 11}$$

$$H_m = \frac{H_{inic} + H_{fin}}{2} \quad \text{Ecuación 12}$$

donde:

$C_{Excavación}$ = Costo Total de Excavación para el Tramo analizado [\\$COP]

Para el planteamiento de la Ecuación 13 asociada a los costos de relleno, también se utilizó el Listado de Precios de Referencia de Actividades de Obra del IDU en su versión del 2012.

$$C_{Relleno} = 18125.89 * \left[V_{Exc.Tubería} + H_m * L * \cos(\theta) - \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) * (L * \cos(\theta)) \right] \quad \text{Ecuación 13}$$

donde:

$C_{Relleno}$ = Costo de Relleno para cada tramo se encuentra en Pesos Colombianos [\\$COP]

Para el planteamiento de la Ecuación 14 asociada a los costos de entibados, también se utilizó el Listado de Precios de Referencia de Actividades de Obra del IDU en su versión del 2012.

$$C_{Entibado} = 23033.89 * (L * \cos(\theta) * Z * 2) * c \quad \text{Ecuación 14}$$

$$Z = C.Terreno - C.Batea + 0,15 \quad \text{Ecuación 15}$$

$$c = \begin{cases} 1 & \text{si } Z > 2.0m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 16}$$

donde:

$C_{Entibado}$ = Costo de Entibado para cada tramo se encuentra en Pesos Colombianos [\$COP]

Para el planteamiento de la Ecuación 17 asociada a los costos de las cámaras de inspección de un tramo, se utilizaron los datos suministrados por CONSTRUDATA para el año 2011 y ajustados con la variación del IPC desde mayo de 2011 hasta octubre de 2012.

$$C_{CámaraDeInspección} = 1.043 * (194014H_{final}^2 - 194118H_{final} + 856764) \quad \text{Ecuación 17}$$

donde:

$C_{CámaraDeInspección}$ = Costo de Cámara de Inspección que se debe colocar al final de cada tramo en Pesos Colombianos [\$COP]

Al combinar todas ecuaciones anteriormente mencionadas, Salcedo Ballesteros estableció una ecuación general que describe el costo total de un tramo de la red de drenaje urbano, la cual se presenta a continuación:

$$C_{Tramo} = L * 622749 * d^{1.9799} + (20119.53 * a + 25938.52 * b) * (V_{Exc.Tubería} + H_m * L * \cos(\theta)) + 18125.89 * \left[V_{Exc.Tubería} + H_m * L * \cos(\theta) - \left(\frac{\pi d^2}{4} \right) * (L * \cos(\theta)) \right] + 23033.89 * (L * \cos(\theta) * Z * 2) * c + 1.043 * (194014H_{final}^2 - 194118H_{final} + 856764) \quad \text{Ecuación 18}$$

Salcedo Ballesteros¹¹ luego de su análisis estableció las siguientes conclusiones:

- Los costos asociados con aspectos de la excavación como el relleno y entibado, que no habían sido considerados en investigaciones anteriores, resultaron ser más relevantes que el costo de las tuberías en el cálculo del costo total de un tramo.
- En el diseño de sistemas de drenaje urbano el componente más importante en la función de costo es el asociado con la excavación.
- Para el diseño optimizado de sistemas de alcantarillados el Índice de Resiliencia no resultó ser tan útil, por lo que se debe seguir utilizando el criterio de Potencia Unitaria propuesto en investigaciones previas.
- El concepto de Pendiente Propia resultó no ser tan útil cuando los costos de excavación no son más importantes que los costos de la red.

¹¹ Ibid., p. 115.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 *Objetivos Generales*

- Realizar el diseño optimizado de dos proyectos reales de redes de drenaje urbano mediante el uso del programa CIE-AGUA del Centro de Investigaciones en Acueductos y Alcantarillados – CIACUA de la Universidad de los Andes y comparar los costos obtenidos con los costos originales presupuestados por las consultorías de los diseño original.

1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Diseñar mediante la implementación del programa CIE-AGUA del CIACUA las redes de drenaje urbano de dos proyectos reales, aplicando una metodología de diseño optimizado que permita minimizar los costos asociados con las tuberías, excavaciones, rellenos, entibados y cámaras de inspección.
- Determinar o establecer las ecuaciones de costos particulares, para cada proyecto, asociados con tuberías, excavaciones, rellenos, entibados y cámaras de inspección que servirán al programa CIE-AGUA como funciones objetivo para optimizar el diseño.
- Comparar los costos obtenidos mediante el diseño optimizado de las redes de drenaje urbano con el costo presupuestado originalmente por las consultorías de cada uno de los proyectos analizados.
- Analizar el cumplimiento de las restricciones hidráulicas y constructivas en el diseño optimizado obtenido con el programa CIE-AGUA y establecer las implicaciones que esto tendría a nivel de la operación y mantenimiento de las redes de drenaje urbano.

2 ESTADO DEL ARTE

A continuación se presentan los conceptos más relevantes sobre los cuales se fundamenta el desarrollo de este trabajo de grado y que permitirán entender la problemática actual y la importancia del diseño optimizado de sistemas de drenaje urbano.

2.1 OPTIMIZACIÓN

Es necesario que para el desarrollo de este trabajo de grado quede claro el concepto de optimización, el cual consiste en “un proceso de búsqueda que permite definir cuáles son los valores de las variables dependientes que al ser reemplazados dentro de una determinada función matemática permiten obtener los límites del rango o imagen de todo el sistema (es decir, los puntos máximos o mínimos globales) o los correspondientes a un intervalo del dominio de la función (es decir, los puntos máximos o mínimos locales)”¹². En ingeniería el proceso de optimización busca el diseño de alternativas de solución a problemas reales con el mínimo costo posible, de tal manera que se maximice la relación costo-beneficio en cualquier ámbito, teniendo en cuenta para esto todas las variables que influyen en el proceso, funciones objetivo (curvas de costo) y todas las restricciones técnica que por norma se deben cumplir.

2.2 SISTEMAS DE DRENEJE URBANO

Un sistemas de drenaje urbano consiste en un sistema de obras y estructuras que deben operar en forma articulada para recolectar, transportar, tratar y disponer el agua residual o lluvia producida en un determinado asentamiento urbano. De acuerdo con Butler & Davies¹³, estos sistemas han cobrado relevante importancia debido a la interacción entre la actividad humana y el ciclo natural del agua. Esta interacción tiene dos formas principales: la extracción de agua del ciclo natural para proporcionar un suministro de agua para la vida humana, y la cobertura de la tierra con superficies impermeables que desvían el agua lluvia lejos del sistema local natural de drenaje. Estos dos tipos de interacción dan lugar a dos tipos de agua que requieren drenaje, las aguas residuales y las aguas lluvias. Estos dos tipos de agua si no se drenan de manera adecuada pueden causar problemas a la salud pública y al medio ambiente.

La norma RAS 2000¹⁴ define estos dos tipos de aguas que requieren drenaje de la siguiente manera:

- **Aguas residuales:** Desecho líquido provenientes de residencias, edificios, instituciones, fábricas o industrias.

¹² NAVARRO, Op. cit., p. 7.

¹³ BUTLER, David y DAVIES, John W.. Urban drainage. 3 ed. Londres : Spon Press, 2011. P 1.

¹⁴ COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 : Título D. Bogotá D.C. : Ministerio de Desarrollo Económico, 2000. P 9.

- **Aguas lluvias:** Aguas provenientes de la precipitación pluvial.

2.2.1 Tipos de Sistemas Redes de Drenaje Urbano.

De acuerdo con Butler & Davies¹⁵ existen tres tipos de sistemas de drenaje urbano: Combinado, separado e híbrido:

En el sistema combinado las aguas residuales son recolectadas y transportadas por la misma tubería, y conducidas hacia la planta de tratamiento de aguas residuales. En época seca la tubería solo transporta un caudal de aguas residuales y en época de lluvias el caudal transportado se aumenta por efecto de la precipitación que son estas aguas las que predominan. Dada esta situación se hace necesaria la implementación de Alivios Combinados, ya que no es viable transportar este caudal por toda la red de drenaje y tratarlo.

En el sistema separado el agua residual y el agua lluvia son transportadas en tuberías separadas, por lo general instaladas en forma paralela. En este tipo de sistemas se diseña una red que transporte el caudal máximo todo el camino hasta la planta de tratamiento de aguas residuales; por otro lado el agua de lluvia no se mezcla con las aguas residuales y por lo tanto, puede ser descargada a un cuerpo de agua receptor en un punto conveniente. Con este sistema se tiene la ventaja de que se elimina la utilización de Alivios Combinados y la contaminación asociada con ellos.

También se tienen los sistemas híbridos, los cuales son una combinación entre sistemas separados y combinados. Estos se presentan principalmente cuando las redes deben ser construidas para zonas en expansión, y por tanto se puede tener un cambio frente al tipo de tubería existente.

La norma RAS 2000¹⁶ también clasifica los sistemas de drenaje urbano o sistemas de alcantarillados de la siguiente manera:

- **Alcantarillado de aguas combinadas:** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte, tanto de las aguas residuales como de las aguas lluvias.
- **Alcantarillado de aguas lluvias:** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de aguas lluvias.
- **Alcantarillado de aguas residuales:** Sistema compuesto por todas las instalaciones destinadas a la recolección y transporte de las aguas residuales domésticas y/o industriales.
- **Alcantarillado separado:** Sistema constituido por un alcantarillado de aguas residuales y otro de aguas lluvias que recolectan en forma independiente en un mismo sector.

¹⁵ BUTLER, David y DAVIES, John W., Op. cit., p 17-22.

¹⁶ COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Op. cit., p 9-10.

2.2.2 Componentes de una Red de Drenaje Urbano.

Saldarriaga¹⁷ establece que para que un sistema de drenaje urbano cumpla con su función, las redes deben estar conformadas por los elementos que se mencionan a continuación:

- **Sumideros, canaletas y bajantes:** La finalidad de estas estructuras es la captación de las aguas lluvias o cualquier otro tipo de flujo que viaje por las superficies. Los primeros están ubicados en las calles o en los bordes de los andenes. Recogen la escorrentía que se produce como consecuencia de la impermeabilidad del suelo y la conducen hasta los tubos de la red. Por su parte, las canaletas y las bajantes son estructuras complementarias, entre sí, que recolectan la lluvia que viaja por los tejados de las edificaciones y la conduce a las tuberías de la red.
- **Tuberías:** Son las encargadas de la conducción del agua. Es el componente que mayor área ocupa en la red.
- **Cámaras de inspección:** Son estructuras hidráulicas que permiten el acceso a la red, con el fin de realizar tareas de mantenimiento e inspección a la misma. Adicionalmente, se debe hacer uso de este tipo de estructuras cuando se tienen que realizar cambios en la dirección del flujo, cambios en el diámetro de las tuberías o conexiones con otras redes.
- **Cámaras de caída:** Cuando la energía con la que el flujo entra a una cámara de inspección es muy alta, es necesario disipar dicha energía para proteger la infraestructura de la red. Estas estructuras son las que se deben utilizar en estos casos, su función principal es generar una pérdida de energía en el flujo.
- **Aliviaderos:** Su función es disminuir los costos de conducción, para lo cual evacúan las aguas (mezcla de lluvias y sanitarias en caso de redes de drenaje combinadas o sólo lluvias en caso de redes de drenaje separadas) del sistema cuando éstas sobrepasan cierto nivel.
- **Sifones invertidos:** Son estructuras que son utilizadas cuando el trazado de la red pasa por un obstáculo inevitable. El principio de acción es la presurización de las tuberías.
- **Sistemas de almacenamiento temporal:** Son utilizados para retener el agua con el objetivo de disminuir los picos de caudal, y de contaminación, que se presentarían en la red en un evento de precipitación. Es recomendable que el tiempo de retención no sea muy grande debido a que se pueden presentar problemas de olores.
- **Canales abiertos:** Están diseñados para la conducción de aguas lluvias. Se recomiendan velocidades límites, el valor depende del material de construcción, para evitar problemas de sedimentación y erosión.
- **Estructuras de disipación de energía:** Son construidas en los puntos de entrega de las aguas y están diseñadas para generar un cambio de flujo supercrítico a flujo subcrítico.

¹⁷ SALDARRIAGA, J. Clase Sistema Integrado de Drenaje Urbano. Citado por LÓPEZ SABOGAL, Daniel. Diseño optimizado de redes de drenaje urbano usando el concepto de potencia unitaria. Bogotá D. C., 2012. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

Para generar dicha transición es necesario minimizar la energía con la que el flujo es entregado.

2.2.3 Problemática de las Redes de Drenaje Urbano

La problemática de los sistemas de drenaje urbanos consiste en que aun hoy en día estos sistemas se siguen diseñando bajo una concepción antigua donde se pretende evacuar de forma rápida el agua residual o lluvia, sin tienen en cuenta de manera integral cada uno de sus componentes de dicho sistema, incurriendo en: Desaprovechamiento del volumen o capacidad de la red para realizar tratamiento previo del agua residual y cortar picos de caudal de aguas lluvias, problemas de sobredimensionamiento de las PTARs al tratar el producto del proceso anterior y no tener en cuenta la capacidad de autodepuración del cuerpo de agua receptor.

Por otro lado se tiene también que los sistemas de alcantarillados se siguen diseñando con ecuación empíricas y que no son físicamente basadas en situaciones donde están por fuera de sus límites de aplicabilidad como la ecuación de Gauckler-Manning, la cual se popularizó por su facilidad de uso y dado que es una ecuación explícita.

Sumado todo esto al hecho de tener un muy deficiente mantenimiento de los sistemas de alcantarillados nuevo y existentes y al no tener clara la hidráulica que rige estos sistemas al momento de dimensionarlos, es que se presentan problemas en los centros urbanos como sobrecargas y obstrucciones en las tuberías por la sedimentación de material sólido causando inundaciones de vías y viviendas, proliferación olores ofensivos y de enfermedades infecciosas.



Figura 1. Inundación Calle principal en Lorica-Córdoba durante la ola invernal 2011. Tomado de archivo propio.



Figura 2. Inundación Barrio San Vicente en Loricá-Córdoba durante la ola invernal 2011. Tomado de archivo propio.

2.3 DISEÑO DE REDES DE DRENEJE URBANO

De acuerdo con el OPS/CEPIS¹⁸, el proceso de diseño de un sistema de alcantarillado por gravedad debe realizarse considerando que durante su funcionamiento, se debe cumplir la condición de autolimpieza para limitar la sedimentación de arena y otras sustancias sedimentables (heces y otros productos de desecho) en los colectores. Además las tuberías también deben cumplir otras restricciones constructivas y otros requerimientos de tipo hidráulico como la capacidad de transportar el caudal de diseño buscando reducir los costos de construcción.

De acuerdo con lo anterior se debe tener claro en el proceso de diseño de un sistema de alcantarillado cuales son las suposiciones bajo las cuales se dimensionan las tuberías del mismo, las ecuaciones empleadas y las restricciones hidráulicas y constructivas que se deben cumplir según la norma RAS 2000.

2.3.1 Suposiciones para el Diseño de Redes de Drenaje Urbano

La suposición básica para realizar el dimensionamiento de los colectores de un sistema de alcantarillado es que en ellos se presenta flujo uniforme permanente; esta suposición es válida

¹⁸ ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) y CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS). Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado. Lima : Guía de diseño, 2005. p 24.

particularmente para diámetros pequeños, donde los efectos causados por el flujo gradualmente variado no son significativos¹⁹.

Butler & Davies²⁰ mencionan que el flujo de los alcantarillados es generalmente un flujo no permanente (las características no varían con el espacio pero sí con el tiempo), hasta cierto punto. Las aguas residuales varían con la hora del día, y el caudal por escorrentía varía durante el tiempo que dura la precipitación. Sin embargo, en muchos cálculos hidráulicos, no es necesario tener esto en cuenta, y las condiciones son tratadas como constantes en aras de la simplicidad.

De acuerdo con lo anterior, las tuberías parcialmente llenas son un caso particular del flujo en canales abiertos; por tanto se pueden tratar como tal, definiendo así el flujo uniforme no permanente de la siguiente manera:

Según Te Chow²¹ el flujo uniforme permanente es el tipo de flujo fundamental que se considera en la hidráulica canales abiertos. La profundidad de flujo y las demás características geométricas no cambia durante el intervalo de tiempo bajo consideración. El flujo uniforme tiene las siguientes características principales:

- La profundidad, el área mojada, la velocidad y el caudal en cada sección del canal son constantes.
- La línea de energía, la superficie del agua y el fondo del canal son paralelos, es decir, sus pendientes son todas iguales, o $S_f = S_w = S_0$.

Las características del flujo uniforme se pueden observar en la **Figura 3**.

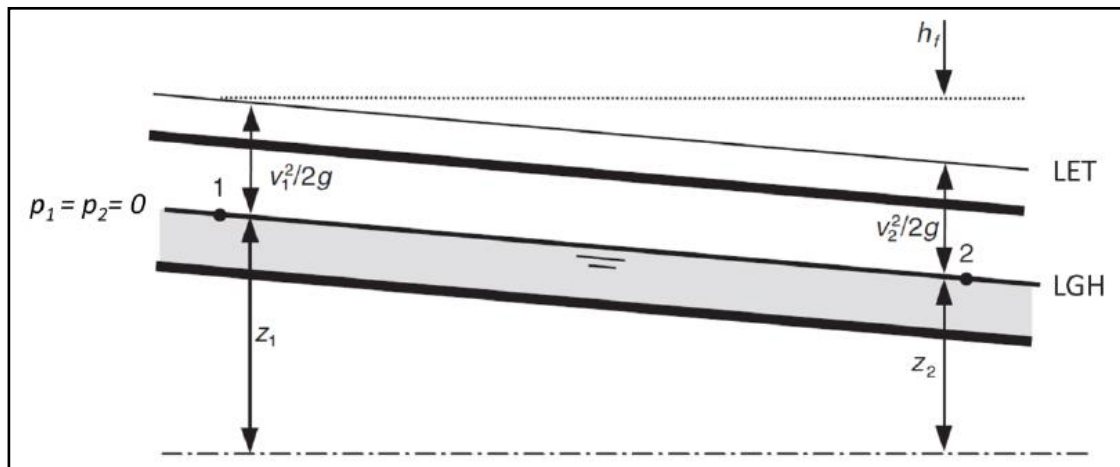


Figura 3. LET y LGH para una tubería que fluye parcialmente llena. Tomado y adaptado²²

¹⁹ COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Op. cit., p 23.

²⁰ BUTLER, David y DAVIES, John W., Op. cit., p 149.

²¹ TE CHOW, Ven. Hidráulica de canales abiertos. Colombia : McGraw Hill, 2004. p 6, 87.

²² BUTLER, David y DAVIES, John W., Op. cit., p 162.

2.3.2 Ecuaciones para el Diseño de Redes de Drenaje Urbano.

A continuación se muestran las ecuaciones empleadas para realizar el diseño de tuberías fluyendo parcialmente llenas bajo la condición de flujo uniforme, teniendo en cuenta que la norma RAS 2000 sugiere que el dimensionamiento de dichos conductos se realice bajo esta condición de flujo y que en dichas tuberías y “para los materiales modernos siempre va a existir la tendencia a presentarse flujo uniforme”²³.

Considerando las características y elementos geométricos de una tubería fluyendo parcialmente llena como se muestra en la **Figura 4**, se pueden deducir las ecuaciones para describir cada uno de esos elementos:

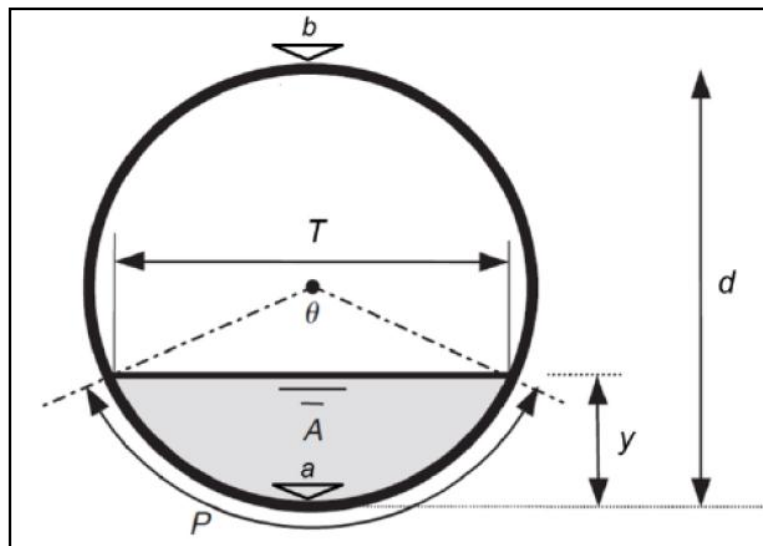


Figura 4. Elementos Geométricos de la Sección Transversal de una Tubería Fluyendo Parcialmente Llena.
 Tomado y Adaptado²⁴

donde:

- y: Profundidad de flujo [m]
- d: Diámetro de la tubería [m]
- θ : Ángulo formado en el centro de la tubería por la superficie libre [rad]
- A: Área mojada de la sección transversal [m²]
- P: Perímetro mojado [m]
- R: Radio hidráulico [m]
- T: Ancho de la superficie [m]
- D: profundidad hidráulica [m]
- a: Cota clave [msnm]

²³ SALDARRIAGA VALDERRAMA, Juan. Clase Drenaje Urbano. Bogotá : Universidad de los Andes, 2013.

²⁴ BUTLER, David y DAVIES, John W., Op. cit., p 162.

b: Cota de batea [msnm]

- **Ángulo:**

$$\theta = 2 \cos^{-1} \left(1 - \frac{2y}{d} \right) \quad \text{Ecuación 19}$$

- **Área mojada:**

$$A = \frac{d^2}{8} (\theta - \sin(\theta)) \quad \text{Ecuación 20}$$

- **Perímetro mojado:**

$$P = \frac{d}{2} (\theta) \quad \text{Ecuación 21}$$

- **Radio hidráulico:**

$$R = \frac{d}{4} \left[\frac{\theta - \sin(\theta)}{\theta} \right] \quad \text{Ecuación 22}$$

- **Ancho en la superficie:**

$$T = d \sin \left(\frac{\theta}{2} \right) \quad \text{Ecuación 23}$$

- **Profundidad hidráulica:**

$$D = \frac{d(\theta - \sin(\theta))}{8 \sin \left(\frac{\theta}{2} \right)} \quad \text{Ecuación 24}$$

Por otro lado también se tienen las ecuaciones de resistencia fluida de Chézy y Darcy-Weisbach y la ecuación para el factor de fricción (f) de Colebrook-White, las cuales pueden combinar para deducir una ecuación físicamente basada para describir el flujo en una tubería parcialmente llena y que abarque todo el rango de flujo turbulento, FTFR y FTFR, aspecto que no se cumple si se utiliza la ecuación de Gauckler-Manning, ya que fue “deducida mediante experimentaciones en ríos por lo que solo aplica para FTFR”²⁵.

²⁵ SALDARRIAGA VALDERRAMA, Juan. Clase Drenaje Urbano. Bogotá : Universidad de los Andes, 2013.

- **Ecuación de Chézy:**

$$V = C\sqrt{SR} \quad \text{Ecuación 25}$$

donde:

V: Velocidad media en el canal
S: Pendiente de fricción
R: Radio hidráulico
C: Factor de resistencia al flujo

- **Ecuación de de Darcy-Weisbach:**

$$h_f = f \frac{l V^2}{d 2g} \quad \text{Ecuación 26}$$

donde:

h_f : Pérdidas de energía por fricción en un tramo de longitud l
f: Factor de fricción
l: Longitud del tramo de tubería
d: Diámetro de la tubería
V: Velocidad media de flujo en la tubería
g: Aceleración de la gravedad.

- **Ecuación de Colebrook-White:**

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \text{Log}_{10} \left(\frac{k_s}{3.7d} + \frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{f}} \right) \quad \text{Ecuación 27}$$

donde:

f: Factor de fricción de Darcy
d: Diámetro de la tubería
 k_s : Coeficiente de rugosidad del material de la tubería
Re: Número de Reynolds ($\text{Re}=4RV/\nu$)

- **Ecuación para el flujo en tuberías parcialmente llenas:**

La deducción de esta ecuación se realiza a partir de las tres ecuaciones anteriores (25, 26 y 27) combinando el C de Chézy con el f de Darcy, obteniéndose que:

$$V = -2\sqrt{8gRS} \text{Log}_{10} \left(\frac{k_s}{14.8R} + \frac{2.51\theta}{4R\sqrt{8gRS}} \right) \quad \text{Ecuación 28}$$

donde:

V: Velocidad media de flujo
R: Radio hidráulico

S: Pendiente de fricción
 k_s : Coeficiente de rugosidad del material de la tubería
 ν : Viscosidad cinemática del fluido (agua)

- **Esfuerzo cortante medio en la tubería:**

$$\tau = \gamma RS \quad \text{Ecuación 29}$$

donde:

τ : Velocidad media de flujo
 γ : Peso específico del fluido (agua)
R: Radio hidráulico
S: Pendiente de fricción

2.3.3 Restricciones para el Diseño de Redes de Drenaje Urbano.

Las restricciones utilizadas en este trabajo de grado para realizar el análisis correspondiente de los sistemas de alcantarillado sanitario son las establecidas en el Título D del Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000), las cuales se mencionan a continuación:

2.3.3.1 Diámetro Mínimo.

El diámetro real mínimo permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales es de 200 mm (8").

2.3.3.2 Velocidad mínima.

La velocidad mínima real permitida para una tubería en los sistemas de aguas residuales es de 0,45 m/s para el caudal de diseño.

2.3.3.1 Esfuerzo cortante mínimo.

Debe establecerse que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 Kg/m²).

2.3.3.2 Caudal de diseño mínimo

Cuando el caudal de diseño calculado en el tramo sea inferior a 1,5 L/s, debe adoptarse este valor como caudal de diseño.

2.3.3.3 Velocidad Máxima.

Se recomienda que la velocidad máxima sea de 5 m/s, salvo en el caso de las tuberías plásticas en que dicha velocidad puede ser hasta de 10 m/s.

2.3.3.4 Pendiente Mínima.

El valor de la pendiente mínima del colector debe ser aquella que permita tener condiciones de auto limpieza.

2.3.3.5 Pendiente Máxima.

De igual forma la pendiente máxima recomendada, es aquella para la cual se tenga una velocidad máxima real.

2.3.3.6 Profundidad Hidráulica Máxima.

Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño en un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de éste.

2.3.3.7 Profundidad mínima a la cota clave

La profundidad mínima establecida a cota clave de la tubería es de 1.20 m para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano y evitar la ruptura de ésta, ocasionada por cargas vivas que pueda experimentar.

2.3.3.8 Profundidad máxima a la cota clave

En general la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5 m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructurales de los materiales y colectores durante (y después de) su construcción.

2.3.3.9 Flujo cuasicrítico

De acuerdo con Saldarriaga Valderrama²⁶ el flujo cuasicrítico se presenta cuando el número de Froude se encuentra en el rango comprendido entre 0.7 y 1.5; en aquellos casos en que no sea posible ajustar la pendiente, el diseñador puede permitir números de Froude en este rango pero limitando la relación de llenado máximo a 0.70, dado a que para relaciones de llenado mayores se puede causar presurización del conducto y una posible sobrecarga flujo porque el flujo cuasicrítico ocasiona un oleaje en la superficie del agua.

²⁶ Saldarriaga Valderrama, J., Op. cit..



Este criterio no se encuentra establecido en la norma RAS 200 pero dada su importancia en la hidráulica de los sistemas de alcantarillado se tuvo en cuenta.

3 **METODOLOGÍA**

Para llevar a cabo este trabajo de grado y dar cumplimiento a los objetivos propuestos se tomaron dos proyectos o diseños de sistemas de alcantarillado sanitario radicados en el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT) con el objeto de solicitar recursos a la nación para su financiación. Luego se procedió montar y diseñar nuevamente las redes de alcantarillado sanitario usando el programa CIE-AGUA para diseño optimizado de redes de drenaje urbano de propiedad de CIACUA de la Universidad de los Andes. Cabe mencionar que este programa venía siendo ejecutado con las ecuaciones de costos determinados por Salcedo Ballesteros²⁷, pero para este caso en particular se realizó el ajuste de estas ecuaciones de costos acorde con los precios fijados por los consultores de cada proyecto en los presupuestos y las especificaciones técnicas de cada ítem tenido en cuenta. Así las cosas con estas nuevas ecuaciones se ejecutó el programa CIE-AGUA.

3.1 **PROGRAMA CIE-AGUA**

De acuerdo con CIACUA²⁸ el programa CIE-AGUA, está basado en dos algoritmos básicos. El primero algoritmo realiza la determinación del diámetro y las pendientes de cada tubería utilizando el concepto de Pendiente Propia, la cual hace referencia a la pendiente que hace que para un diámetro dado, fluya el caudal de diseño con la relación de llenado más alta posible; y un segundo algoritmo de búsqueda exhaustiva para determina la combinación o configuración óptima de cada una de las rutas del agua en el sistema de alcantarillado, garantizando así la obtención de un mínimo global en los costos del sistema al analizar cada una de las alternativas hidráulicamente válidas, cumpliendo de esta manera con el propósito del diseño optimizado.

“El programa CIE-AGUA realiza una búsqueda exhaustiva, es decir que evalúa todas las alternativas disponibles para así seleccionar la mejor, desarrollando estructuras de datos en forma de árbol con tantas ramificaciones como alternativas se desprendan de cada tramo”²⁹.

²⁷ SALCEDO BALLESTEROS, Camilo, Op. cit., 39.

²⁸ CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (CIACUA). Desarrollo de Técnicas Computacionales Exhaustivas para el Diseño Optimizado de Redes de Drenaje Urbano. Bogotá : Informe 2 CIE-AGUA, 2012. P 2,18.

²⁹ Ibid., p. 19.

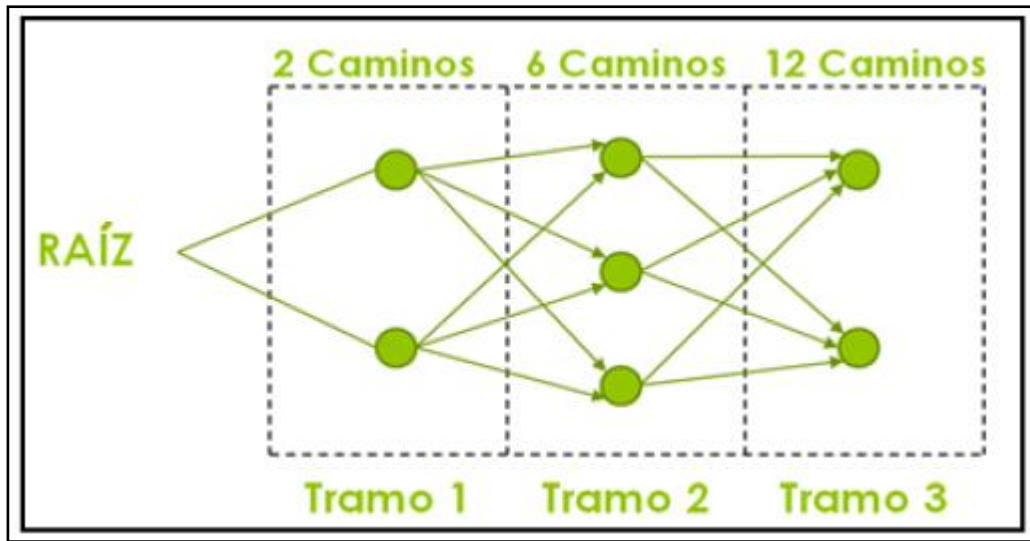


Figura 5. Grafo construido para evaluar las alternativas de una serie de 3 tramos. Tomado y Adaptado³⁰

3.2 PROYECTOS PARA EL ANÁLISIS Y COMPARACIÓN

Para el desarrollo de este trabajo de grado se analizaron dos proyectos de alcantarillado sanitario radicados en el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio denominados “EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO MOCARÍ DE LA CIUDAD DE MONTERÍA-DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA” y “CONSTRUCCIÓN PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, CABECERA MUNICIPAL DE VÉLEZ, DEPARTAMENTO DE SANTANDER”, los cuales se describirán a continuación:

3.2.1 Proyecto No 1 “Construcción extensión de redes de alcantarillado sanitario en el barrio Mocarí de la ciudad de Montería-Departamento de Córdoba”

3.2.1.1 Descripción General del Proyecto No 1

Para este proyecto se planteó la expansión de redes y reposición de tramos existentes mediante la construcción de doscientos cuarenta (240) pozos de inspección, Quince mil novecientos cincuenta (15.950) metros de colectores de alcantarillado sanitario y la construcción de una estación de bombeo de aguas residuales.

Como solución para la recolección, transporte y evacuación de las aguas residuales se propuso un sistema de colectores que recogen todas las aguas servidas de la parte urbanizada actual situada en la margen izquierda de la vía a Cereté que comprende los barrios: El Bosque, Villa Fátima,

³⁰ Ibid., p. 19.

Las Parcelas, 7 de Mayo, 20 de Julio y Mocarí (Viejo) para luego atravesar la vía y conectar el barrio Camilo Torres, situado en el norte de Mocarí. Profundizando algunos pozos de inspección, la topografía permite integrar al sistema propuesto de colectores un gran porcentaje de áreas de expansión, consiguiendo con esto que la vida útil del sistema tenga mayor alcance en el tiempo y cobertura.

En el sector suroriental del Barrio Mocarí con un diámetro de 200 mm a una profundidad de 1m y en el pozo de inspección PZ170 inicia el colector que atraviesa el barrio en sentido longitudinal hacia el occidente hasta el pozo de inspección PZ161, sigue su recorrido en sentido transversal hasta llegar al pozo de inspección PZ154, sector que corresponde al Barrio El Bosque. El colector continúa con el recorrido atravesando longitudinalmente el Barrio Villa Fátima hasta el pozo de inspección PZ57, al que se conecta otro colector que recibe las aguas residuales de los Barrios 7 de Mayo y Las Parcelas. Desde el pozo de inspección PZ54 hasta el pozo de inspección PZ109 se evacuan las aguas de los Barrios Mocarí “Viejo” y Camilo Torres. En este último pozo se interceptan las aguas residuales que vienen del Barrio 20 de Julio con las de los barrios antes mencionados hasta llegar a la estación de bombeo (Ver Planos en CD 1).

Cabe mencionar que las redes de alcantarillado sanitario en el Sector 9 del barrio Mocarí se construirán nuevas en su totalidad dado el mal estado de las tuberías existente y el mal funcionamiento hidráulico de las mismas.

En la estación de bombeo las aguas residuales son bombeadas a través de una línea de impulsión que recorre la vía que comunica al barrio Mocarí, esta línea tiene una longitud de 2.309 m hasta el sitio propuesto para el sistema de tratamiento - PTAR.

El material definido por los diseñadores para las tuberías de la red es PVC y el punto de entrega del sistema es la estación de bombeo de aguas residuales “Mocarí” planteada. Además cabe mencionar que este proyecto fue diseñado y calculado una hoja de Excel basada en la ecuación de Manning.

Para una mejor apreciación del proyecto véase el CD 1 anexo a este trabajo de grado correspondiente a este proyecto tal y como se radicó en el MVCT incluyendo memorias de cálculos y planos.



Figura 6. Planta general alcantarillado sanitario de Mocarí-Montería³¹.

³¹ [2] Extensión de colectores de alcantarillado sanitario barrio Mocarí-Sector 9 ANC. (2013), Montería, Colombia. Viviana Carolina Mejia. [Plano]. En : Proactiva SA. ESP. Construcción Extensión de redes de alcantarillado sanitario en el barrio Mocarí de la ciudad de Montería-Departamento de Córdoba. Montería, 2013.

A continuación en la **Tabla 1** se muestra un resumen de los principales datos del proyecto No 1:

Tabla 1. Datos resumen del proyecto No 1.

DEPARTAMENTO:	Córdoba
MUNICIPIO:	Montería
LOCALIDAD:	Mocarí
NOMBRE DEL PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO MOCARÍ DE LA CIUDAD DE MONTERÍA- DEPARTAMENTO DE CÓRDOBA.
VALOR DEL PROYECTO:	\$ 12,844,930,915.56
VALOR OBRA CIVIL Y SUMINISTROS:	\$ 12,006,481,202.02
PERIODO DE DISEÑO:	30 años
POBLACIÓN ACTUAL:	12,265 habitantes
POBLACIÓN PROYECTADA:	27,276 habitantes
POBLACIÓN BENEFICIADA ACTUAL:	12,265 habitantes
POBLACIÓN BENEFICIADA FUTURA:	27,276 habitantes
VIVIENDAS BENEFICIADAS ACTUAL:	2,453 viviendas
VIVIENDAS BENEFICIADAS FUTURA:	5,455 viviendas
COBERTURA SIN PROYECTO:	48.10%
COBERTURA CON PROYECTO:	52.00%
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	Se pretende construir doscientos cuarenta (240) cámaras de inspección, Quince mil novecientos cincuenta (15950) metros de colectores de alcantarillado sanitario. Con estas obras se favorecerán cerca de 2,453 familias de Estrato 1 de la ciudad de Montería.

3.2.2 Proyecto No 2 “Construcción del Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, cabecera municipal de Vélez, Departamento de Santander”

3.2.2.1 Descripción General del Proyecto No 2

Este proyecto consiste en la construcción de las redes de alcantarillado sanitario del municipio de Vélez en el departamento de Santander, mediante la construcción de pozos de inspección, acometidas domiciliarias y la instalación de tuberías en PVC con diámetros nominales de 200 mm, 250 mm, 315 mm, 355 mm, 400 mm, 450 mm y 500 mm que recolectan y transportan el agua servida hasta llegar a la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR). Cabe destacar que las redes de alcantarillado sanitario se van a construir nuevas en su totalidad por su mal estado y mal funcionamiento hidráulico.

El material definido por los diseñadores para las tuberías de la red es PVC y el punto de entrega del sistema es la PTAR de la cabecera urbana del municipio de Vélez. Además Cabe mencionar que este proyecto fue diseñado y calculado una hoja de Excel basada en la ecuación de Manning.

Para una mejor apreciación del proyecto véase el CD 2 anexo a este trabajo de grado correspondiente a este proyecto tal y como se radicó en el MVCT incluyendo memorias de cálculos y planos.

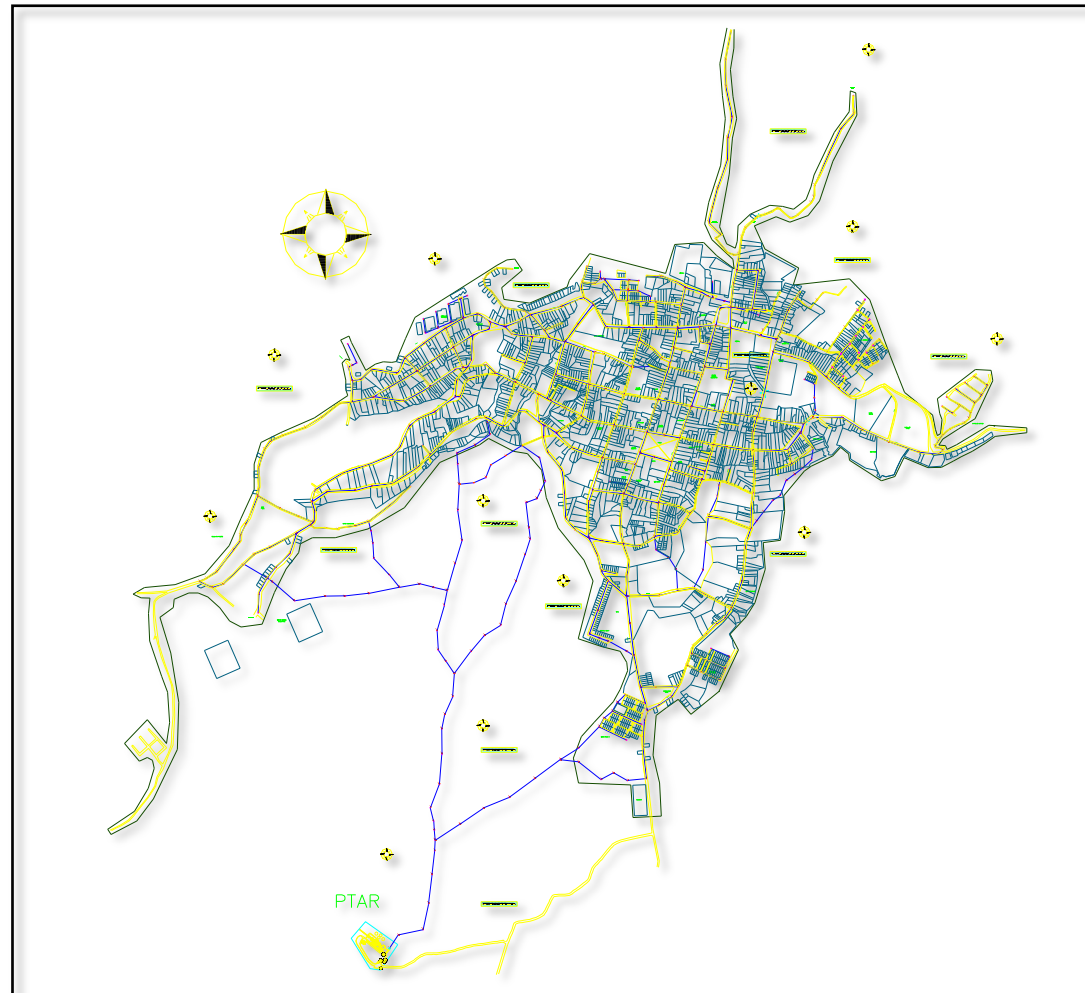


Figura 7. Planta general alcantarillado sanitario de Vélez-Santander.

A continuación en la **Tabla 2** se muestra un resumen de los principales datos del proyecto No 2:

Tabla 2. Datos resumen del proyecto No 2.

DEPARTAMENTO:	Santander
MUNICIPIO:	Vélez
LOCALIDAD:	Vélez
NOMBRE DEL PROYECTO:	CONSTRUCCIÓN PLAN MAESTRO DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO, CABECERA MUNICIPAL DE VÉLEZ.
VALOR DEL PROYECTO:	\$ 29,367,418,409.78
VALOR OBRA CIVIL Y SUMINISTROS:	\$ 28,791,586,676.25
VALOR TOTAL ALCANTARILLADO SANITARIO:	\$ 18,213,339,107.20
PERIODO DE DISEÑO:	30 años
POBLACIÓN ACTUAL:	10,720 habitantes
POBLACIÓN PROYECTADA:	13,750 habitantes
POBLACIÓN BENEFICIADA ACTUAL:	10,720 habitantes
POBLACIÓN BENEFICIADA FUTURA:	13,750 habitantes
VIVIENDAS BENEFICIADAS ACTUAL:	2,980 viviendas
VIVIENDAS BENEFICIADAS FUTURA:	3,438 viviendas
COBERTURA SIN PROYECTO:	95%
COBERTURA CON PROYECTO:	100%
BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:	Contempla la construcción total de las redes de alcantarillado sanitario y una estación de bombeo de aguas residuales de la cuenca 2 de la cabecera municipal.

3.3 COSTOS INVOLUCRADOS EN EL ANÁLISIS DE CADA PROYECTO

Las ecuaciones de costos utilizadas como funciones objetivo en el proceso de diseño optimizado de las redes de alcantarillado consideradas en este trabajo fueron las planteadas por Salcedo Ballesteros³² en su trabajo de grado, pero estas fueron ajustadas acorde con los precios particulares establecidos por los consultores para cada ítem considerado en el presupuesto de cada proyecto en el componente redes y teniendo en cuenta sus especificaciones técnicas; estos precios son particulares a cada zona del país y por tal motivo fue necesario realizar dicho ajuste. Los precios considerados incluyen la mano de obra y el IVA.

Al igual que Salcedo Ballesteros en su trabajo de grado, se tuvieron en cuenta los mismos ítems que se consideran relevantes en la cuantificación y selección de las alternativas de diseño. Estos ítems son: costos de la tubería, costos de excavación, costos de relleno, costos de entibado y los costos de las cámaras de inspección. Las ecuaciones de costo ajustadas para el análisis de cada proyecto se presentan a continuación:

3.3.1 Ecuaciones de costo para el proyecto No 1

3.3.1.1 Costos de la tubería

A continuación se presenta los costos de tuberías utilizados en el presupuesto del proyecto No 1 los cuales incluyen mano de obra para su instalación e IVA, estos costos se utilizaron para determinar una ecuación que los describiera.

Tabla 3. Precio por metro lineal de tuberías PVC empleadas en el proyecto No 1 incluyen mano de obra e IVA.

Diámetro nominal ["]	Diámetro nominal [mm]	Diámetro nominal [m]	Costo mano de obra [\$COP/m]	Costo suministro [\$COP/m]	Costo total [\$COP/m]
8	200	0.200	\$ 12,803.15	\$ 23,952.00	\$ 36,755.15
10	250	0.250	\$ 14,166.33	\$ 34,818.61	\$ 48,984.94
12	300	0.300	\$ 15,000.03	\$ 51,480.50	\$ 66,480.53
14	350	0.350	\$ 16,000.35	\$ 59,491.69	\$ 75,492.04
16	400	0.400	\$ 18,000.47	\$ 79,738.25	\$ 97,738.72
18	450	0.450	\$ 20,500.08	\$ 104,874.93	\$ 125,375.02
29	500	0.500	\$ 23,070.24	\$ 130,177.08	\$ 153,247.31

³² SALCEDO BALLESTERO, Camilo, Op. cit., 39.

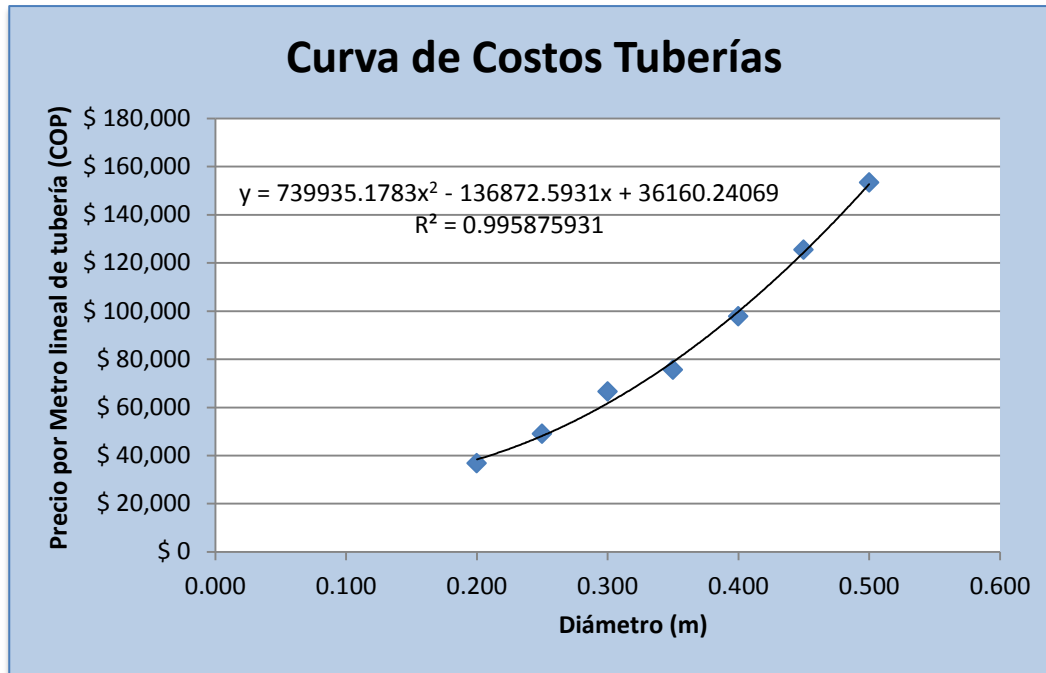


Gráfico 1. Curva de costos de tuberías para alcantarillado por metro lineal en [\$COP], proyecto No 1.

Se tiene entonces que la Ecuación 30 es la que describe el costo de las tuberías para el proyecto No 1.

$$C_{Tubería} = L * (739935.18d^2 - 136872.59d + 36160.24) \text{ Ecuación 30}$$

$$R^2 = 0.9958$$

donde:

$C_{Tubería}$: Costo total de un tramo de tubería [\$COP]

d: Diámetro nominal de la tubería [m]

L: Longitud del tramo de tubería [m]

3.3.1.2 Costos de excavación en sí

Se tiene entonces que la Ecuación 33 es la que describe el costo de la excavación en sí para el proyecto No 1.

$$V_{Exc} = \frac{(L * \sin\theta + d + 0,15) * L * \cos\theta * (0,40 + d)}{2} \text{ Ecuación 31}$$

$$H_m = \frac{H_{inic} + H_{fin}}{2} \text{ Ecuación 32}$$

$$C_{Excavación} = (22306 * a + 28998 * b) * (V_{Exc} + H_m * L * \cos\theta) \text{ Ecuación 33}$$

$$\text{Excavación Manual, } a = \begin{cases} 1 & \text{si } H_m \leq 1.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 34}$$

$$\text{Excavación a Manual, } b = \begin{cases} 1 & \text{si } H_m > 1.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 35}$$

donde:

$C_{\text{Excavación}}$: Costo total de excavación [\$/m³]
 H_{inic} : Profundidad del pozo inicial en un tramo [m]
 H_{fin} : profundidad del pozo final de un tramo [m]
 θ : Ángulo entre la tubería y la horizontal [rad]

3.3.1.3 Costos de relleno

Se tiene entonces que la Ecuación 36 es la que describe el costo del relleno para el proyecto No 1.

$$C_{\text{Relleno}} = 15050 * \left[(V_{\text{Exc}} + H_m * L * \cos\theta) * 0.30 - \frac{\pi}{4} d^2 * (L * \cos\theta) \right] + 35274 * [V_{\text{Exc}} + H_m * L * \cos\theta] * 0.70 \quad \text{Ecuación 36}$$

donde:

C_{Relleno} : Costo total de relleno [\$/COP]

3.3.1.4 Costos entibados

Se tiene entonces que la Ecuación 37 es la que describe el costo del entibado para el proyecto No 1.

$$C_{\text{Ent}} = (33270 * c * e + 65282 * d * e) * (L * \cos\theta * Z * 2) \quad \text{Ecuación 37}$$

$$Z = C_{\text{Terreno}} - C_{\text{Batea}} + 0,15 \quad \text{Ecuación 38}$$

$$\text{Madera; } c = \begin{cases} 1 & \text{si } Z \leq 3.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 39}$$

$$\text{Metálico; } d = \begin{cases} 1 & \text{si } Z > 3.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 40}$$

$$\text{Si o No Entibado; } e = \begin{cases} 1 & \text{si } Z \geq 1.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 41}$$

3.3.1.5 Costos cámaras de inspección

Se tiene entonces que la Ecuación 42 es la que describe el costo de las cámaras de inspección para el proyecto No 1.

$$C_{\text{Camara}} = 1759311 * f + 3651838 * g \quad \text{Ecuación 42}$$

$$f = \begin{cases} 1 & \text{si } H_{final} \leq 2.0m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 43}$$

$$g = \begin{cases} 1 & \text{si } H_{final} > 2.0m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 44}$$

donde:

C_{camara} : Costo total de la cámaras de inspección al final del tramo [\$COP]

H_{final} : Profundidad de excavación al final de la tubería [m]

3.3.2 Ecuaciones de costo para el proyecto No 2

3.3.2.1 Costos de la tubería

A continuación se presenta los costos de tuberías utilizados en el presupuesto del proyecto No 2 los cuales incluyen mano de obra para su instalación e IVA, estos costos se utilizaron para determinar una ecuación que los describiera.

Tabla 4. Precio por metro lineal de tuberías PVC empleadas en el proyecto No 2 incluyen mano de obra e IVA.

Diámetro nominal [“]	Diámetro nominal [mm]	Diámetro nominal [m]	Costo total [\$COP /m]
8	200	0.200	\$ 49,010.00
10	250	0.250	\$ 72,100.00
12	315	0.315	\$ 104,370.00
16	400	0.400	\$ 159,550.00
18	450	0.450	\$ 204,970.00
20	500	0.500	\$ 249,120.00
24	600	0.600	\$ 353,600.00
36	900	0.900	\$ 722,050.00
42	1050	1.050	\$ 1,126,580.00

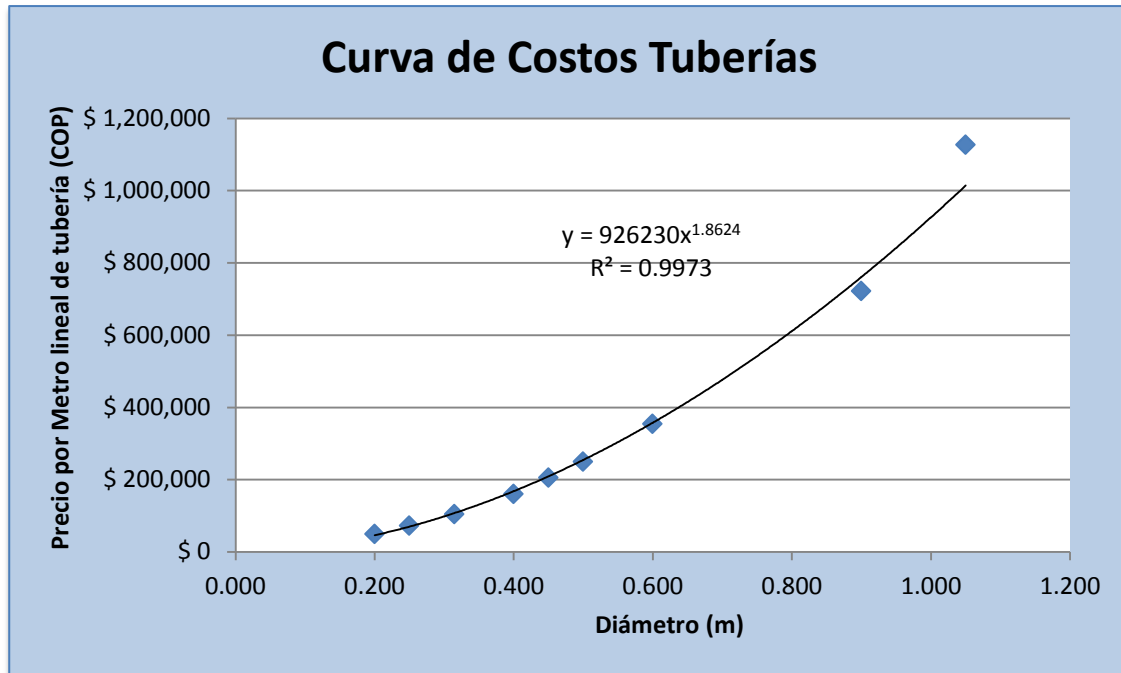


Gráfico 2. Curva de costos de tuberías para alcantarillado por metro lineal en [\$COP], proyecto No 2.

Se tiene entonces que la Ecuación 45 es la que describe el costo de las tuberías para el proyecto No 2.

$$C_{Tubería} = L * 926230 * d^{1.8624} \quad \text{Ecuación 45}$$

$$R^2 = 0.9973$$

donde:

$C_{Tubería}$: Costo total de un tramo de tubería [\$COP]

d: Diámetro nominal de la tubería [m]

L: Longitud del tramo de tubería [m]

3.3.2.2 Costos de excavación en sí

Se tiene entonces que la Ecuación 48 es la que describe el costo de la excavación en sí para el proyecto No 2.

$$V_{Exc} = \frac{(L * \sin\theta + d + 0.15) * L * \cos\theta * (0.40 + d)}{2} \quad \text{Ecuación 46}$$

$$H_m = \frac{H_{inic} + H_{fin}}{2} \quad \text{Ecuación 47}$$

$$C_{Excavación} = (24000 * a + 29550 * b) * (V_{Exc} + H_m * L * \cos\theta) \quad \text{Ecuación 48}$$

$$\text{Excavación Manual con Entibado, } a = \begin{cases} 1 & \text{si } H_m \leq 2.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 49}$$

$$\text{Excavación a Manual sin Entibado, } b = \begin{cases} 1 & \text{si } H_m > 2.50m \\ 0 & \text{d l c} \end{cases} \quad \text{Ecuación 50}$$

donde:

$C_{\text{Excavación}}$: Costo total de excavación [\\$COP]
 H_{inic} : Profundidad del pozo inicial en un tramo [m]
 H_{fin} : profundidad del pozo final de un tramo [m]
 θ : Ángulo entre la tubería y la horizontal [rad]

3.3.2.3 Costos de relleno

Se tiene entonces que la Ecuación 51 es la que describe el costo del relleno para el proyecto No 2.

$$C_{\text{Relleno}} = 20000 * \left[V_{\text{Exc}} + H_m * L * \cos\theta - \frac{\pi}{4} d^2 * (L * \cos\theta) \right] \quad \text{Ecuación 51}$$

donde:

C_{Relleno} : Costo total de relleno [\\$COP]

3.3.2.4 Costos entibados

El costo del entibado fue incluido por los consultores del proyecto No 2 en el valor de un m³ de excavación.

3.3.2.5 Costos cámaras de inspección

Los consultores del proyecto No 2 cuantificaron el valor de las cámaras de inspección por metro cuadrado (m²) en el interior de las mismas, estableciendo un valor de 133,640 \\$COP/m². Teniendo en cuenta lo anterior se determinó cuantos metros cuadrados (m²) tiene una cámara de inspección para diferentes profundidades y así se pudo determinar una ecuación en función de la profundidad para describir el valor de las mismas.

Tabla 5. Precio de cámaras de inspección en función de la profundidad de la misma, proyecto No 2.

Profundidad [m]	Área interior de la cámara [m ²]	Valor total cámara [\$COP/m]
0.0	0.000	\$ 0.00
0.5	1.885	\$ 251,905.47
1.0	3.770	\$ 503,810.93
1.5	5.655	\$ 755,716.40
2.0	7.540	\$ 1,007,621.86
2.5	9.425	\$ 1,259,527.33
3.0	11.310	\$ 1,511,432.79
3.5	13.195	\$ 1,763,338.26
4.0	15.080	\$ 2,015,243.72
4.5	16.965	\$ 2,267,149.19
5.0	18.850	\$ 2,519,054.65
5.5	20.735	\$ 2,770,960.12
6.0	22.619	\$ 3,022,865.58

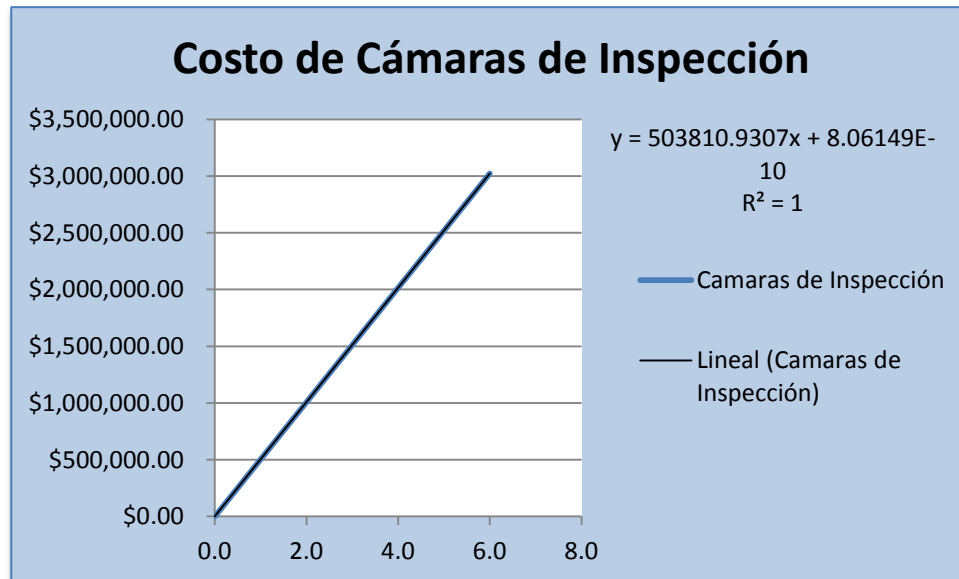


Gráfico 3. Curva de costos de cámaras de inspección en función de la profundidad en [\$COP], proyecto No 2.

Se tiene entonces que la Ecuación 52 es la que describe el costo de las cámaras de inspección para el proyecto No 2.

$$C_{Camara} = 503810,93H_{final} + 8,06149x10^{-10} \quad \text{Ecuación 52}$$

donde:

C_{camara} : Costo total de la cámaras de inspección al final del tramo [COP]

H_{final} : Profundidad de excavación al final de la tubería [m]

4 DATOS Y ANÁLISIS DE DATOS

En este capítulo se presentan los datos originales del diseño de cada uno de los proyectos puestos a consideración en este trabajo de grado como: topografía, topología de la red, caudales de diseño por tramo punto de entrega, pendientes, cotas de terreno y cotas de batea; así como también se presentan los datos de entrada organizados para realizar el diseño optimizado de cada uno de estos mediante el programa CEI-AGUA del CIACUA y los resultados obtenidos.

4.1 DATOS DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO No 1

Los costos totales asociados con el diseño original del proyecto No 1 para los ítems tenidos en cuenta para construir las ecuaciones de costo se muestra en la **Tabla 6**.

Tabla 6. Costos totales para la red de alcantarillado del diseño original del proyecto No 1.

Ítem	Costos proyecto No 1 diseño original
Costos tuberías [\$COP]	\$ 699,532,482.42
Costos excavación en sí [\$COP]	\$ 912,649,494.40
Costos rellenos [\$COP]	\$ 1,053,305,458.15
Costos entibado [\$COP]	\$ 1,046,984,569.97
Costos cámaras [\$COP]	\$ 579,314,389.05
Costo total [\$COP]	\$ 4,291,786,393.98

Para efectos de trabajar mejor respecto al tratamiento de los IDs alfa-numéricos originales de las cámaras (p.e. 100A), estos fueron transformados a un equivalente numérico consecutivo a fin de evitar problemas con la identificación de los mismos por el programa CIE-AGUA al momento de ejecutar los cálculos.

A continuación en la **Tabla 7** y **Tabla 8** se presentan los datos extraídos de las memorias de cálculo del proyecto No 2, los cuales comprenden datos de entrada, resultados obtenidos por los consultores en la elaboración del diseño original y el equivalente numérico de los IDs de las cámaras de inspección y tramos para los cálculos realizados con el programa CIE-AGUA.

La **Tabla 7** muestra la identificación de las cámaras de inspección utilizada tanto en el diseño original como en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1, presentando los siguientes datos:

- Columna 1: ID cámaras de inspección en el diseño original [-].
- Columna 2: ID cámaras de inspección para CIE-AGUA [-].
- Columna 3: Cota de terreno en la cámara de inspección [msnm].
- Columna 4: Coordenada Este de la cámara de inspección [m].
- Columna 5: Coordenada Norte de la Cámara de inspección [m].

Tabla 7. Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 1.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
1	1	15.63	1134165.50	1465287.06
2	2	15.43	1134213.45	1465252.54
3	3	15.17	1134284.13	1465211.53
4	4	14.95	1134390.40	1465189.79
5	5	15.00	1134507.86	1465148.84
6	6	14.95	1134451.78	1465165.51
8	7	15.00	1134400.78	1465213.57
181	8	15.02	1134500.18	1465158.67
7	9	15.00	1134443.60	1465187.14
9	10	15.10	1134399.80	1465242.17
10	11	15.28	1134410.67	1465280.22
11	12	15.06	1134772.94	1465147.98
12	13	15.09	1134723.94	1465140.01
13	14	15.01	1134655.15	1465147.09
14	15	15.10	1134633.42	1465166.41
15	16	15.22	1134594.80	1465189.18
16	17	15.23	1134527.19	1465218.15
17	18	15.00	1134583.25	1465140.81
18	19	15.32	1134476.61	1465243.56
19	20	15.40	1134170.96	1465304.40
183	21	15.30	1134215.32	1465299.88
182	22	15.300	1134210.37	1465341.69
20	23	15.17	1134267.33	1465294.55
21	24	15.47	1134342.95	1465290.10
22	25	15.06	1134418.09	1465305.91
30	26	13.8	1134395.78	1465469.15
28	27	13.94	1134398.65	1465392.91
29	28	15.00	1134401.33	1465307.47
23	29	14.90	1134440.74	1465302.45
24	30	13.79	1134440.77	1465385.72
31	31	13.80	1134438.85	1465470.97
32	32	13.58	1134494.67	1465384.30
32A	33	14.10	1134496.38	1465283.42
33	34	14.07	1134494.70	1465483.31
34	35	14.20	1134210.39	1465554.93
35	36	14.16	1134221.36	1465473.92

Tabla 7. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 1.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota (msnm)	Position X	Position Y
36	37	14.64	1134226.76	1465408.23
37	38	14.08	1134262.88	1465480.35
38	39	14.23	1134271.33	1465411.08
39	40	14.04	1134252.88	1465561.12
40	41	13.91	1134305.88	1465485.29
26	42	14.50	1134351.34	1465373.89
25	43	14.75	1134352.99	1465315.4
41	44	14.69	1134304.85	1465312.93
42	45	14.02	1134306.86	1465409.16
43	46	14.10	1134294.89	1465563.59
44	47	13.96	1134349.03	1465491.23
45	48	14.06	1134338.39	1465567.54
46	49	13.89	1134390.4	1465496.65
47	50	14.00	1134381.48	1465576.48
48	51	13.82	1134489.76	1465509.5
48A	52	13.79	1134481.86	1465587.35
49	53	13.96	1134539.34	1465490.42
184	54	14.90	1134750.52	1465192.33
185	55	14.80	1134726.49	1465201.01
185A	56	14.80	1134731.22	1465230.17
186	57	14.60	1134658.98	1465223.54
186A	58	14.70	1134641.65	1465349.76
186B	59	14.50	1134645.45	1465292.7
186C	60	14.30	1134654.68	1465286.44
186D	61	14.60	1134658.36	1465343.48
186E	62	14.55	1134662.56	1465324.19
186F	63	14.50	1134663.91	1465293.07
187	64	14.40	1134607.84	1465242.2
187A	65	14.45	1134602.23	1465327.28
50	66	14.60	1134548.01	1465263.93
51	67	14.01	1134544.76	1465336.5
52	68	13.44	1134542.6	1465385.65
54	69	13.75	1134528.11	1465580.47
55	70	14.12	1134580.44	1465495.86
56	71	14.12	1134595.76	1465498.33
57	72	13.76	1134623.78	1465502.78

Tabla 7. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 1.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota (msnm)	Position X	Position Y
170	73	14.00	1135294.88	1465423.81
171	74	14.27	1135216.2	1465385.97
173	75	14.07	1135232.96	1465350.52
172	76	13.82	1135308.13	1465385.3
169	77	14.03	1135249.95	1465311.89
174	78	13.82	1135319.31	1465345.03
175	79	13.81	1135269.3	1465275.28
176	80	13.95	1135127	1465205.34
177	81	13.88	1135174.83	1465229.27
178	82	13.70	1135335.14	1465306.94
180	83	13.78	1135288.8	1465235.4
179	84	13.70	1135341.02	1465247.6
160	85	13.93	1135208.12	1465212.65
159	86	13.95	1135122.68	1465202.02
158	87	14.25	1135035.09	1465204.47
157	88	14.67	1134968.21	1465214.28
156	89	14.56	1134975.48	1465226.91
165	90	14.60	1135055.61	1465264.75
155	91	15.12	1134988.81	1465277.29
167	92	14.20	1135037.81	1465209.35
168	93	14.12	1135073.45	1465226.48
166	94	14.05	1135158.57	1465267.01
164	95	14.41	1135139.62	1465304.56
163	96	14.91	1135122.22	1465342.08
162	97	15.05	1135038.46	1465302.57
154	98	15.00	1135013.04	1465368.08
153	99	14.60	1134973.38	1465380.96
148	100	14.18	1134898.41	1465408.17
141A	101	14.18	1134792.3	1465446.97
152	102	14.32	1134983	1465409.38
151	103	14.16	1134907.42	1465436.87
150	104	13.91	1134801.01	1465471.32
149	105	13.82	1134820.67	1465533.58
141	106	13.94	1134789.97	1465440.87
156A	107	15.05	1134791.62	1465155.43
156B	108	15.10	1134864.97	1465197.09

Tabla 7. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 1.

<i>ID Proyecto</i>	<i>ID CIE-AGUA</i>	<i>Cota (msnm)</i>	<i>Position X</i>	<i>Position Y</i>
156C	109	15.06	1134932.69	1465234.83
188	110	15.07	1134929.56	1465259.37
189	111	15.07	1134913.01	1465253.79
190	112	15.07	1134850.47	1465224.67
142	113	15.07	1134789.41	1465196.06
143	114	14.05	1134784.24	1465297.87
144	115	13.60	1134782.1	1465331.76
145	116	13.70	1134779.57	1465363.97
146	117	13.76	1134780.27	1465396.53
147	118	13.80	1134783.13	1465422.75
135	119	13.71	1134722.29	1465453.86
136	120	14.27	1134742.28	1465246.53
137	121	14.00	1134738.81	1465295.07
138	122	13.70	1134736.66	1465327.59
139	123	13.50	1134734.05	1465351.69
140	124	13.88	1134730.45	1465393.44
115	125	13.74	1134711.22	1465513.62
130	126	14.53	1134846.48	1465791.67
131	127	14.39	1134852.53	1465740.6
132	128	14.10	1134863.23	1465653.85
129	129	14.15	1134821.28	1465647.08
133	130	13.92	1134831.09	1465570.81
127	131	14.60	1134799.15	1465803.72
128	132	14.50	1134809.68	1465734.15
126	133	14.34	1134777.84	1465641.96
124	134	14.82	1134755.03	1465815.01
125	135	14.55	1134765.51	1465728.72
134	136	13.80	1134794.16	1465524.97
123	137	13.99	1134752.31	1465519.34
120	138	14.58	1134710.76	1465810.58
121	139	14.45	1134723.61	1465723.44
122	140	14.21	1134736.69	1465636.72
116	141	14.13	1134661.69	1465861.32
117	142	14.45	1134669.93	1465803.02
118	143	14.29	1134682.28	1465717.05
119	144	14.03	1134695.02	1465631

Tabla 7. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 1.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota (msnm)	Position X	Position Y
110	145	13.89	1134666	1465507.8
110B	146	13.89	1134678.15	1465347.26
110C	147	13.85	1134675.76	1465390.66
110D	148	13.71	1134671.77	1465451.22
111	149	14.76	1134618	1465873.88
112	150	14.46	1134626.73	1465797.95
113	151	14.25	1134638.89	1465712.04
114	152	14.02	1134650.83	1465625.38
106	153	13.99	1134608.36	1465619.19
107	154	15.03	1134570.8	1465891.8
108	155	14.39	1134584.63	1465792.52
109	156	14.23	1134596.74	1465706.17
102	157	13.71	1134565.01	1465613.56
105	158	13.75	1134579.6	1465523.33
101	159	13.95	1134553.92	1465700.4
99	160	14.09	1134542.13	1465785.18
1001	161	14.58	1134525.92	1465900.69
97	162	14.78	1134499.3	1465779.76
103	163	13.77	1134526.42	1465607.22
104	164	14.02	1134511.17	1465693.09
58	165	14.80	1134055.18	1465711.33
58A	166	14.50	1134067.08	1465661.87
58B	167	14.32	1134089.52	1465635.01
59	168	14.32	1134111.54	1465639.01
59A	169	14.24	1134116.8	1465601.44
60	170	14.61	1134097.84	1465729.6
61	171	14.27	1134154.31	1465645.65
63	172	14.64	1134166.9	1465560.07
62	173	14.64	1134138.79	1465748.24
64	174	14.28	1134195.53	1465650.67
67	175	14.20	1134207.71	1465564.49
65	176	15.00	1134180.8	1465767.93
66	177	14.63	1134184.94	1465738.06
68	178	14.02	1134237.86	1465656.16
71	179	14.04	1134250.44	1465571.15
69	180	14.60	1134222.26	1465788.51

Tabla 7. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 1.

<i>ID Proyecto</i>	<i>ID CIE-AGUA</i>	<i>Cota (msnm)</i>	<i>Position X</i>	<i>Position Y</i>
70	181	14.30	1134226.79	1465744.47
72	182	13.97	1134281.77	1465662.79
75	183	14.09	1134293.15	1465578.2
73	184	14.57	1134260.54	1465804.99
74	185	14.23	1134269.61	1465749.82
76	186	13.94	1134324.72	1465667.57
79	187	14.06	1134336.9	1465584.52
77	188	14.38	1134301.92	1465825.41
78	189	14.10	1134312.96	1465754.57
80	190	14.00	1134369.02	1465673.84
83	191	14.00	1134380.01	1465589.7
81	192	14.75	1134342.91	1465845.79
82	193	14.11	1134356.08	1465760.84
84	194	13.96	1134409.66	1465680.5
85	195	13.96	1134420.43	1465598.37
88	196	13.75	1134512.61	1465608.7
89	197	13.91	1134499.41	1465692.11
90	198	13.85	1134492.74	1465747.42
87	199	13.79	1134452.21	1465684.87
86	200	13.79	1134464.12	1465603.8
91	201	13.90	1134446.18	1465750.55
92	202	14.02	1134397.67	1465766.99
92A	203	14.35	1134380.29	1465864.35
93	204	14.01	1134415.64	1465769.27
94	205	14.35	1134398.71	1465873.05
95	206	13.95	1134456.44	1465775.22
96	207	14.29	1134439.96	1465894.98
98	208	14.20	1134482.26	1465898.83
P.E.(4)	209	14.20	1134478.54	1465926.85

Teniendo en cuenta la información anteriormente presentada en la **Tabla 7** se generaron esquemas que describen la topografía y el drenaje natural de la zona del proyecto utilizando el programa Surfer 10®. Esto se puede observar en la **Figura 8**, **Figura 9** y **Figura 10**.

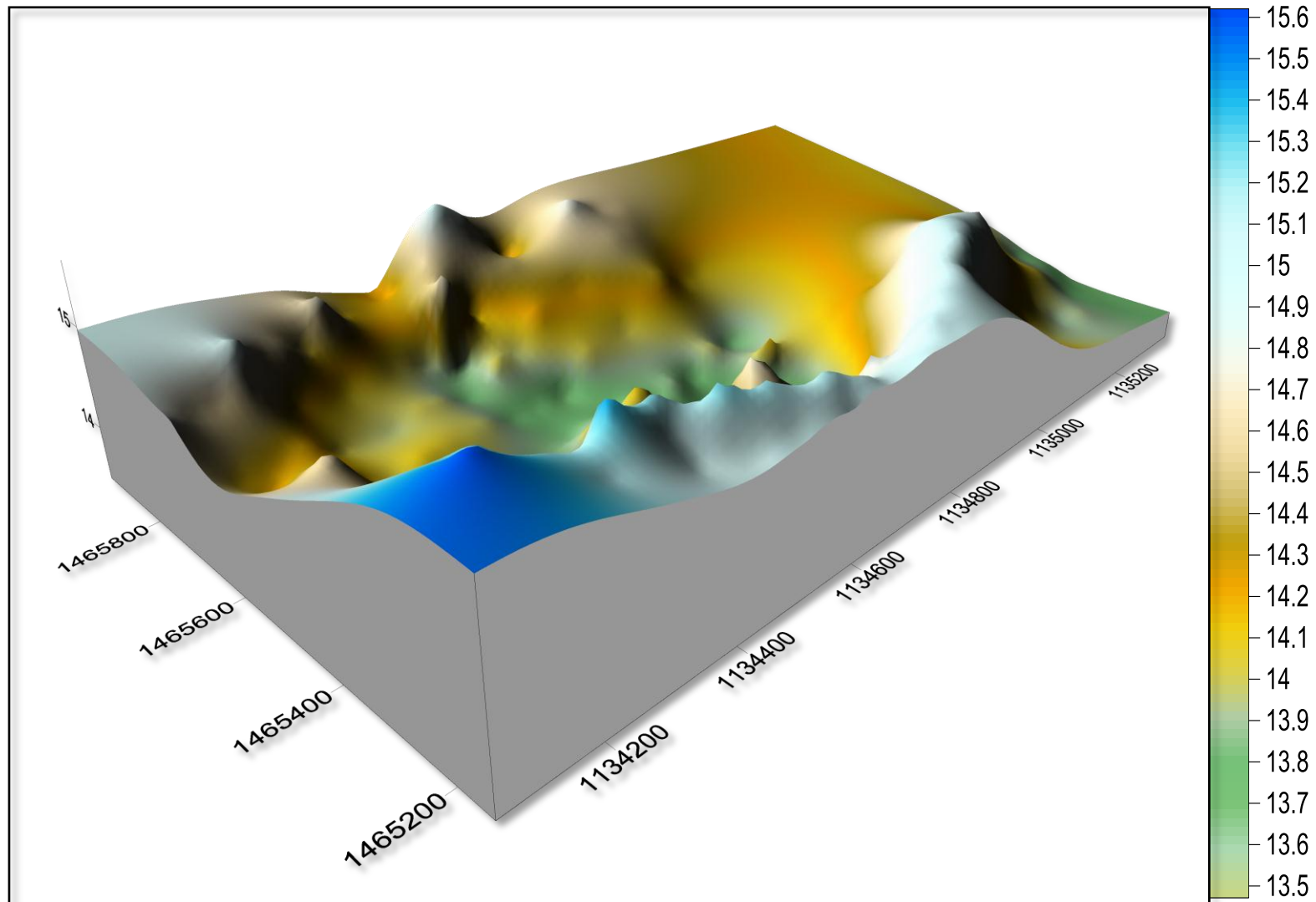


Figura 8. Superficie topográfica del proyecto No 1.

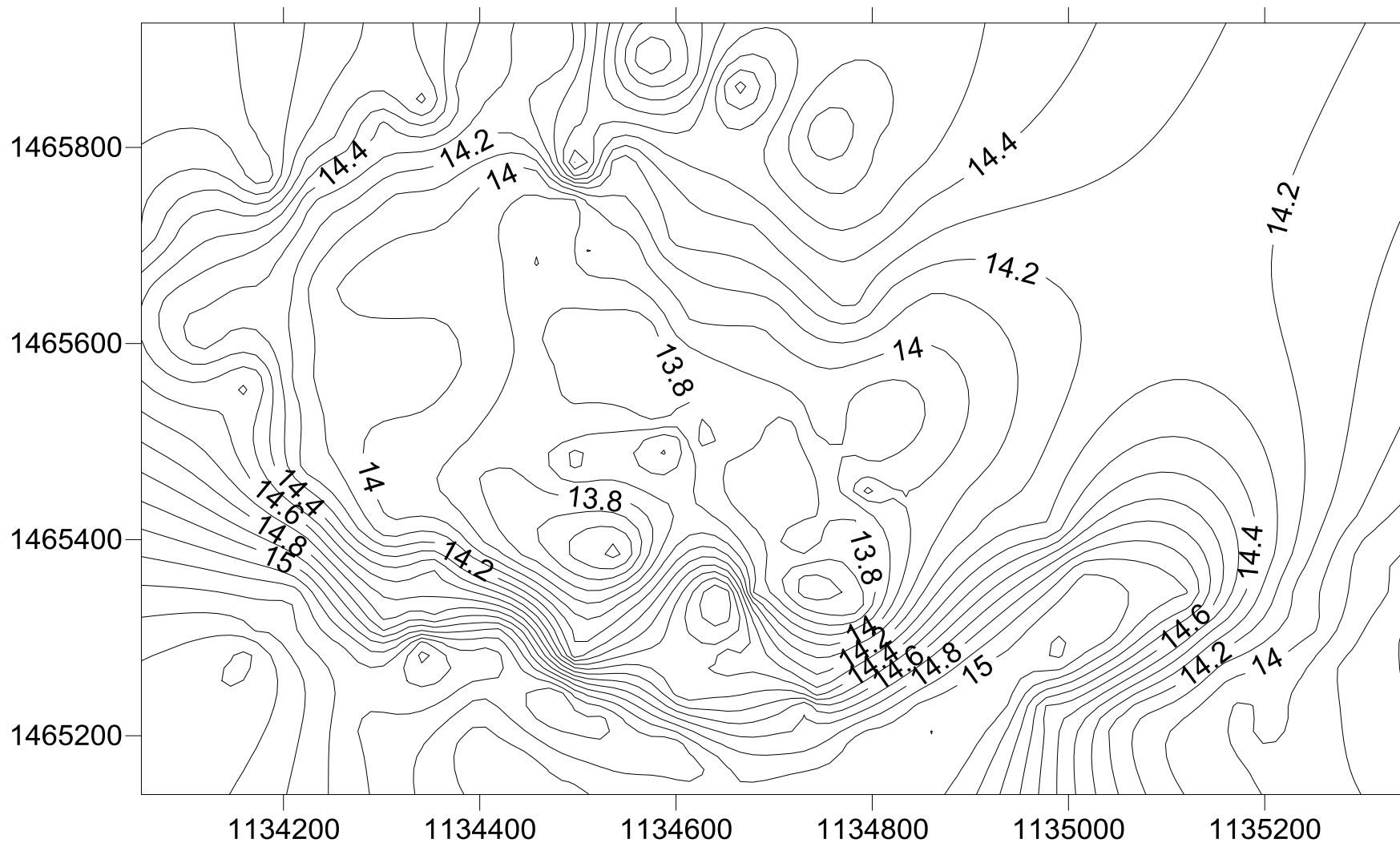


Figura 9. Curvas de nivel del área del proyecto No 1.

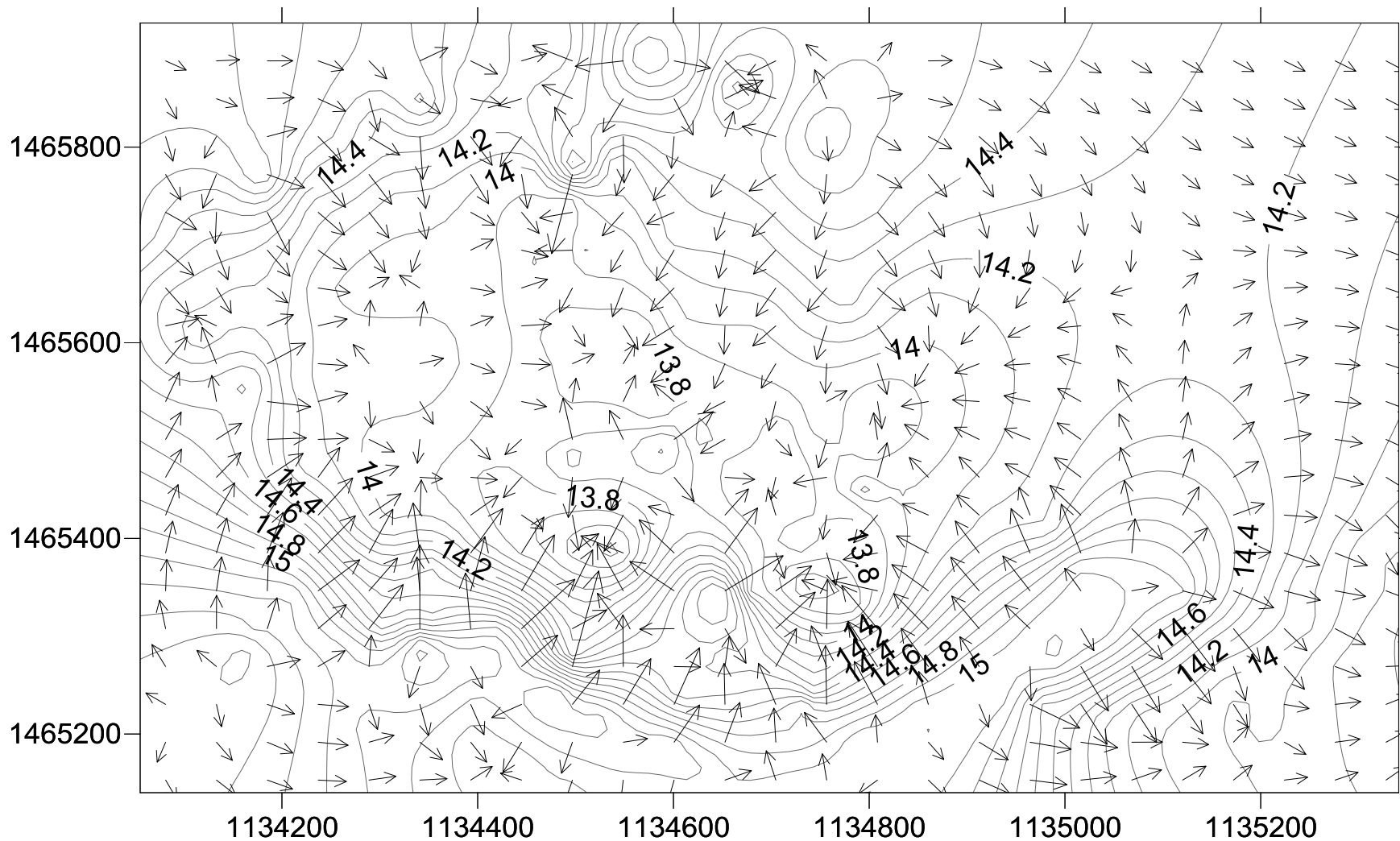


Figura 10. Drenaje natural del área del proyecto No 1.

La **Tabla 8** muestra los resultados del diseño original de cada tramo en el proyecto No 1, presentando los siguientes datos:

Columna 1: Indicador si un tramo es un arranque o inicio [SI/NO].

Columna 2: Cámara de inspección inicial de un tramo en el diseño original [ID].

Columna 3: Cámara de inspección final de un tramo en el diseño original [ID].

Columna 4: Cámara de inspección inicial de un tramo equivalente para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 5: Cámara de inspección final de un tramo equivalente para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 6: Caudal de diseño de cada tramo [L/s].

Columna 7: Longitud de cada tramo [m].

Columna 8: Pendiente de instalación de la tubería [%].

Columna 9: Diámetro nominal de la tubería [mm].

Columna 10: Diámetro interno real de la tubería [mm].

Columna 11: Cota de batea inicial para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].

Columna 12: Cota de batea final para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].

Columna 13: Cota de terreno inicial en el tramo [msnm].

Columna 14: Cota de terreno final en el tramo [msnm].

Columna 15: Material de la tubería a instalar en el tramo [-].

Tabla 8. Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
SI	1	2	1	2	11.31	59.12	0.25	250	227	14.63	14.48	15.63	15.43	PVC
NO	2	3	2	3	11.59	81.72	0.30	250	227	14.48	14.24	15.43	15.17	PVC
NO	3	4	3	4	12.03	108.47	0.30	250	227	14.24	13.91	15.17	14.95	PVC
SI	5	6	5	6	1.50	59.00	0.57	200	182	14.02	13.68	15.02	14.95	PVC
NO	6	4	6	4	1.50	67.00	0.57	200	182	13.68	13.30	14.95	15.00	PVC
NO	4	8	4	7	19.42	25.95	0.25	315	284	13.30	13.24	14.95	15.00	PVC
SI	181	7	8	9	1.50	61.50	0.57	200	182	14.00	13.65	15.00	15.00	PVC
NO	7	8	9	7	1.50	50.32	0.57	200	182	13.65	13.36	15.00	15.00	PVC
NO	8	9	7	10	19.52	28.61	0.27	315	284	13.24	13.16	15.00	15.10	PVC
NO	9	10	10	11	19.54	39.57	0.27	315	284	13.16	13.05	15.10	15.28	PVC
SI	11	12	12	13	1.50	49.63	0.57	200	182	14.16	13.88	15.06	15.09	PVC
NO	12	13	13	14	1.50	69.15	0.57	200	182	13.88	13.48	15.09	15.01	PVC
NO	13	14	14	15	1.50	29.09	0.57	200	182	13.48	13.32	15.01	15.10	PVC
NO	14	15	15	16	1.50	44.83	0.57	200	182	13.32	13.06	15.10	15.22	PVC
NO	15	16	16	17	1.50	73.55	0.57	200	182	13.06	12.64	15.22	15.23	PVC
SI	13	17	14	18	1.50	69.64	0.57	200	182	14.01	13.61	15.01	15.00	PVC
NO	17	5	18	5	1.50	75.70	0.57	200	182	13.61	13.18	15.00	15.00	PVC
NO	5	16	5	17	1.50	68.33	0.57	200	182	13.18	12.79	15.00	15.23	PVC
NO	16	18	17	19	2.18	56.60	0.50	200	182	12.64	12.36	15.23	15.32	PVC
NO	18	10	19	11	2.35	75.45	0.47	200	182	12.36	12.00	15.32	15.28	PVC
SI	182	183	22	21	1.50	40.00	0.57	200	182	14.30	14.07	15.30	15.30	PVC
SI	19	183	20	21	1.50	45.00	0.57	200	182	14.40	14.14	15.40	15.30	PVC
NO	183	20	21	23	1.50	54.00	0.57	200	182	14.07	13.76	15.30	15.17	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	20	21	23	24	1.50	75.76	0.57	200	182	13.76	13.33	15.17	15.47	PVC
NO	21	10	24	11	1.50	68.44	0.57	200	182	13.33	12.94	15.47	15.28	PVC
NO	10	22	11	25	22.06	26.74	0.23	315	284	12.00	11.94	15.28	15.06	PVC
SI	30	28	26	27	1.50	76.14	0.57	200	182	12.80	12.37	13.80	13.94	PVC
NO	28	29	27	28	1.50	82.08	0.57	200	182	12.37	11.90	13.94	15.00	PVC
NO	29	22	28	25	1.50	17.40	0.57	200	182	11.90	11.80	15.00	15.06	PVC
NO	22	23	25	29	22.60	27.23	0.22	315	284	11.80	11.74	15.06	14.90	PVC
NO	23	24	29	30	22.88	83.00	0.22	315	284	11.74	11.56	14.90	13.79	PVC
SI	31	24	31	30	1.50	88.00	0.57	200	182	12.80	12.30	13.80	13.79	PVC
NO	24	32	30	32	23.13	53.00	0.22	315	284	11.56	11.44	13.79	13.58	PVC
SI	32A	32	33	32	1.50	102.00	0.57	200	182	13.10	12.52	14.10	13.58	PVC
NO	32	33	32	34	23.52	98.30	0.22	315	284	11.44	11.22	13.58	14.07	PVC
SI	34	35	35	36	1.50	81.77	0.57	200	182	13.20	12.73	14.20	14.16	PVC
SI	36	35	37	36	1.50	65.95	0.57	200	182	13.64	13.26	14.64	14.16	PVC
NO	35	37	36	38	1.50	42.01	0.57	200	182	12.73	12.49	14.16	14.08	PVC
SI	38	37	39	38	1.50	70.44	0.57	200	182	13.23	12.83	14.23	14.08	PVC
SI	39	37	40	38	1.50	81.41	0.57	200	182	13.04	12.58	14.04	14.08	PVC
NO	37	40	38	41	1.50	43.29	0.55	200	182	12.58	12.34	14.08	13.91	PVC
SI	26	25	42	43	1.50	59.00	0.57	200	182	13.60	13.26	14.50	14.75	PVC
NO	25	41	43	44	1.50	50.00	0.57	200	182	13.26	12.98	14.75	14.69	PVC
NO	41	42	44	45	1.50	96.44	0.57	200	182	12.98	12.43	14.69	14.02	PVC
NO	42	40	45	41	1.50	76.11	0.57	200	182	12.43	12.00	14.02	13.91	PVC
SI	43	40	46	41	1.50	79.08	0.57	200	182	13.10	12.65	14.10	13.91	PVC
NO	40	44	41	47	2.84	43.41	0.41	200	182	12.00	11.82	13.91	13.96	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
SI	45	44	48	47	1.50	77.03	0.57	200	182	13.06	12.62	14.06	13.96	PVC
NO	44	46	47	49	3.54	41.87	0.35	200	182	11.82	11.67	13.96	13.89	PVC
SI	47	46	50	49	1.50	80.31	0.57	200	182	13.00	12.54	14.00	13.89	PVC
NO	46	48	49	51	4.81	100.18	0.30	200	182	11.67	11.37	13.89	13.82	PVC
SI	48A	48	52	51	1.50	78.24	0.57	200	182	12.79	12.34	13.79	13.82	PVC
NO	48	33	51	34	5.17	26.65	0.30	200	182	11.37	11.29	13.82	14.07	PVC
NO	33	49	34	53	27.53	45.27	0.18	355	327	11.22	11.14	14.07	13.96	PVC
SI	184	185	54	55	1.50	31.30	0.57	200	182	13.90	13.72	14.90	14.80	PVC
SI	185A	185	56	55	1.50	31.60	0.57	200	182	13.70	13.52	14.70	14.80	PVC
NO	185	186	55	57	1.50	72.00	0.57	200	182	13.52	13.11	14.80	14.60	PVC
SI	186A	186B	58	59	1.50	56.00	0.57	200	182	13.70	13.38	14.70	14.50	PVC
NO	186B	186C	59	60	1.50	12.30	0.57	200	182	13.38	13.31	14.50	14.30	PVC
SI	186D	186E	61	62	1.50	20.30	0.57	200	182	13.60	13.48	14.60	14.55	PVC
NO	186E	186F	62	63	1.50	35.20	0.57	200	182	13.48	13.28	14.55	14.50	PVC
NO	186F	186C	63	60	1.50	11.50	0.57	200	182	13.28	13.22	14.50	14.30	PVC
NO	186C	186	60	57	1.56	61.60	0.55	200	182	13.22	12.88	14.30	14.60	PVC
NO	186	187	57	64	2.47	55.00	0.47	200	182	12.88	12.62	14.60	14.40	PVC
SI	187A	187	65	64	1.50	89.00	0.57	200	182	13.45	12.94	14.45	14.40	PVC
NO	187	50	64	66	3.21	66.20	0.38	200	182	12.62	12.37	14.40	14.60	PVC
NO	50	51	66	67	3.49	85.87	0.35	200	182	12.37	12.07	14.60	14.01	PVC
NO	51	52	67	68	3.77	63.18	0.33	200	182	12.07	11.86	14.01	13.44	PVC
NO	52	49	68	53	4.10	92.36	0.32	200	182	11.86	11.56	13.44	13.96	PVC
SI	54	49	69	53	1.50	90.78	0.57	200	182	12.75	12.23	13.75	13.96	PVC
NO	49	55	53	70	31.11	35.10	0.18	355	327	11.14	11.08	13.96	14.12	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	55	56	70	71	31.11	15.52	0.18	355	327	11.08	11.05	14.12	14.12	PVC
NO	56	57	71	72	31.11	31.52	0.18	355	327	11.05	10.99	14.12	13.76	PVC
SI	170	171	73	74	1.50	91.61	0.57	200	182	13.00	12.48	14.00	14.27	PVC
NO	171	173	74	75	1.50	40.30	0.57	200	182	12.48	12.25	14.27	14.07	PVC
SI	172	173	76	75	1.50	87.40	0.57	200	182	12.82	12.32	13.82	14.07	PVC
NO	173	169	75	77	1.50	42.30	0.57	200	182	12.25	12.01	14.07	14.03	PVC
SI	174	169	78	77	1.50	75.01	0.57	200	182	12.82	12.39	13.82	14.03	PVC
NO	169	175	77	79	1.50	41.90	0.57	200	182	12.01	11.77	14.03	13.81	PVC
SI	176	177	80	81	1.50	58.14	0.57	200	182	12.95	12.62	13.95	13.88	PVC
NO	177	175	81	79	1.50	105.36	0.57	200	182	12.62	12.02	13.88	13.81	PVC
SI	178	175	82	79	1.50	66.25	0.57	200	182	12.70	12.32	13.70	13.81	PVC
NO	175	180	79	83	2.86	44.20	0.40	200	182	11.77	11.59	13.81	13.78	PVC
SI	179	180	84	83	1.50	58.75	0.57	200	182	12.70	12.37	13.70	13.78	PVC
NO	180	160	83	85	3.18	92.70	0.28	200	182	11.59	11.33	13.78	13.93	PVC
NO	160	159	85	86	3.18	81.35	0.28	200	182	11.33	11.10	13.93	13.95	PVC
NO	159	158	86	87	3.24	95.47	0.28	200	182	11.10	10.84	13.95	14.25	PVC
NO	158	157	87	88	3.68	60.50	0.26	200	182	10.84	10.68	14.25	14.67	PVC
NO	157	156	88	89	45.75	14.00	0.13	400	362	10.68	10.66	14.67	14.56	PVC
SI	169	166	77	94	1.50	103.00	0.57	200	182	13.03	12.44	14.03	14.05	PVC
SI	167	168	92	93	1.50	40.00	0.57	200	182	13.20	12.97	14.20	14.12	PVC
NO	168	166	93	94	1.50	94.10	0.57	200	182	12.97	12.44	14.12	14.05	PVC
NO	166	164	94	95	1.50	42.50	0.57	200	182	12.44	12.19	14.05	14.41	PVC
SI	164	165	95	90	1.50	95.10	0.57	200	182	13.41	12.87	14.41	14.60	PVC
NO	165	156	90	89	1.50	89.71	0.57	200	182	12.87	12.36	14.60	14.56	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	156	155	89	91	46.59	55.00	0.13	400	362	10.66	10.59	14.56	15.12	PVC
NO	164	163	95	96	1.50	36.60	0.55	200	182	12.19	11.99	14.41	14.91	PVC
NO	163	162	96	97	1.56	93.50	0.53	200	182	11.99	11.50	14.91	15.05	PVC
NO	162	155	97	91	1.71	55.00	0.50	200	182	11.50	11.22	15.05	15.12	PVC
NO	155	154	91	98	47.74	91.70	0.10	400	362	10.59	10.50	15.12	15.00	PVC
NO	154	153	98	99	47.74	45.70	0.10	400	362	10.50	10.45	15.00	14.60	PVC
NO	153	148	99	100	47.94	90.82	0.10	400	362	10.45	10.36	14.60	14.18	PVC
SI	152	151	102	103	1.50	82.00	0.57	200	182	13.32	12.85	14.32	14.16	PVC
NO	151	150	103	104	1.50	111.00	0.57	200	182	12.85	12.22	14.16	13.91	PVC
SI	149	150	105	104	1.50	57.00	0.57	200	182	12.82	12.50	13.82	13.91	PVC
NO	150	141A	104	101	1.50	25.80	0.57	200	182	12.22	12.07	13.91	14.18	PVC
NO	148	141A	100	101	48.12	101.13	0.10	400	362	10.36	10.26	14.18	14.18	PVC
NO	141A	141	101	106	48.73	6.50	0.10	400	362	10.26	10.25	14.18	14.18	PVC
SI	156A	156B	107	108	1.50	83.00	0.57	200	182	14.05	13.58	15.05	15.10	PVC
NO	156B	156C	108	109	1.50	80.20	0.57	200	182	13.58	13.12	15.10	15.06	PVC
NO	156C	188	109	110	1.50	28.15	0.57	200	182	13.12	12.96	15.06	15.07	PVC
NO	188	189	110	111	1.50	17.00	0.57	200	182	12.96	12.86	15.07	15.07	PVC
NO	189	190	111	112	1.50	76.20	0.57	200	182	12.86	12.43	15.07	15.07	PVC
NO	190	142	112	113	1.50	59.00	0.57	200	182	12.43	12.09	15.07	15.07	PVC
NO	142	143	113	114	1.50	102.80	0.57	200	182	12.09	11.51	15.07	14.05	PVC
NO	143	144	114	115	1.50	33.00	0.57	200	182	11.51	11.32	14.05	13.60	PVC
NO	144	145	115	116	1.50	32.50	0.57	200	182	11.32	11.13	13.60	13.70	PVC
NO	145	146	116	117	1.50	33.10	0.55	200	182	11.13	10.95	13.70	13.76	PVC
NO	146	147	117	118	1.56	26.50	0.55	200	182	10.95	10.80	13.76	13.80	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	147	141	118	106	1.56	21.00	0.55	200	182	10.80	10.69	13.80	13.94	PVC
NO	141	135	106	119	49.89	70.00	0.10	400	362	10.25	10.18	13.94	13.71	PVC
SI	136	137	120	121	1.50	47.50	0.57	200	182	13.27	13.00	14.27	14.00	PVC
NO	137	138	121	122	1.50	32.90	0.57	200	182	13.00	12.81	14.00	13.70	PVC
NO	138	139	122	123	1.50	24.00	0.57	200	182	12.81	12.67	13.70	13.50	PVC
NO	139	140	123	124	1.50	42.70	0.57	200	182	12.67	12.43	13.50	13.88	PVC
NO	140	135	124	119	1.50	62.00	0.57	200	182	12.43	12.08	13.88	13.71	PVC
NO	135	115	119	125	50.63	61.00	0.10	450	407	10.18	10.12	13.71	13.74	PVC
SI	130	131	126	127	1.50	51.22	0.57	200	182	13.53	13.24	14.53	14.39	PVC
NO	131	132	127	128	1.50	87.66	0.57	200	182	13.24	12.74	14.39	14.10	PVC
NO	132	129	128	129	1.50	42.49	0.57	200	182	12.74	12.50	14.10	14.15	PVC
SI	127	128	131	132	1.50	70.39	0.57	200	182	13.60	13.20	14.60	14.50	PVC
NO	128	129	132	129	1.50	87.85	0.57	200	182	13.20	12.70	14.50	14.15	PVC
SI	133	129	130	129	1.50	76.93	0.57	200	182	12.92	12.48	13.92	14.15	PVC
NO	129	126	129	133	2.15	44.00	0.50	200	182	12.48	12.26	14.15	14.34	PVC
SI	124	125	134	135	1.50	80.81	0.57	200	182	13.82	13.36	14.82	14.55	PVC
NO	125	126	135	133	1.50	89.00	0.57	200	182	13.36	12.85	14.55	14.34	PVC
NO	126	134	133	136	4.15	115.00	0.32	200	182	12.26	11.89	14.34	13.80	PVC
NO	134	123	136	137	4.15	43.95	0.32	200	182	11.89	11.75	13.80	13.99	PVC
SI	120	121	138	139	1.50	87.85	0.57	200	182	13.58	13.08	14.58	14.45	PVC
NO	121	122	139	140	1.50	88.98	0.57	200	182	13.08	12.57	14.45	14.21	PVC
NO	122	123	140	137	2.30	114.33	0.47	200	182	12.57	12.03	14.21	13.99	PVC
NO	123	115	137	125	6.21	43.20	0.28	200	182	11.75	11.63	13.99	13.74	PVC
SI	116	117	141	142	1.50	56.00	0.57	200	182	13.13	12.81	14.13	14.45	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	117	118	142	143	1.50	89.94	0.57	200	182	12.81	12.30	14.45	14.29	PVC
NO	118	119	143	144	1.56	87.17	0.55	200	182	12.30	11.82	14.29	14.03	PVC
NO	119	115	144	125	2.38	114.44	0.47	200	182	11.82	11.28	14.03	13.74	PVC
NO	115	110	125	145	56.57	44.12	0.10	450	407	10.12	10.08	13.74	13.89	PVC
SI	110B	110C	146	147	1.50	43.00	0.57	200	182	12.89	12.64	13.89	13.85	PVC
NO	110C	110D	147	148	1.50	61.00	0.57	200	182	12.64	12.30	13.85	13.71	PVC
NO	110D	110	148	145	1.50	60.00	0.57	200	182	12.30	11.96	13.71	13.89	PVC
SI	111	112	149	150	1.50	72.40	0.57	200	182	13.76	13.35	14.76	14.46	PVC
NO	112	113	150	151	1.50	88.06	0.57	200	182	13.35	12.85	14.46	14.25	PVC
NO	113	114	151	152	1.74	88.40	0.50	200	182	12.85	12.40	14.25	14.02	PVC
NO	114	110	152	145	2.55	115.71	0.43	200	182	12.40	11.91	14.02	13.89	PVC
NO	110	57	145	72	58.45	45.18	0.10	450	407	10.08	10.03	13.89	13.76	PVC
NO	57	106	72	153	83.30	116.02	0.10	500	452	10.03	9.92	13.76	13.99	PVC
SI	107	108	154	155	1.50	100.30	0.57	200	182	14.03	13.46	15.03	14.39	PVC
NO	108	109	155	156	1.50	88.11	0.57	200	182	13.46	12.96	14.39	14.23	PVC
NO	109	106	156	153	1.89	88.61	0.50	200	182	12.96	12.51	14.23	13.99	PVC
NO	106	102	153	157	84.46	44.07	0.09	500	452	9.92	9.88	13.99	13.71	PVC
SI	105	102	158	157	1.50	89.30	0.57	200	182	12.75	12.24	13.75	13.71	PVC
NO	102	101	157	159	84.83	88.79	0.09	500	452	9.88	9.80	13.71	13.95	PVC
NO	101	99	159	160	85.20	87.15	0.09	500	452	9.80	9.72	13.95	14.09	PVC
SI	1001	99	161	160	1.50	113.40	0.57	200	182	13.58	12.93	14.58	14.09	PVC
NO	99	97	160	162	85.86	43.39	0.09	500	452	9.72	9.68	14.09	14.78	PVC
SI	103	104	163	164	1.50	87.28	0.57	200	182	12.77	12.27	13.77	14.02	PVC
NO	104	97	164	162	1.50	85.38	0.57	200	182	12.27	11.79	14.02	14.78	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
SI	58	58A	165	166	1.50	50.90	0.57	200	182	13.80	13.51	14.80	14.50	PVC
NO	58A	58B	166	167	1.50	35.00	0.57	200	182	13.51	13.31	14.50	14.32	PVC
NO	58B	59	167	168	1.50	22.37	0.57	200	182	13.31	13.18	14.32	14.32	PVC
SI	59A	59	169	168	1.50	41.84	0.57	200	182	13.24	13.00	14.24	14.32	PVC
SI	60	59	170	168	1.50	91.62	0.57	200	182	13.61	13.09	14.61	14.32	PVC
NO	59	61	168	171	1.50	43.29	0.57	200	182	13.09	12.84	14.32	14.27	PVC
SI	62	61	173	171	1.50	103.76	0.57	200	182	13.64	13.05	14.64	14.27	PVC
SI	63	61	172	171	1.50	86.51	0.57	200	182	13.64	13.15	14.64	14.27	PVC
NO	61	64	171	174	2.70	41.52	0.40	200	182	12.84	12.67	14.27	14.28	PVC
SI	65	66	176	177	1.50	30.16	0.57	200	182	14.00	13.83	15.00	14.63	PVC
NO	66	64	177	174	1.50	88.03	0.57	200	182	13.83	13.33	14.63	14.28	PVC
SI	67	64	175	174	1.50	87.07	0.57	200	182	13.20	12.70	14.20	14.28	PVC
NO	64	68	174	178	4.04	42.69	0.35	200	182	12.67	12.53	14.28	14.02	PVC
SI	69	70	180	181	1.50	44.02	0.57	200	182	13.60	13.35	14.60	14.30	PVC
NO	70	68	181	178	1.50	89.25	0.57	200	182	13.35	12.84	14.30	14.02	PVC
SI	71	68	179	178	1.50	85.96	0.57	200	182	13.04	12.55	14.04	14.02	PVC
NO	68	72	178	182	5.44	44.41	0.30	200	182	12.53	12.39	14.02	13.97	PVC
SI	73	74	184	185	1.50	55.95	0.57	200	182	13.57	13.25	14.57	14.23	PVC
NO	74	72	185	182	1.50	87.84	0.57	200	182	13.25	12.75	14.23	13.97	PVC
SI	75	72	183	182	1.50	85.41	0.57	200	182	13.09	12.60	14.09	13.97	PVC
NO	72	76	182	186	6.88	43.22	0.27	200	182	12.39	12.28	13.97	13.94	PVC
SI	77	78	188	189	1.50	71.70	0.57	200	182	13.38	12.97	14.38	14.10	PVC
NO	78	76	189	186	1.50	87.79	0.57	200	182	12.97	12.47	14.10	13.94	PVC
SI	79	76	187	186	1.50	83.96	0.57	200	182	13.06	12.58	14.06	13.94	PVC

Tabla 8. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 1.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	76	80	186	190	8.36	44.74	0.25	200	182	12.28	12.16	13.94	14.00	PVC
SI	81	82	192	193	1.50	85.97	0.57	200	182	13.75	13.26	14.75	14.11	PVC
NO	82	80	193	190	1.50	87.95	0.57	200	182	13.26	12.76	14.11	14.00	PVC
SI	83	80	191	190	1.50	84.97	0.57	200	182	13.00	12.52	14.00	14.00	PVC
NO	80	84	190	194	9.90	44.19	0.23	200	182	12.16	12.06	14.00	13.96	PVC
SI	88	89	196	197	1.50	84.49	0.57	200	182	12.75	12.27	13.75	13.91	PVC
SI	90	89	198	197	1.50	55.80	0.57	200	182	12.85	12.53	13.85	13.91	PVC
NO	89	87	197	199	1.50	45.54	0.57	200	182	12.27	12.01	13.91	13.79	PVC
SI	86	87	200	199	1.50	84.58	0.57	200	182	12.79	12.31	13.79	13.79	PVC
SI	91	87	201	199	1.50	65.51	0.57	200	182	12.90	12.53	13.90	13.79	PVC
NO	87	84	199	194	1.71	44.07	0.53	200	182	12.01	11.78	13.79	13.96	PVC
SI	85	84	195	194	1.50	83.72	0.57	200	182	12.96	12.48	13.96	13.96	PVC
NO	84	92	194	202	12.30	89.57	0.21	200	182	11.78	11.59	13.96	14.02	PVC
SI	92A	92	203	202	1.50	97.21	0.57	200	182	13.35	12.80	14.35	14.02	PVC
NO	92	93	202	204	12.68	15.91	0.21	200	182	11.59	11.55	14.02	14.01	PVC
SI	94	93	205	204	1.50	105.23	0.57	200	182	13.35	12.75	14.35	14.01	PVC
NO	93	95	204	206	13.12	44.07	0.21	250	227	11.55	11.46	14.01	13.95	PVC
SI	96	95	207	206	1.50	117.13	0.57	200	182	13.29	12.62	14.29	13.95	PVC
NO	95	97	206	162	13.85	45.21	0.21	250	227	11.46	11.37	13.95	14.78	PVC
NO	97	98	162	208	96.30	124.00	0.10	500	452	9.68	9.56	14.78	14.20	PVC
NO	98	P.E.(4)	208	209	96.30	30.00	0.10	500	452	9.56	9.53	14.2	14.2	PVC

4.2 DATOS DEL DISEÑO ORIGINAL DEL PROYECTO No 2

Los costos totales asociados al diseño original del proyecto No 2 para los ítems tenidos en cuenta para construir las ecuaciones de costo se muestra en la **Tabla 9**.

Tabla 9. Costos totales para la red de alcantarillado del diseño original del proyecto No 2.

Ítem	Costos proyecto No 2 diseño original
Costos tuberías [\$COP]	\$ 2,052,342,885.20
Costos excavación en sí y entibado [\$COP]	\$ 3,768,506,994.62
Costos rellenos [\$COP]	\$ 1,525,057,176.00
Costos cámaras [\$COP]	\$ 423,454,376.80
Costo total [\$COP]	\$ 7,769,361,432.62

Para efectos de trabajar mejor respecto al tratamiento de los IDs alfa-numéricos originales de las cámaras (p.e. 100A), estos fueron transformados a un equivalente numérico consecutivo a fin de evitar problemas con la identificación de los mismos por el programa CIE-AGUA al momento de ejecutar los cálculos. Esto no fue necesario hacerlo para el proyecto No 2, dado que desde el diseño original la numeración de las cámaras coincidió totalmente con la numeración requerida para correr el programa CIE-AGUA.

A continuación en la **Tabla 10** y **Tabla 11** se presentan los datos extraídos de las memorias de cálculo del proyecto No 2, los cuales comprenden datos de entrada, resultados obtenidos por los consultores en la elaboración del diseño original y el equivalente numérico de los IDs de las cámaras de inspección y tramos para los cálculos realizados con el programa CIE-AGUA.

La **Tabla 10** muestra la identificación de las cámaras de inspección utilizada tanto en el diseño original como en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2, presentando los siguientes datos:

Columna 1: ID cámaras de inspección en el diseño original [-].

Columna 2: ID cámaras de inspección para CIE-AGUA [-].

Columna 3: Cota de terreno en la cámara de inspección [msnm].

Columna 4: Coordenada Este de la cámara de inspección [m].

Columna 5: Coordenada Norte de la Cámara de inspección [m].

Tabla 10. Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
1	1	2188.25	1078194.04	1175392.80
2	2	2178.20	1078181.03	1175337.23
3	3	2167.55	1078168.39	1175266.64
4	4	2160.00	1078157.10	1175205.76
5	5	2157.75	1078146.01	1175159.99
6	6	2157.50	1078142.52	1175147.11
7	7	2150.25	1078109.60	1175044.19
8	8	2147.35	1078098.78	1175019.64
9	9	2139.90	1078074.08	1174942.29
10	10	2133.40	1078051.80	1174879.36
11	11	2130.15	1078038.41	1174843.30
12	12	2124.05	1078015.10	1174780.38
13	13	2118.79	1078000.39	1174752.16
14	14	2108.25	1077990.02	1174678.23
15	15	2097.10	1077991.87	1174624.97
16	16	2086.50	1077998.55	1174598.15
17	17	2078.10	1078017.20	1174545.49
18	18	2071.20	1078010.98	1174499.41
19	19	2057.60	1078009.85	1174434.62
20	20	2048.19	1078020.63	1174348.23
21	21	2038.72	1078032.99	1174249.28
22	22	2027.65	1078053.16	1174152.15
23	23	2020.05	1078075.19	1174077.85
24	24	2016.85	1078065.40	1174045.73
25	25	2006.75	1078060.57	1173965.22
26	26	1998.90	1078071.55	1173867.44
27	27	1991.50	1078012.31	1173861.99
28	28	1990.85	1077969.04	1173885.52
29	29	1981.25	1077929.83	1173865.12
30	30	1976.50	1077860.10	1173920.12
31	31	1971.10	1077803.52	1173926.67
32	32	1965.40	1077723.16	1173867.64
33	33	1955.45	1077644.39	1173809.37
34	34	1945.90	1077563.95	1173775.97
35	35	1929.75	1077490.34	1173725.87
36	36	1914.40	1077413.74	1173676.13

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
37	37	1909.85	1077412.14	1173642.62
38	38	1901.00	1077403.84	1173569.41
39	39	1898.25	1077393.57	1173478.69
40	40	1896.00	1077376.52	1173398.22
41	41	1890.30	1077299.04	1173382.28
42	42	2199.05	1078277.06	1175412.23
43	43	2189.75	1078278.21	1175360.59
44	44	2190.15	1078260.00	1175367.56
45	45	2188.50	1078240.33	1175380.61
46	46	2187.05	1078316.65	1175351.30
47	47	2170.50	1078236.33	1175271.30
48	48	2168.35	1078238.67	1175224.66
49	49	2164.86	1078213.14	1175192.15
50	50	2161.85	1078187.08	1175135.04
51	51	2156.60	1078158.51	1175034.76
52	52	2143.70	1078126.22	1174933.83
53	53	2134.45	1078094.13	1174867.37
54	54	2123.85	1078056.32	1174734.43
55	55	2090.85	1078048.17	1174589.69
56	56	2058.20	1078109.60	1174436.45
57	57	2030.95	1078098.66	1174152.56
58	58	2180.15	1078300.94	1175330.55
59	59	2172.95	1078288.05	1175275.80
60	60	2169.26	1078271.47	1175216.67
61	61	2166.05	1078252.86	1175145.88
62	62	2165.40	1078245.67	1175122.16
63	63	2161.82	1078227.34	1175068.97
64	64	2156.75	1078211.56	1175022.64
65	65	2144.24	1078176.61	1174925.95
66	66	2141.20	1078150.61	1174851.38
67	67	2133.46	1078142.46	1174827.33
68	68	2128.25	1078125.77	1174778.96
69	69	2121.85	1078109.41	1174724.24
70	70	2108.80	1078101.85	1174659.27
71	71	2142.80	1078234.56	1174913.89
72	72	2135.90	1078230.84	1174888.34

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
73	73	2130.00	1078240.41	1174858.73
74	74	2132.20	1078204.26	1174838.12
75	75	2130.50	1078193.67	1174811.48
76	76	2117.80	1078177.61	1174711.90
77	77	2340.26	1078335.00	1176189.89
78	78	2317.05	1078317.65	1176099.92
79	79	2306.72	1078318.99	1176018.10
80	80	2296.45	1078338.50	1175922.13
81	81	2287.54	1078324.92	1175857.27
82	82	2281.08	1078323.91	1175789.90
83	83	2278.50	1078292.61	1175700.99
84	84	2269.88	1078277.54	1175640.96
85	85	2260.92	1078266.24	1175595.04
86	86	2248.46	1078304.57	1175557.50
87	87	2244.30	1078287.09	1175545.68
88	88	2224.10	1078323.72	1175502.05
89	89	2218.81	1078345.63	1175493.98
90	90	2217.05	1078360.74	1175496.55
91	91	2209.50	1078353.51	1175446.16
92	92	2199.25	1078342.79	1175403.08
93	93	2186.40	1078336.57	1175346.47
94	94	2183.85	1078334.97	1175331.86
95	95	2174.95	1078334.12	1175266.33
96	96	2172.75	1078331.56	1175207.53
97	97	2169.80	1078327.22	1175137.73
98	98	2168.90	1078320.40	1175109.51
99	99	2168.15	1078340.11	1175103.71
100	100	2163.80	1078325.81	1175056.58
101	101	2157.65	1078309.48	1175006.53
102	102	2152.20	1078302.52	1174975.02
103	103	2146.10	1078292.43	1174945.87
104	104	2138.25	1078280.95	1174903.70
105	105	2129.90	1078270.34	1174875.47
106	106	2126.30	1078262.80	1174852.46
107	107	2124.15	1078253.56	1174822.89
108	108	2122.80	1078243.72	1174795.59

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
109	109	2113.95	1078226.44	1174752.21
110	110	2108.90	1078223.13	1174707.48
111	111	2107.65	1078208.88	1174692.30
112	112	2102.15	1078168.97	1174631.67
113	113	2095.95	1078096.09	1174620.04
114	114	2088.20	1078102.29	1174577.65
115	115	2077.90	1078141.52	1174554.42
116	116	2070.80	1078164.56	1174517.52
117	117	2059.45	1078168.80	1174450.51
118	118	2325.10	1078715.81	1175989.35
119	119	2311.02	1078718.24	1175934.15
120	120	2304.16	1078675.96	1175885.19
121	121	2297.70	1078640.42	1175810.79
122	122	2286.95	1078594.95	1175709.76
123	123	2278.10	1078593.16	1175673.24
124	124	2273.92	1078583.57	1175655.70
125	125	2261.10	1078542.41	1175618.07
126	126	2254.57	1078520.00	1175609.03
127	127	2243.79	1078485.89	1175638.06
128	128	2241.77	1078476.95	1175638.55
129	129	2234.41	1078441.64	1175620.67
130	130	2233.75	1078413.90	1175611.40
131	131	2230.05	1078379.97	1175577.75
132	132	2226.35	1078368.93	1175549.32
133	133	2205.95	1078420.41	1175446.21
134	134	2197.75	1078410.90	1175378.78
135	135	2188.65	1078402.23	1175326.29
136	136	2186.60	1078353.31	1175330.34
137	137	2189.85	1078446.56	1175322.30
138	138	2186.20	1078421.02	1175308.19
139	139	2197.65	1078486.25	1175379.60
140	140	2194.95	1078469.04	1175346.96
141	141	2188.65	1078461.37	1175306.58
142	142	2184.00	1078453.84	1175282.90
143	143	2179.95	1078434.20	1175260.62
144	144	2175.85	1078427.71	1175243.66

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
145	145	2157.80	1078350.13	1175000.47
146	146	2152.65	1078356.14	1174964.75
147	147	2138.50	1078320.49	1174897.38
148	148	2117.95	1078275.54	1174797.05
149	149	2126.35	1078329.95	1174829.03
150	150	2117.15	1078320.24	1174787.49
151	151	2115.10	1078300.04	1174791.66
152	152	2111.10	1078297.63	1174777.01
153	153	2103.05	1078292.23	1174744.14
154	154	2089.75	1078265.02	1174683.76
155	155	2082.25	1078255.65	1174598.88
156	156	2073.15	1078247.16	1174514.60
157	157	2065.85	1078219.09	1174458.94
158	158	2120.80	1078364.04	1174769.58
159	159	2099.95	1078328.71	1174670.01
160	160	2067.10	1078250.63	1174442.91
161	161	2214.85	1078550.66	1175378.42
162	162	2220.50	1078621.33	1175377.01
163	163	2218.15	1078601.82	1175353.58
164	164	2210.15	1078580.71	1175327.18
165	165	2205.70	1078559.23	1175342.96
166	166	2199.45	1078538.50	1175359.14
167	167	2193.60	1078511.43	1175321.52
168	168	2180.15	1078488.51	1175255.17
169	169	2176.10	1078477.45	1175232.36
170	170	2170.75	1078465.99	1175191.75
171	171	2161.70	1078451.44	1175124.54
172	172	2157.30	1078436.53	1175056.29
173	173	2156.85	1078416.51	1174990.99
174	174	2150.20	1078401.77	1174944.48
175	175	2141.95	1078404.93	1174886.52
176	176	2133.60	1078406.48	1174810.29
177	177	2128.00	1078402.59	1174753.82
178	178	2123.70	1078398.46	1174722.65
179	179	2112.15	1078396.02	1174643.91
180	180	2104.50	1078377.79	1174580.73

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
181	181	2089.95	1078368.62	1174479.36
182	182	2075.90	1078336.48	1174398.64
183	183	2070.15	1078315.60	1174363.83
184	184	2064.20	1078288.78	1174346.52
185	185	2055.35	1078257.67	1174314.51
186	186	2046.40	1078216.27	1174277.62
187	187	2043.95	1078212.30	1174255.20
188	188	2042.90	1078197.61	1174218.83
189	189	2032.25	1078170.80	1174152.62
190	190	2029.80	1078149.52	1174121.04
191	191	2024.15	1078109.91	1174095.19
192	192	2231.29	1078752.03	1175355.88
193	193	2221.65	1078728.78	1175322.44
194	194	2210.15	1078688.94	1175268.60
195	195	2202.55	1078673.42	1175247.62
196	196	2195.10	1078652.49	1175218.58
197	197	2186.45	1078633.92	1175193.25
198	198	2184.90	1078581.13	1175217.26
199	199	2181.75	1078539.15	1175240.95
200	200	2179.60	1078516.95	1175246.60
201	201	2216.00	1078765.87	1175293.65
202	202	2210.50	1078746.45	1175270.64
203	203	2203.44	1078723.06	1175242.98
204	204	2197.33	1078704.74	1175217.80
205	205	2188.76	1078677.32	1175187.66
206	206	2177.24	1078650.40	1175145.78
207	207	2170.80	1078631.57	1175114.36
208	208	2169.95	1078578.82	1175160.99
209	209	2169.25	1078520.42	1175178.38
210	210	2213.85	1078772.82	1175235.32
211	211	2202.70	1078732.43	1175190.86
212	212	2194.65	1078690.28	1175168.18
213	213	2181.52	1078684.26	1175117.03
214	214	2224.75	1078818.26	1175202.28
215	215	2223.60	1078797.15	1175231.69
216	216	2218.88	1078777.15	1175212.96

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
217	217	2213.81	1078756.85	1175191.18
218	218	2206.74	1078731.41	1175169.09
219	219	2201.05	1078713.89	1175146.88
220	220	2222.15	1078792.80	1175182.89
221	221	2220.10	1078792.86	1175165.32
222	222	2216.00	1078777.36	1175155.22
223	223	2210.00	1078756.43	1175141.74
224	224	2181.90	1078692.57	1175109.86
225	225	2176.15	1078706.82	1175051.72
226	226	2174.10	1078669.24	1175079.62
227	227	2167.80	1078585.77	1175142.45
228	228	2163.90	1078602.89	1175115.67
229	229	2162.10	1078595.41	1175093.56
230	230	2162.05	1078573.41	1175129.81
231	231	2161.65	1078563.26	1175107.89
232	232	2148.80	1078594.59	1175049.62
233	233	2141.15	1078597.82	1175010.45
234	234	2152.25	1078476.64	1174979.85
235	235	2142.75	1078459.00	1174884.90
236	236	2139.87	1078510.69	1174889.58
237	237	2135.80	1078478.29	1174828.27
238	238	2134.95	1078524.45	1174844.72
239	239	2200.25	1078992.35	1175024.42
240	240	2196.75	1079024.37	1175003.05
241	241	2192.50	1079047.69	1175026.68
242	242	2202.25	1079005.90	1175053.67
243	243	2200.35	1079033.22	1175079.05
244	244	2197.05	1079063.10	1175097.94
245	245	2196.00	1079090.58	1175118.06
246	246	2185.80	1079133.78	1175089.48
247	247	2184.30	1079115.35	1175058.62
248	248	2185.50	1079094.53	1175035.51
249	249	2184.90	1079080.96	1175005.19
250	250	2184.25	1079076.25	1174986.04
251	251	2183.50	1079059.54	1174971.72
252	252	2183.35	1079015.63	1174953.62

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
253	253	2181.85	1078993.72	1174935.82
254	254	2173.90	1078970.06	1174898.96
255	255	2166.05	1078995.94	1174889.96
256	256	2164.20	1078981.09	1174875.25
257	257	2161.10	1078918.02	1174881.89
258	258	2152.25	1078824.46	1174914.48
259	259	2146.40	1078741.48	1174951.97
260	260	2145.30	1078681.30	1174989.81
261	261	2138.00	1078589.46	1174989.13
262	262	2137.45	1078561.46	1174969.97
263	263	2137.85	1078551.93	1174943.46
264	264	2130.15	1078591.40	1174894.03
265	265	2128.35	1078585.27	1174857.84
266	266	2126.70	1078557.83	1174832.21
267	267	2124.10	1078531.92	1174812.77
268	268	2122.20	1078505.87	1174793.04
269	269	2120.85	1078487.80	1174747.33
270	270	2118.30	1078464.15	1174731.59
271	271	2116.75	1078435.57	1174694.90
272	272	2114.70	1078413.36	1174666.52
273	273	2046.35	1078272.44	1174272.28
274	274	2045.05	1078330.97	1174246.17
275	275	2043.80	1078315.61	1174209.18
276	276	2042.75	1078257.07	1174235.29
277	277	2042.65	1078299.38	1174173.49
278	278	2041.90	1078240.85	1174199.61
279	279	2022.05	1078065.28	1174103.25
280	280	2021.45	1078005.90	1174128.82
281	281	2019.60	1077980.63	1174104.02
282	282	2015.55	1077965.68	1174077.23
283	283	2012.00	1077938.79	1174055.13
284	284	2007.10	1077924.47	1174027.95
285	285	2019.99	1078059.26	1174068.35
286	286	2016.55	1078056.59	1174036.03
287	287	2012.50	1078057.91	1173999.08
288	288	2012.19	1077981.96	1174034.82

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
289	289	2011.80	1078009.75	1173987.68
290	290	1982.70	1077860.18	1173962.49
291	291	2202.00	1078072.37	1175429.02
292	292	2201.80	1078101.33	1175427.54
293	293	2200.50	1078118.64	1175429.31
294	294	2194.50	1078167.58	1175411.15
295	295	2154.45	1078117.25	1175173.89
296	296	2153.80	1078091.78	1175201.50
297	297	2156.60	1078115.60	1175137.85
298	298	2150.86	1078084.88	1175148.65
299	299	2134.30	1078021.75	1174953.89
300	300	2124.05	1077977.46	1174855.73
301	301	2122.85	1077956.32	1174790.83
302	302	2116.15	1077931.65	1174759.23
303	303	2082.10	1077932.25	1174606.51
304	304	2069.20	1077980.11	1174503.86
305	305	2181.20	1078083.97	1175365.02
306	306	2178.10	1078084.00	1175347.08
307	307	2175.70	1078103.28	1175346.98
308	308	2167.15	1078103.04	1175307.84
309	309	2163.30	1078102.80	1175267.31
310	310	2160.50	1078061.65	1175267.79
311	311	2152.62	1078049.33	1175229.93
312	312	2142.96	1078027.02	1175145.32
313	313	2142.90	1078015.83	1175103.45
314	314	2138.45	1078003.46	1175060.50
315	315	2130.00	1077970.95	1174964.52
316	316	2125.85	1077957.03	1174923.47
317	317	2118.15	1077935.46	1174863.14
318	318	2113.80	1077921.13	1174819.27
319	319	2112.25	1077903.78	1174763.08
320	320	2105.10	1077892.42	1174728.16
321	321	2096.00	1077890.37	1174691.85
322	322	2080.05	1077892.39	1174614.98
323	323	2073.95	1077917.53	1174564.94
324	324	2068.05	1077930.08	1174514.12

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
325	325	2064.25	1077952.34	1174481.84
326	326	2056.15	1077919.51	1174387.82
327	327	2054.35	1077893.95	1174316.30
328	328	2053.75	1077927.85	1174303.59
329	329	2049.95	1077955.57	1174293.56
330	330	2041.65	1078012.19	1174262.45
331	331	2184.20	1078048.45	1175414.57
332	332	2182.95	1078045.22	1175383.43
333	333	2179.80	1078016.42	1175416.63
334	334	2179.90	1078015.05	1175385.04
335	335	2178.35	1078012.85	1175351.02
336	336	2167.00	1078014.47	1175307.01
337	337	2159.25	1078017.43	1175268.99
338	338	2173.05	1077978.54	1175352.55
339	339	2168.90	1077964.57	1175386.19
340	340	2167.95	1077940.64	1175420.26
341	341	2168.75	1077927.69	1175443.44
342	342	2165.90	1077928.78	1175420.62
343	343	2164.95	1077908.30	1175403.68
344	344	2171.85	1077887.21	1175459.49
345	345	2162.75	1077871.61	1175409.74
346	346	2159.65	1077868.83	1175389.58
347	347	2156.65	1077946.22	1175271.21
348	348	2140.40	1077936.96	1175187.44
349	349	2130.75	1077942.44	1175078.70
350	350	2121.90	1077896.70	1174977.21
351	351	2106.85	1077840.81	1174895.03
352	352	2137.25	1077911.26	1175191.70
353	353	2133.90	1077898.23	1175130.66
354	354	2130.75	1077894.56	1175091.24
355	355	2121.55	1077887.54	1175055.27
356	356	2116.10	1077869.17	1174992.46
357	357	2101.60	1077790.28	1174942.16
358	358	2099.35	1077752.59	1174965.64
359	359	2096.30	1077751.36	1174930.07
360	360	2092.35	1077765.07	1174879.27

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
361	361	2089.75	1077809.43	1174825.37
362	362	2086.10	1077817.24	1174750.49
363	363	2083.65	1077820.01	1174677.38
364	364	2082.15	1077850.53	1174639.43
365	365	2125.40	1077849.82	1175104.64
366	366	2122.05	1077846.91	1175073.69
367	367	2115.82	1077797.69	1175091.39
368	368	2107.89	1077772.83	1175041.52
369	369	2108.00	1077815.67	1175019.82
370	370	2155.10	1077906.54	1175341.14
371	371	2142.05	1077856.94	1175277.22
372	372	2130.70	1077817.55	1175225.01
373	373	2122.85	1077802.28	1175166.83
374	374	2116.45	1077788.39	1175121.46
375	375	2108.15	1077763.02	1175047.02
376	376	2108.20	1077737.43	1175060.26
377	377	2105.90	1077731.30	1175042.29
378	378	2099.25	1077738.35	1174973.46
379	379	2089.85	1077684.34	1174902.43
380	380	2086.35	1077739.03	1174864.01
381	381	2078.95	1077756.79	1174791.12
382	382	2071.55	1077741.50	1174760.42
383	383	2066.00	1077729.83	1174736.90
384	384	2063.60	1077696.74	1174725.09
385	385	2059.75	1077705.85	1174645.83
386	386	2053.70	1077709.83	1174611.11
387	387	2046.20	1077693.32	1174562.55
388	388	2036.00	1077665.18	1174479.81
389	389	2027.75	1077633.38	1174408.85
390	390	2012.15	1077617.18	1174343.78
391	391	2005.95	1077566.45	1174311.94
392	392	1993.95	1077525.23	1174262.60
393	393	2155.60	1077876.98	1175362.89
394	394	2151.95	1077807.28	1175335.31
395	395	2140.90	1077809.59	1175282.15
396	396	2206.00	1077654.61	1175451.08

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
397	397	2190.05	1077607.10	1175453.74
398	398	2180.00	1077576.51	1175434.34
399	399	2174.20	1077565.04	1175415.45
400	400	2170.35	1077570.70	1175396.50
401	401	2167.00	1077589.88	1175380.02
402	402	2158.10	1077629.71	1175330.79
403	403	2148.05	1077692.92	1175320.92
404	404	2146.35	1077711.17	1175308.99
405	405	2136.85	1077754.45	1175258.74
406	406	2131.20	1077771.64	1175234.58
407	407	2144.05	1077679.57	1175289.46
408	408	2134.55	1077631.74	1175271.36
409	409	2132.50	1077653.37	1175247.50
410	410	2131.70	1077717.92	1175239.91
411	411	2123.40	1077694.91	1175156.43
412	412	2110.20	1077664.12	1175097.16
413	413	2100.60	1077647.47	1175039.04
414	414	2092.10	1077626.77	1174961.45
415	415	2095.80	1077694.55	1175008.17
416	416	2093.75	1077672.02	1175010.14
417	417	2124.65	1077622.62	1175183.31
418	418	2120.45	1077572.90	1175153.79
419	419	2113.95	1077601.83	1175128.16
420	420	2148.15	1077514.30	1175368.33
421	421	2146.75	1077492.62	1175359.11
422	422	2148.70	1077454.48	1175342.38
423	423	2155.75	1077416.09	1175318.98
424	424	2163.80	1077377.02	1175295.89
425	425	2157.10	1077384.04	1175251.74
426	426	2151.35	1077423.88	1175268.58
427	427	2145.30	1077463.75	1175285.43
428	428	2161.90	1077183.20	1175108.55
429	429	2159.30	1077217.35	1175139.32
430	430	2154.25	1077297.65	1175127.69
431	431	2151.55	1077320.36	1175176.53
432	432	2147.75	1077380.88	1175221.31

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
433	433	2143.90	1077447.65	1175267.83
434	434	2139.75	1077502.44	1175298.25
435	435	2137.30	1077548.29	1175312.16
436	436	2135.50	1077586.77	1175285.71
437	437	2133.10	1077581.99	1175263.94
438	438	2168.18	1077141.46	1175218.46
439	439	2165.96	1077169.60	1175159.21
440	440	2165.98	1077154.73	1175151.62
441	441	2165.63	1077143.43	1175146.04
442	442	2163.65	1077156.65	1175103.33
443	443	2159.80	1077155.99	1175037.05
444	444	2152.68	1077223.43	1175053.95
445	445	2150.43	1077273.34	1175084.16
446	446	2141.92	1077359.01	1175135.45
447	447	2135.30	1077430.08	1175180.49
448	448	2133.30	1077472.72	1175208.18
449	449	2129.85	1077530.98	1175245.25
450	450	2124.60	1077525.67	1175167.54
451	451	2144.85	1077317.25	1175039.45
452	452	2133.90	1077400.82	1175085.55
453	453	2125.85	1077478.52	1175139.39
454	454	2123.15	1077502.83	1175143.32
455	455	2122.35	1077513.37	1175144.60
456	456	2116.10	1077515.82	1175109.80
457	457	2120.00	1077490.63	1175054.69
458	458	2121.25	1077480.71	1175103.77
459	459	2120.45	1077476.66	1175053.50
460	460	2119.85	1077411.06	1175006.48
461	461	2118.15	1077359.08	1174983.75
462	462	2117.20	1077333.30	1174962.76
463	463	2116.75	1077304.95	1174898.52
464	464	2115.20	1077277.59	1174872.17
465	465	2111.90	1077195.78	1174839.10
466	466	2107.95	1077125.45	1174816.79
467	467	2097.95	1077039.55	1174764.36
468	468	2097.25	1077030.05	1174727.37

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
469	469	2096.80	1077039.22	1174697.66
470	470	2102.05	1077375.23	1174902.77
471	471	2094.50	1077079.34	1174760.14
472	472	2091.35	1077166.98	1174763.41
473	473	2090.50	1077219.94	1174776.69
474	474	2089.90	1077281.24	1174783.74
475	475	2090.85	1077358.28	1174832.51
476	476	2091.00	1077401.08	1174873.56
477	477	2091.25	1077467.33	1174944.82
478	478	2090.65	1077543.42	1174986.38
479	479	2089.85	1077570.63	1174990.26
480	480	2088.20	1077576.81	1174973.78
481	481	2081.80	1077584.31	1174936.58
482	482	2077.45	1077536.63	1174903.39
483	483	2074.00	1077481.07	1174878.95
484	484	2073.00	1077483.98	1174843.95
485	485	2069.20	1077488.80	1174781.77
486	486	2053.85	1077484.23	1174700.66
487	487	2048.65	1077497.53	1174607.71
488	488	2037.15	1077475.78	1174534.97
489	489	2160.45	1077117.31	1175033.69
490	490	2157.50	1077060.71	1174991.17
491	491	2154.90	1077007.92	1174958.54
492	492	2149.60	1076937.70	1174933.86
493	493	2147.65	1076899.63	1174916.10
494	494	2145.75	1076881.56	1174889.56
495	495	2138.15	1076865.50	1174834.06
496	496	2133.80	1076865.36	1174766.97
497	497	2132.35	1076863.02	1174746.21
498	498	2118.95	1076933.34	1174706.30
499	499	2097.10	1076989.45	1174683.02
500	500	2096.50	1077036.68	1174663.43
501	501	2096.35	1077024.85	1174656.05
502	502	2094.05	1077037.52	1174646.73
503	503	2084.75	1077077.65	1174645.38
504	504	2080.00	1077114.01	1174642.35

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
505	505	2079.80	1077114.82	1174646.00
506	506	2075.00	1077166.71	1174652.79
507	507	2071.75	1077206.56	1174666.75
508	508	2078.04	1077269.92	1174714.84
509	509	2084.26	1077306.53	1174746.70
510	510	2086.50	1077336.74	1174775.15
511	511	2068.55	1077214.39	1174636.66
512	512	2064.15	1077219.96	1174597.96
513	513	2060.30	1077222.62	1174551.90
514	514	2050.65	1077271.83	1174500.22
515	515	2128.35	1076823.63	1174656.14
516	516	2126.25	1076807.20	1174623.13
517	517	2125.05	1076804.86	1174602.18
518	518	2124.30	1076785.83	1174577.32
519	519	2121.35	1076733.59	1174509.66
520	520	2118.45	1076700.23	1174488.81
521	521	2117.60	1076679.32	1174479.91
522	522	2111.85	1076720.86	1174461.54
523	523	2107.20	1076756.06	1174472.61
524	524	2102.10	1076818.68	1174533.59
525	525	2099.65	1076852.77	1174565.86
526	526	2095.80	1076902.72	1174587.67
527	527	2094.70	1076983.05	1174630.00
528	528	2089.05	1076960.72	1174565.53
529	529	2086.70	1076916.28	1174522.27
530	530	2083.85	1076891.21	1174491.17
531	531	2084.25	1076865.31	1174443.16
532	532	2085.15	1076863.02	1174382.55
533	533	2082.10	1076907.93	1174478.47
534	534	2069.50	1076976.78	1174419.89
535	535	2063.85	1077073.76	1174434.72
536	536	2058.35	1077134.30	1174435.22
537	537	2050.65	1077209.01	1174443.20
538	538	2042.80	1077303.10	1174462.27
539	539	2034.40	1077366.95	1174473.29
540	540	2028.05	1077410.56	1174461.43

Tabla 10. (Continuación) Datos lista de cámaras de inspección del proyecto No 2.

ID Proyecto	ID CIE-AGUA	Cota [msnm]	Position X	Position Y
541	541	2024.10	1077451.66	1174452.07
542	542	2022.40	1077442.27	1174405.57
543	543	2013.85	1077419.93	1174326.61
544	544	1999.70	1077423.74	1174266.87
545	545	1992.35	1077447.73	1174231.81
546	546	1987.65	1077473.65	1174194.14
547	547	1975.95	1077468.40	1174121.94
548	548	1962.80	1077443.25	1174066.00
549	549	1951.75	1077434.34	1174021.16
550	550	1940.00	1077434.87	1173943.63
551	551	1931.20	1077427.01	1173849.52
552	552	1925.75	1077398.83	1173777.30
553	553	1915.90	1077409.23	1173735.54
554	554	1914.80	1077411.58	1173707.39
555	555	2084.21	1077632.28	1174870.09
556	556	2079.56	1077586.52	1174841.66
557	557	2076.78	1077571.52	1174802.97
558	558	2072.48	1077532.87	1174786.43
PTAR	559	1890.00	1077271.80	1173340.35

Teniendo en cuenta la información anteriormente presentada en la **Tabla 10** se generaron esquemas que describen la topografía y el drenaje natural de la zona del proyecto utilizando el programa Surfer 10®. Esto se puede observar en la **Figura 11**, **Figura 12** y **Figura 13**.

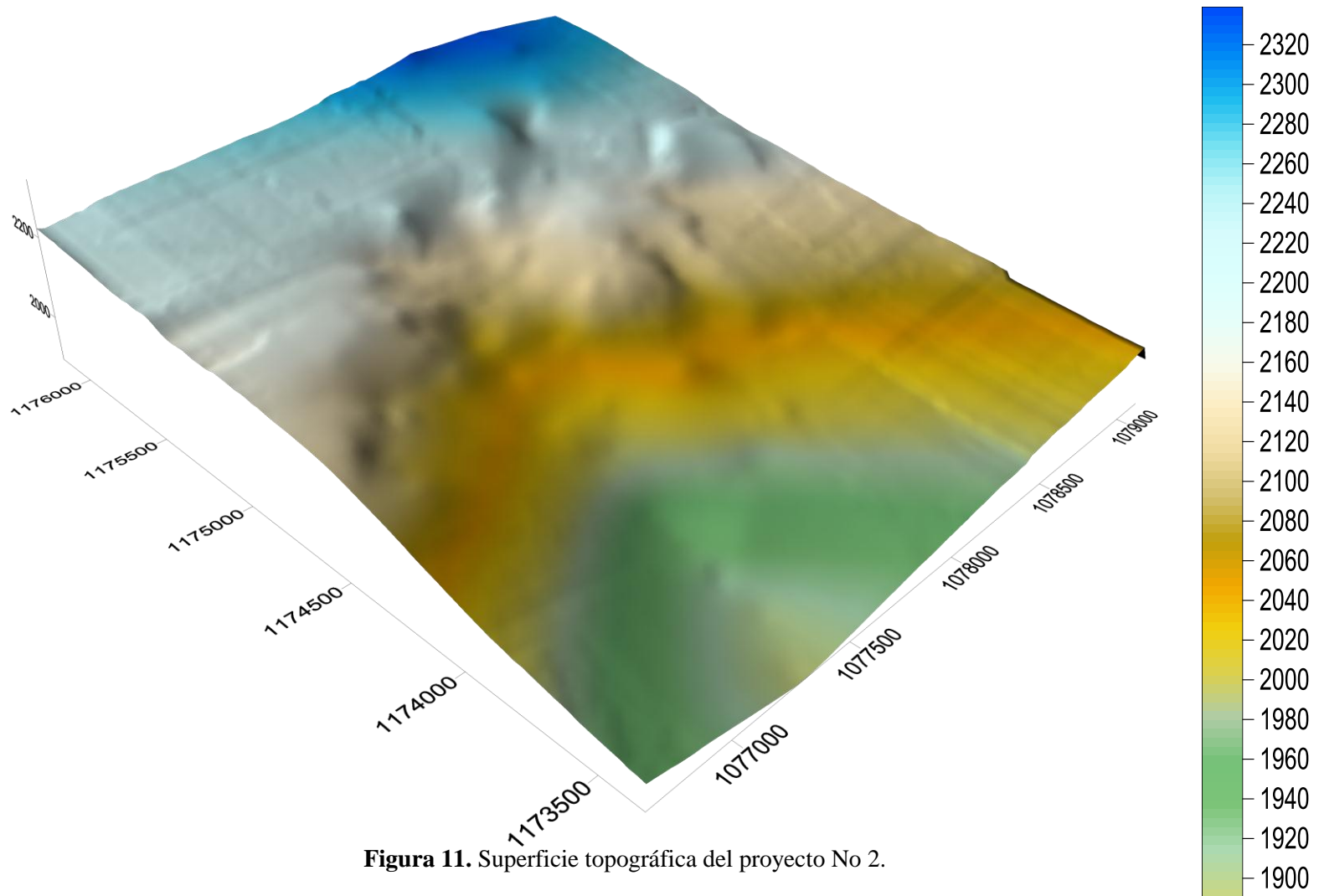


Figura 11. Superficie topográfica del proyecto No 2.

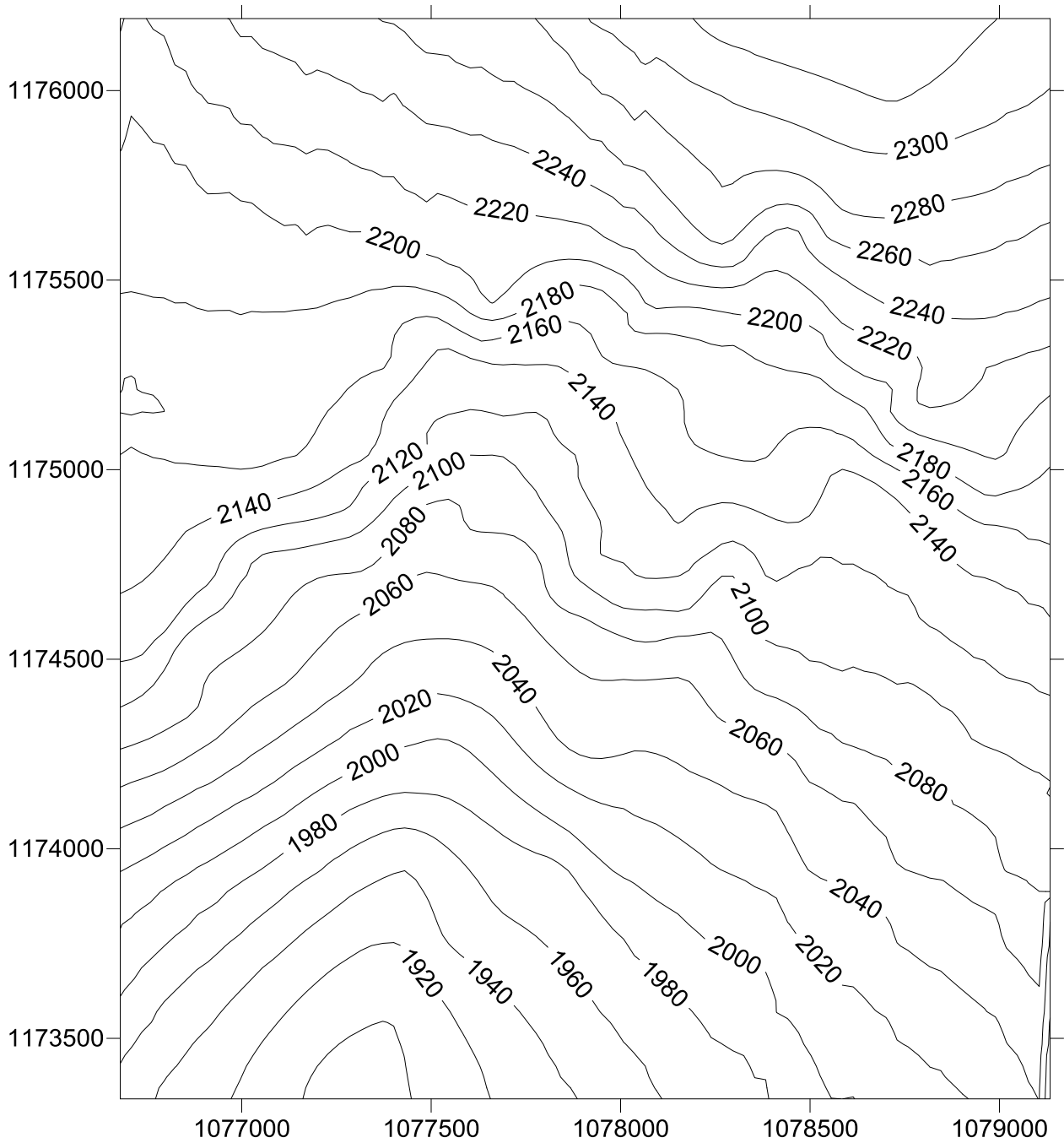


Figura 12. Curvas de nivel del área del proyecto No 2.

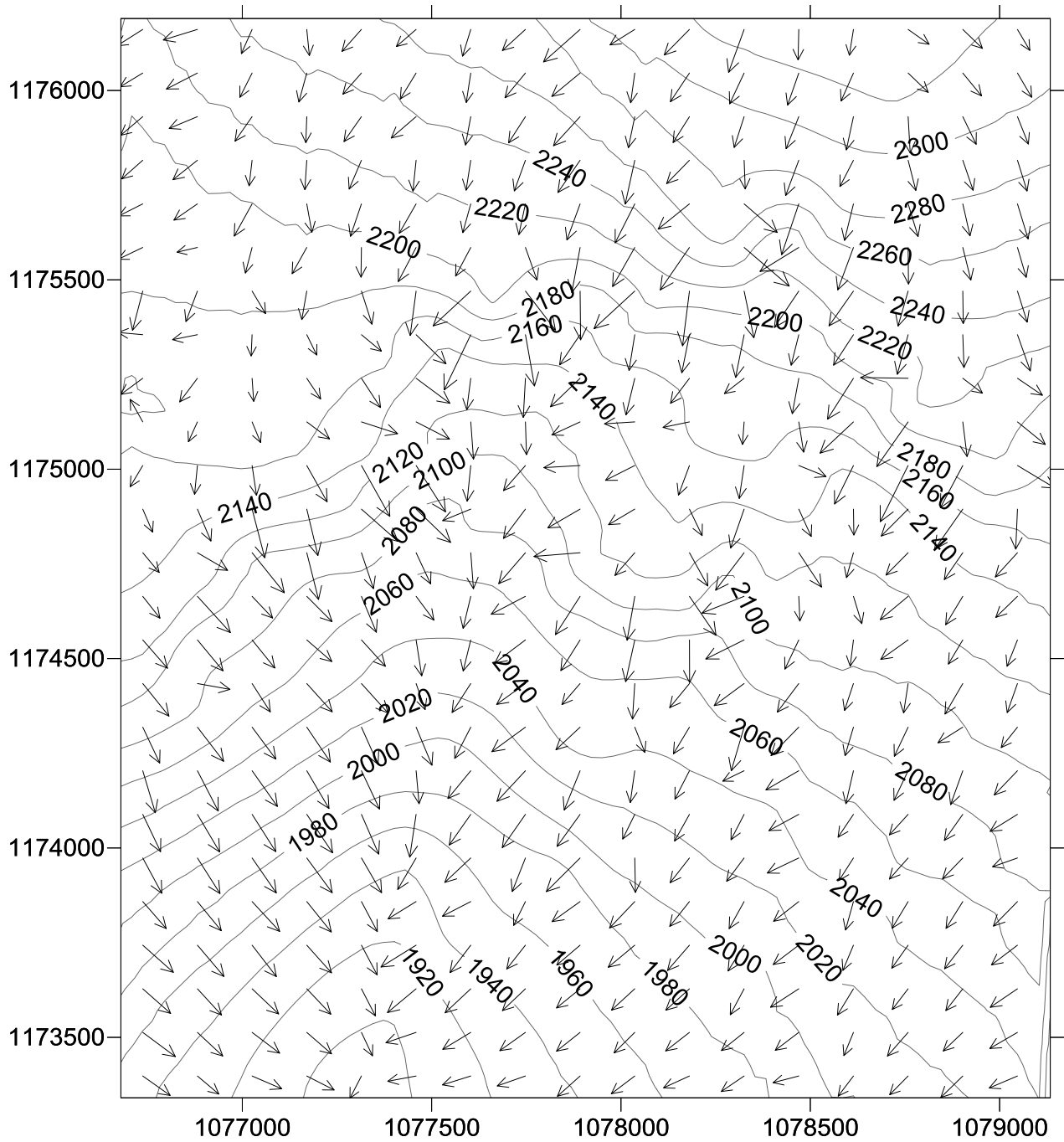


Figura 13. Drenaje natural del área del proyecto No 2.

La **Tabla 11** muestra los resultados del diseño original de cada tramo en el proyecto No 2, presentando los siguientes datos:

Columna 1: Indicador si un tramo es un arranque o inicio [SI/NO].

Columna 2: Cámara de inspección inicial de un tramo en el diseño original [ID].

Columna 3: Cámara de inspección final de un tramo en el diseño original [ID].

Columna 4: Cámara de inspección inicial de un tramo equivalente para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 5: Cámara de inspección final de un tramo equivalente para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 6: Caudal de diseño de cada tramo [L/s].

Columna 7: Longitud de cada tramo [m].

Columna 8: Pendiente de instalación de la tubería [%].

Columna 9: Diámetro nominal de la tubería [mm].

Columna 10: Diámetro interno real de la tubería [mm].

Columna 11: Cota de batea inicial para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].

Columna 12: Cota de batea final para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].

Columna 13: Cota de terreno inicial en el tramo [msnm].

Columna 14: Cota de terreno final en el tramo [msnm].

Columna 15: Material de la tubería a instalar en el tramo [-].

Tabla 11. Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	1	2	1	2	1.97	57.08	17.61	200	182	2186.11	2176.06	2188.25	2178.20	PVC
NO	2	3	2	3	2.22	71.71	14.60	200	182	2176.01	2165.54	2178.20	2167.55	PVC
NO	3	4	3	4	2.89	61.92	12.19	200	182	2165.48	2157.93	2167.55	2160.00	PVC
NO	5	6	4	5	3.21	47.10	4.78	200	182	2157.87	2155.62	2160.00	2157.75	PVC
NO	6	7	5	6	3.28	13.34	1.87	200	182	2155.57	2155.32	2157.75	2157.50	PVC
NO	7	8	6	7	4.00	108.06	6.71	200	182	2155.26	2148.01	2157.50	2150.25	PVC
NO	8	9	7	8	4.49	26.83	10.81	200	182	2147.95	2145.05	2150.25	2147.35	PVC
NO	8	9	8	9	4.93	81.20	9.17	200	182	2144.97	2137.52	2147.35	2139.90	PVC
NO	9	10	9	10	5.48	66.76	9.74	200	182	2137.45	2130.95	2139.90	2133.40	PVC
NO	10	11	10	11	6.05	38.46	8.45	200	182	2130.87	2127.62	2133.40	2130.15	PVC
NO	11	12	11	12	6.39	67.10	9.18	250	227	2127.54	2121.38	2130.15	2124.05	PVC
NO	12	13	12	13	6.61	36.32	12.35	250	227	2120.98	2116.50	2124.05	2118.79	PVC
NO	13	14	13	14	7.22	74.66	14.12	250	227	2116.41	2105.87	2118.79	2108.25	PVC
NO	14	15	14	15	7.64	53.29	20.00	250	227	2105.77	2095.11	2108.25	2097.10	PVC
NO	15	16	15	16	7.72	27.63	37.50	250	227	2095.02	2084.65	2097.10	2086.50	PVC
NO	16	17	16	17	8.20	55.87	15.03	250	227	2084.55	2076.15	2086.50	2078.10	PVC
NO	17	18	17	18	8.60	46.50	14.84	250	227	2076.04	2069.14	2078.10	2071.20	PVC
NO	18	19	18	19	8.75	64.80	20.50	250	227	2069.04	2055.76	2071.20	2057.60	PVC
NO	19	20	19	20	55.26	87.06	10.81	315	284	2054.58	2045.17	2057.60	2048.19	PVC
NO	20	21	20	21	56.48	99.72	9.30	315	284	2044.78	2035.51	2048.19	2038.72	PVC
NO	21	22	21	22	58.79	99.20	11.00	315	284	2035.11	2024.20	2038.72	2027.65	PVC
NO	22	23	22	23	59.29	77.50	9.50	315	284	2023.79	2017.59	2027.65	2020.05	PVC
NO	23	24	23	24	90.53	33.58	9.00	400	362	2016.93	2014.58	2020.05	2016.85	PVC
NO	24	25	24	25	90.74	80.65	12.00	400	362	2014.16	2004.48	2016.85	2006.75	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
NO	25	26	25	26	91.21	98.40	7.50	400	362	2004.05	1996.67	2006.75	1998.90	PVC
NO	26	27	26	27	92.04	59.48	12.00	400	362	1996.24	1989.10	1998.90	1991.50	PVC
NO	27	28	27	28	92.41	49.26	1.00	400	362	1988.66	1988.17	1991.50	1990.85	PVC
NO	28	29	28	29	92.83	44.20	21.00	400	362	1987.83	1978.99	1990.85	1981.25	PVC
NO	29	30	29	30	93.24	88.80	5.00	400	362	1978.53	1974.09	1981.25	1976.50	PVC
NO	30	31	30	31	93.24	56.96	9.00	400	362	1973.67	1968.54	1976.50	1971.10	PVC
NO	31	32	31	32	95.54	99.71	5.50	400	362	1968.09	1962.60	1971.10	1965.40	PVC
NO	32	33	32	33	95.55	97.98	9.50	400	362	1962.17	1952.86	1965.40	1955.45	PVC
NO	33	34	33	34	95.56	87.10	10.50	400	362	1952.40	1943.26	1955.45	1945.90	PVC
NO	34	35	34	35	95.57	89.05	18.14	400	362	1942.80	1926.65	1945.90	1929.75	PVC
NO	35	36	35	36	95.57	91.33	16.40	400	362	1926.18	1911.20	1929.75	1914.40	PVC
NO	36	37	36	37	128.23	33.54	12.00	450	407	1910.04	1907.02	1914.40	1909.85	PVC
NO	37	38	37	38	128.24	73.68	11.00	450	407	1906.62	1899.25	1909.85	1901.00	PVC
NO	38	39	38	39	128.25	91.30	3.00	450	407	1898.85	1896.11	1901.00	1898.25	PVC
NO	39	40	39	40	128.26	82.25	2.50	450	407	1895.76	1894.11	1898.25	1896.00	PVC
NO	40	41	40	41	128.26	79.16	6.20	450	407	1893.77	1888.87	1896.00	1890.30	PVC
NO	45	1	45	1	1.50	47.87	1.00	200	182	2186.62	2186.14	2188.50	2188.25	PVC
NO	44	45	44	45	1.50	23.60	6.99	200	182	2188.31	2186.66	2190.15	2188.50	PVC
NO	43	44	43	44	1.50	19.50	1.00	200	182	2188.53	2188.33	2189.75	2190.15	PVC
SI	42	43	42	43	1.50	51.65	18.01	200	182	2197.87	2188.57	2199.05	2189.75	PVC
SI	43	46	43	46	1.50	39.55	6.83	200	182	2188.57	2185.87	2189.75	2187.05	PVC
NO	46	93	46	93	1.50	20.50	3.17	200	182	2185.83	2185.18	2187.05	2186.40	PVC
SI	59	47	59	47	1.50	51.91	5.80	200	182	2171.77	2168.76	2172.95	2170.50	PVC
NO	47	3	47	3	1.50	68.10	4.33	200	182	2168.72	2165.77	2170.50	2167.55	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	Inicial	Final	
SI	47	48	47	48	1.50	46.70	4.60	200	182	2169.32	2167.17	2170.50	2168.35	PVC
NO	48	60	48	60	1.50	33.77	1.00	200	182	2167.13	2166.79	2168.35	2169.26	PVC
SI	49	4	49	4	1.50	57.67	9.00	200	182	2163.68	2158.49	2164.86	2160.00	PVC
SI	62	50	62	50	1.50	59.99	7.00	200	182	2164.22	2160.02	2165.40	2161.85	PVC
NO	50	6	50	6	1.50	46.17	9.42	200	182	2159.98	2155.63	2161.85	2157.50	PVC
SI	64	51	64	51	1.50	54.42	1.00	200	182	2155.57	2155.02	2156.75	2156.60	PVC
NO	51	7	51	7	1.50	49.81	12.75	200	182	2155.00	2148.65	2156.60	2150.25	PVC
SI	65	52	65	52	1.50	51.00	2.20	200	182	2143.06	2141.94	2144.24	2143.70	PVC
NO	52	9	52	9	1.50	52.83	7.19	200	182	2141.90	2138.10	2143.70	2139.90	PVC
SI	66	53	66	53	1.50	58.70	11.50	200	182	2140.02	2133.27	2141.20	2134.45	PVC
NO	53	10	53	10	1.50	44.00	2.39	200	182	2133.23	2132.18	2134.45	2133.40	PVC
SI	54	69	54	69	1.50	54.07	4.50	200	182	2122.67	2120.23	2123.85	2121.85	PVC
SI	54	13	54	13	1.50	58.67	9.50	200	182	2122.67	2117.09	2123.85	2118.79	PVC
SI	113	55	113	55	1.50	56.72	10.00	200	182	2094.77	2089.10	2095.95	2090.85	PVC
NO	55	16	55	16	1.50	50.33	8.64	200	182	2089.06	2084.71	2090.85	2086.50	PVC
NO	117	56	117	56	22.40	60.85	1.30	315	284	2057.46	2056.67	2059.45	2058.20	PVC
NO	56	19	56	19	23.01	99.76	1.00	315	284	2056.56	2055.56	2058.20	2057.60	PVC
SI	189	57	189	57	1.50	72.14	2.00	200	182	2031.07	2029.63	2032.25	2030.95	PVC
NO	57	22	57	22	1.50	45.50	7.25	200	182	2029.59	2026.29	2030.95	2027.65	PVC
SI	94	58	94	58	1.50	34.05	10.87	200	182	2182.67	2178.97	2183.85	2180.15	PVC
NO	58	59	58	59	1.50	56.25	13.50	200	182	2178.93	2171.34	2180.15	2172.95	PVC
NO	59	60	59	60	1.50	61.41	6.01	200	182	2171.15	2167.46	2172.95	2169.26	PVC
NO	60	61	60	61	1.50	73.20	3.30	200	182	2166.77	2164.35	2169.26	2166.05	PVC
NO	61	62	61	62	1.50	24.78	2.62	200	182	2164.32	2163.67	2166.05	2165.40	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	62	63	62	63	1.79	56.26	6.36	200	182	2163.63	2160.05	2165.40	2161.82	PVC
NO	63	64	63	64	2.07	48.95	10.36	200	182	2160.00	2154.93	2161.82	2156.75	PVC
NO	64	65	64	65	2.78	102.81	12.17	200	182	2154.43	2141.92	2156.75	2144.24	PVC
NO	65	66	65	66	3.12	78.98	3.50	200	182	2141.86	2139.10	2144.24	2141.20	PVC
NO	66	67	66	67	3.19	25.39	30.00	200	182	2139.05	2131.43	2141.20	2133.46	PVC
NO	67	68	67	68	3.45	51.17	10.30	250	227	2131.37	2126.10	2133.46	2128.25	PVC
NO	68	69	68	69	3.83	57.11	11.21	250	227	2126.04	2119.64	2128.25	2121.85	PVC
NO	69	70	69	70	4.33	65.41	19.95	250	227	2119.57	2106.52	2121.85	2108.80	PVC
NO	70	113	70	113	4.49	39.65	32.41	250	227	2106.46	2093.61	2108.80	2095.95	PVC
SI	95	59	95	59	1.50	47.03	5.50	200	182	2173.77	2171.18	2174.95	2172.95	PVC
SI	97	61	97	61	1.50	74.80	5.70	200	182	2168.62	2164.35	2169.80	2166.05	PVC
SI	101	64	101	64	1.50	99.23	2.00	200	182	2156.47	2154.48	2157.65	2156.75	PVC
SI	65	71	65	71	1.50	59.20	3.80	200	182	2143.06	2140.81	2144.24	2142.80	PVC
NO	71	104	71	104	1.50	47.49	9.58	200	182	2140.77	2136.22	2142.80	2138.25	PVC
SI	72	105	72	105	1.50	41.55	14.44	200	182	2134.72	2128.72	2135.90	2129.90	PVC
SI	73	106	73	106	1.50	23.25	15.91	200	182	2128.82	2125.12	2130.00	2126.30	PVC
SI	74	107	74	107	1.50	51.60	15.60	200	182	2131.02	2122.97	2132.20	2124.15	PVC
SI	67	75	67	75	1.50	53.61	7.60	200	182	2132.28	2128.20	2133.46	2130.50	PVC
NO	75	108	75	108	1.50	52.52	14.66	200	182	2128.17	2120.47	2130.50	2122.80	PVC
SI	69	76	69	76	1.50	69.30	6.50	200	182	2120.67	2116.16	2121.85	2117.80	PVC
NO	76	111	76	111	1.50	36.90	27.51	200	182	2116.13	2105.98	2117.80	2107.65	PVC
SI	77	78	77	78	1.50	91.60	25.34	200	182	2339.08	2315.87	2340.26	2317.05	PVC
NO	78	79	78	79	1.50	81.83	12.62	200	182	2315.83	2305.50	2317.05	2306.72	PVC
NO	79	80	79	80	1.50	97.94	10.49	200	182	2305.46	2295.19	2306.72	2296.45	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	80	81	80	81	1.50	66.27	13.44	200	182	2295.15	2286.24	2296.45	2287.54	PVC
NO	81	82	81	82	1.50	67.38	9.59	200	182	2286.20	2279.74	2287.54	2281.08	PVC
NO	82	83	82	83	1.50	92.46	2.79	200	182	2279.70	2277.12	2281.08	2278.50	PVC
NO	83	84	83	84	1.50	61.89	13.93	200	182	2277.09	2268.47	2278.50	2269.88	PVC
NO	84	85	84	85	1.60	47.29	18.95	200	182	2268.43	2259.47	2269.88	2260.92	PVC
NO	85	86	85	86	1.72	53.65	23.22	200	182	2259.42	2246.96	2260.92	2248.46	PVC
NO	86	87	86	87	1.77	21.10	19.72	200	182	2246.92	2242.76	2248.46	2244.30	PVC
NO	87	88	87	88	1.86	56.96	35.46	200	182	2242.71	2222.51	2244.30	2224.10	PVC
NO	88	89	88	89	1.92	23.35	22.66	200	182	2222.46	2217.17	2224.10	2218.81	PVC
NO	89	90	89	90	1.94	15.32	11.49	200	182	2217.12	2215.36	2218.81	2217.05	PVC
NO	90	91	90	91	4.28	50.90	14.83	200	182	2215.22	2207.67	2217.05	2209.50	PVC
NO	91	92	91	92	4.82	44.38	23.10	200	182	2207.59	2197.34	2209.50	2199.25	PVC
NO	92	93	92	93	5.08	56.95	22.56	200	182	2197.26	2184.41	2199.25	2186.40	PVC
NO	93	94	93	94	5.28	14.70	17.35	200	182	2184.33	2181.78	2186.40	2183.85	PVC
NO	94	95	94	95	6.95	65.54	12.50	200	182	2181.42	2173.23	2183.85	2174.95	PVC
NO	95	96	95	96	7.59	58.85	3.74	200	182	2173.12	2170.92	2174.95	2172.75	PVC
NO	96	97	96	97	8.00	69.94	4.22	200	182	2170.84	2167.89	2172.75	2169.80	PVC
NO	97	98	97	98	8.23	29.04	3.10	200	182	2167.80	2166.90	2169.80	2168.90	PVC
NO	98	99	98	99	8.28	20.55	3.65	200	182	2166.81	2166.06	2168.90	2168.15	PVC
NO	99	100	99	100	8.62	49.25	8.83	200	182	2165.98	2161.63	2168.15	2163.80	PVC
NO	100	101	100	101	8.90	52.65	11.68	200	182	2161.53	2155.38	2163.80	2157.65	PVC
NO	101	102	101	102	9.06	33.37	16.33	200	182	2155.27	2149.82	2157.65	2152.20	PVC
NO	102	103	102	103	9.24	30.85	19.77	200	182	2149.72	2143.62	2152.20	2146.10	PVC
NO	103	104	103	104	9.37	43.70	17.96	200	182	2143.51	2135.66	2146.10	2138.25	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	104	105	104	105	10.03	30.16	27.69	200	182	2135.54	2127.19	2138.25	2129.90	PVC
NO	105	106	105	106	10.17	24.22	14.86	200	182	2127.07	2123.47	2129.90	2126.30	PVC
NO	106	107	106	107	10.39	30.98	6.94	200	182	2123.36	2121.21	2126.30	2124.15	PVC
NO	107	108	107	108	10.56	29.02	4.65	200	182	2121.10	2119.75	2124.15	2122.80	PVC
NO	108	109	108	109	11.03	46.69	16.00	200	182	2119.65	2112.17	2122.80	2113.95	PVC
NO	109	110	109	110	11.19	44.85	11.26	200	182	2112.05	2107.00	2113.95	2108.90	PVC
NO	110	111	110	111	11.33	20.83	6.00	200	182	2106.89	2105.64	2108.90	2107.65	PVC
NO	111	112	111	112	12.00	72.58	7.58	200	182	2105.52	2100.02	2107.65	2102.15	PVC
NO	112	113	112	113	12.22	73.80	8.40	200	182	2099.90	2093.70	2102.15	2095.95	PVC
NO	113	114	113	114	16.81	42.85	16.20	250	227	2093.44	2086.50	2095.95	2088.20	PVC
NO	114	115	114	115	17.07	45.60	22.00	250	227	2086.36	2076.33	2088.20	2077.90	PVC
NO	115	116	115	116	17.59	43.50	16.32	250	227	2076.18	2069.08	2077.90	2070.80	PVC
NO	116	117	116	117	17.73	67.15	16.20	250	227	2068.94	2058.06	2070.80	2059.45	PVC
SI	118	119	118	119	1.50	55.26	25.48	200	182	2323.92	2309.84	2325.10	2311.02	PVC
NO	119	120	119	120	1.50	64.68	10.61	200	182	2309.80	2302.94	2311.02	2304.16	PVC
NO	120	121	120	121	1.50	82.45	7.84	200	182	2302.90	2296.44	2304.16	2297.70	PVC
NO	121	122	121	122	1.50	110.79	9.70	200	182	2296.40	2285.65	2297.70	2286.95	PVC
NO	122	123	122	123	1.50	36.56	24.21	200	182	2285.61	2276.76	2286.95	2278.10	PVC
NO	123	124	123	124	1.50	20.00	20.90	200	182	2276.72	2272.54	2278.10	2273.92	PVC
NO	124	125	124	125	1.50	55.77	22.99	200	182	2272.50	2259.68	2273.92	2261.10	PVC
NO	125	126	125	126	1.50	24.16	27.03	200	182	2259.64	2253.11	2261.10	2254.57	PVC
NO	126	127	126	127	1.50	44.79	24.07	200	182	2253.06	2242.28	2254.57	2243.79	PVC
NO	127	128	127	128	1.50	8.95	22.57	200	182	2242.24	2240.22	2243.79	2241.77	PVC
NO	128	129	128	129	1.50	39.58	18.60	200	182	2240.18	2232.82	2241.77	2234.41	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	129	130	129	130	1.51	29.25	2.26	200	182	2232.78	2232.12	2234.41	2233.75	PVC
NO	130	131	130	131	1.64	47.79	7.74	200	182	2232.08	2228.38	2233.75	2230.05	PVC
NO	131	132	131	132	1.79	30.50	12.13	200	182	2228.34	2224.64	2230.05	2226.35	PVC
NO	132	90	132	90	2.06	53.40	17.42	200	182	2224.59	2215.29	2226.35	2217.05	PVC
SI	91	133	91	133	1.50	66.90	5.31	200	182	2208.32	2204.77	2209.50	2205.95	PVC
NO	133	134	133	134	1.50	68.10	12.04	200	182	2204.73	2196.53	2205.95	2197.75	PVC
NO	134	135	134	135	1.50	53.20	17.11	200	182	2196.49	2187.39	2197.75	2188.65	PVC
NO	135	136	135	136	1.50	49.10	4.18	200	182	2187.35	2185.30	2188.65	2186.60	PVC
NO	136	94	136	94	1.60	18.40	14.95	200	182	2184.28	2181.53	2186.60	2183.85	PVC
SI	137	135	137	135	1.50	44.50	2.70	200	182	2188.67	2187.47	2189.85	2188.65	PVC
SI	138	136	138	136	1.50	71.25	1.00	200	182	2185.02	2184.31	2186.20	2186.60	PVC
SI	139	140	139	140	1.50	36.90	7.32	200	182	2196.47	2193.77	2197.65	2194.95	PVC
NO	140	141	140	141	1.50	41.10	15.33	200	182	2193.73	2187.43	2194.95	2188.65	PVC
NO	141	142	141	142	1.50	24.85	18.71	200	182	2187.39	2182.74	2188.65	2184.00	PVC
NO	142	143	142	143	1.50	29.70	13.64	200	182	2182.70	2178.65	2184.00	2179.95	PVC
NO	143	144	143	144	1.50	18.15	25.00	200	182	2178.61	2174.07	2179.95	2175.85	PVC
SI	144	95	144	95	1.50	96.30	1.50	200	182	2174.67	2173.22	2175.85	2174.95	PVC
NO	144	169	144	169	1.50	51.01	1.00	200	182	2174.03	2173.52	2175.85	2176.10	PVC
SI	101	145	101	145	1.50	41.10	1.00	200	182	2156.47	2156.06	2157.65	2157.80	PVC
NO	145	173	145	173	1.50	67.05	1.42	200	182	2156.03	2155.08	2157.80	2156.85	PVC
SI	146	102	146	102	1.50	54.60	1.00	200	182	2151.47	2150.92	2152.65	2152.20	PVC
SI	175	147	175	147	1.50	85.13	5.30	200	182	2140.77	2136.26	2141.95	2138.50	PVC
NO	147	104	147	104	1.50	40.04	1.00	200	182	2136.22	2135.82	2138.50	2138.25	PVC
NO	148	151	148	151	1.50	25.08	11.36	200	182	2116.73	2113.88	2117.95	2115.10	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
SI	108	148	108	148	1.50	31.85	15.23	200	182	2121.62	2116.77	2122.80	2117.95	PVC
SI	149	150	149	150	1.50	42.66	23.00	200	182	2125.17	2115.36	2126.35	2117.15	PVC
NO	150	151	150	151	1.50	20.63	14.00	200	182	2115.31	2112.43	2117.15	2115.10	PVC
NO	151	152	151	152	1.50	14.85	22.50	250	227	2112.39	2109.05	2115.10	2111.10	PVC
NO	152	153	152	153	1.50	33.30	24.17	250	227	2109.01	2100.96	2111.10	2103.05	PVC
NO	153	154	153	154	1.50	66.23	20.08	250	227	2100.92	2087.62	2103.05	2089.75	PVC
NO	154	155	154	155	2.06	85.40	8.78	250	227	2087.57	2080.07	2089.75	2082.25	PVC
NO	155	156	155	156	2.74	84.70	10.74	250	227	2080.02	2070.92	2082.25	2073.15	PVC
NO	156	157	156	157	3.24	62.34	11.71	250	227	2070.86	2063.56	2073.15	2065.85	PVC
NO	157	117	157	117	4.20	51.00	11.50	250	227	2063.49	2057.63	2065.85	2059.45	PVC
SI	177	158	177	158	1.50	41.65	18.50	200	182	2126.82	2119.11	2128.00	2120.80	PVC
NO	158	150	158	150	1.50	47.32	7.71	200	182	2119.07	2115.42	2120.80	2117.15	PVC
SI	179	159	179	159	1.50	72.20	18.00	200	182	2110.97	2097.97	2112.15	2099.95	PVC
NO	159	154	159	154	1.50	65.15	15.00	200	182	2097.93	2088.16	2099.95	2089.75	PVC
SI	182	160	182	160	1.50	96.60	10.00	200	182	2074.72	2065.06	2075.90	2067.10	PVC
NO	160	157	160	157	1.50	35.38	2.50	200	182	2065.02	2064.14	2067.10	2065.85	PVC
SI	161	166	161	166	1.50	22.80	67.54	200	182	2213.67	2198.27	2214.85	2199.45	PVC
SI	162	163	162	163	1.50	30.50	7.70	200	182	2219.32	2216.97	2220.50	2218.15	PVC
NO	163	164	163	164	1.50	33.80	23.66	200	182	2216.93	2208.93	2218.15	2210.15	PVC
NO	164	165	164	165	1.50	26.65	16.71	200	182	2208.89	2204.44	2210.15	2205.70	PVC
NO	165	166	165	166	1.50	26.30	23.76	200	182	2204.40	2198.15	2205.70	2199.45	PVC
NO	166	167	166	167	1.50	46.35	12.62	200	182	2198.11	2192.26	2199.45	2193.60	PVC
NO	167	168	167	168	1.74	70.20	19.16	200	182	2192.21	2178.76	2193.60	2180.15	PVC
NO	168	169	168	169	3.73	25.34	15.98	200	182	2177.48	2173.43	2180.15	2176.10	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	169	170	169	170	4.80	42.20	12.68	200	182	2173.35	2168.00	2176.10	2170.75	PVC
NO	170	171	170	171	8.87	68.77	13.16	200	182	2166.93	2157.88	2170.75	2161.70	PVC
NO	171	172	171	172	9.70	69.86	6.30	200	182	2157.77	2153.37	2161.70	2157.30	PVC
NO	172	173	172	173	9.90	68.30	1.00	200	182	2153.26	2152.58	2157.30	2156.85	PVC
NO	173	174	173	174	10.42	48.80	9.50	200	182	2152.50	2147.87	2156.85	2150.20	PVC
NO	174	175	174	175	10.56	58.04	13.90	200	182	2147.76	2139.69	2150.20	2141.95	PVC
NO	175	176	175	176	11.06	76.25	10.50	200	182	2139.57	2131.56	2141.95	2133.60	PVC
NO	176	177	176	177	11.52	56.50	9.91	200	182	2131.44	2125.84	2133.60	2128.00	PVC
NO	177	178	177	178	11.66	31.44	13.90	250	227	2125.74	2121.37	2128.00	2123.70	PVC
NO	178	179	178	179	11.91	78.77	14.20	250	227	2121.26	2110.07	2123.70	2112.15	PVC
NO	179	180	179	180	25.40	65.76	9.80	250	227	2108.97	2102.53	2112.15	2104.50	PVC
NO	180	181	180	181	26.39	101.78	14.00	250	227	2102.35	2088.10	2104.50	2089.95	PVC
NO	181	182	181	182	26.98	86.89	16.00	250	227	2087.91	2074.01	2089.95	2075.90	PVC
NO	182	183	182	183	27.15	40.59	14.50	315	284	2073.85	2067.97	2075.90	2070.15	PVC
NO	183	184	183	184	27.33	31.92	18.00	315	284	2067.80	2062.06	2070.15	2064.20	PVC
NO	184	185	184	185	27.90	44.64	19.50	315	284	2061.89	2053.18	2064.20	2055.35	PVC
NO	185	186	185	186	28.53	59.73	14.65	315	284	2053.01	2044.26	2055.35	2046.40	PVC
NO	186	187	186	187	28.70	11.87	18.50	315	284	2044.09	2041.89	2046.40	2043.95	PVC
NO	187	188	187	188	29.43	39.22	2.00	315	284	2040.78	2040.00	2043.95	2042.90	PVC
NO	188	189	188	189	30.41	71.22	14.00	315	284	2039.86	2029.89	2042.90	2032.25	PVC
NO	189	190	189	190	30.81	38.09	6.40	315	284	2029.71	2027.27	2032.25	2029.80	PVC
NO	190	191	190	191	31.01	47.30	11.50	315	284	2027.11	2021.67	2029.80	2024.15	PVC
NO	191	23	191	23	31.12	38.81	10.20	315	284	2021.49	2017.53	2024.15	2020.05	PVC
SI	192	193	192	193	1.50	40.73	23.67	200	182	2230.11	2220.47	2231.29	2221.65	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	193	194	193	194	1.50	66.97	17.17	200	182	2220.43	2208.93	2221.65	2210.15	PVC
NO	194	195	194	195	1.50	26.10	29.12	200	182	2208.89	2201.29	2210.15	2202.55	PVC
NO	195	196	195	196	1.50	35.80	20.81	200	182	2201.24	2193.79	2202.55	2195.10	PVC
NO	196	197	196	197	1.50	31.40	27.55	200	182	2193.75	2185.10	2195.10	2186.45	PVC
NO	197	198	197	198	1.50	58.00	7.30	200	182	2185.06	2180.83	2186.45	2184.90	PVC
NO	198	199	198	199	1.79	48.20	5.50	200	182	2180.78	2178.13	2184.90	2181.75	PVC
NO	199	200	199	200	1.87	22.90	1.00	200	182	2178.09	2177.86	2181.75	2179.60	PVC
NO	200	168	200	168	1.92	29.70	1.00	200	182	2177.83	2177.54	2179.60	2180.15	PVC
SI	205	197	205	197	1.50	43.75	5.28	200	182	2187.58	2185.27	2188.76	2186.45	PVC
SI	193	201	193	201	1.50	46.95	12.03	200	182	2220.47	2214.82	2221.65	2216.00	PVC
NO	201	202	201	202	1.50	30.11	18.27	200	182	2214.78	2209.28	2216.00	2210.50	PVC
NO	202	203	202	203	1.50	36.23	19.49	200	182	2209.24	2202.18	2210.50	2203.44	PVC
NO	203	204	203	204	1.50	31.13	19.63	200	182	2202.14	2196.03	2203.44	2197.33	PVC
NO	204	205	204	205	1.60	40.75	21.03	200	182	2195.91	2187.34	2197.33	2188.76	PVC
NO	205	206	205	206	1.92	49.79	23.14	200	182	2187.29	2175.77	2188.76	2177.24	PVC
NO	206	207	206	207	2.15	36.63	17.58	200	182	2175.72	2169.28	2177.24	2170.80	PVC
NO	207	208	207	208	3.09	70.40	1.21	200	182	2169.22	2168.37	2170.80	2169.95	PVC
NO	208	209	208	209	3.33	60.94	1.15	200	182	2168.33	2167.63	2169.95	2169.25	PVC
NO	209	170	209	170	3.46	56.05	1.00	200	182	2167.58	2167.02	2169.25	2170.75	PVC
SI	210	202	210	202	1.50	44.10	7.60	200	182	2212.67	2209.32	2213.85	2210.50	PVC
NO	218	211	218	211	1.50	21.79	18.54	200	182	2205.40	2201.36	2206.74	2202.70	PVC
NO	211	204	211	204	1.50	38.63	13.90	200	182	2201.32	2195.95	2202.70	2197.33	PVC
SI	214	215	214	215	1.50	36.20	3.18	200	182	2223.57	2222.42	2224.75	2223.60	PVC
NO	215	216	215	216	1.50	27.40	17.23	200	182	2222.38	2217.66	2223.60	2218.88	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	216	217	216	217	1.50	29.78	17.02	200	182	2217.62	2212.55	2218.88	2213.81	PVC
NO	217	218	217	218	1.50	33.69	20.99	200	182	2212.51	2205.44	2213.81	2206.74	PVC
SI	218	219	218	219	1.50	28.30	20.11	200	182	2205.56	2199.87	2206.74	2201.05	PVC
NO	219	212	219	212	1.50	31.80	24.00	200	182	2199.83	2192.19	2201.05	2194.65	PVC
NO	212	205	212	205	1.50	23.40	20.00	200	182	2192.15	2187.47	2194.65	2188.76	PVC
SI	213	206	213	206	1.50	55.40	7.73	200	182	2180.34	2176.06	2181.52	2177.24	PVC
SI	220	216	220	216	1.50	33.90	9.65	200	182	2220.97	2217.70	2222.15	2218.88	PVC
SI	222	217	222	217	1.50	41.40	5.29	200	182	2214.82	2212.63	2216.00	2213.81	PVC
SI	221	222	221	222	1.50	18.50	22.16	200	182	2218.92	2214.82	2220.10	2216.00	PVC
NO	222	223	222	223	1.50	24.90	24.10	200	182	2214.78	2208.78	2216.00	2210.00	PVC
NO	223	218	223	218	1.50	37.07	8.79	200	182	2208.73	2205.47	2210.00	2206.74	PVC
SI	224	226	224	226	1.50	38.20	20.42	200	182	2180.72	2172.92	2181.90	2174.10	PVC
SI	225	226	225	226	1.50	46.80	4.38	200	182	2174.97	2172.92	2176.15	2174.10	PVC
NO	226	207	226	207	1.50	51.25	6.44	200	182	2172.88	2169.58	2174.10	2170.80	PVC
SI	230	228	230	228	1.50	32.70	1.00	200	182	2160.87	2160.54	2162.05	2163.90	PVC
SI	231	229	231	229	1.50	35.20	1.00	200	182	2160.47	2160.12	2161.65	2162.10	PVC
SI	208	227	208	227	1.50	19.80	10.86	200	182	2168.77	2166.62	2169.95	2167.80	PVC
NO	227	228	227	228	1.50	31.78	12.27	200	182	2166.58	2162.68	2167.80	2163.90	PVC
NO	228	229	228	229	1.50	23.35	7.71	200	182	2160.52	2158.72	2163.90	2162.10	PVC
NO	229	232	229	232	1.50	43.95	26.00	200	182	2158.68	2147.25	2162.10	2148.80	PVC
NO	232	233	232	233	1.50	39.30	19.47	200	182	2147.21	2139.56	2148.80	2141.15	PVC
NO	233	261	233	261	1.50	22.90	13.76	200	182	2139.52	2136.37	2141.15	2138.00	PVC
SI	173	234	173	234	1.50	61.15	9.20	200	182	2155.67	2150.04	2156.85	2152.25	PVC
NO	234	262	234	262	1.50	85.40	17.33	200	182	2150.00	2135.20	2152.25	2137.45	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
SI	235	175	235	175	1.50	54.10	2.50	200	182	2141.57	2140.22	2142.75	2141.95	PVC
SI	235	236	235	236	1.50	51.90	6.50	200	182	2141.57	2138.19	2142.75	2139.87	PVC
NO	236	263	236	263	1.50	67.85	2.98	200	182	2138.16	2136.14	2139.87	2137.85	PVC
SI	236	238	236	238	1.50	46.92	11.50	200	182	2138.69	2133.29	2139.87	2134.95	PVC
SI	237	238	237	238	1.50	49.00	1.73	200	182	2134.62	2133.77	2135.80	2134.95	PVC
NO	238	264	238	264	1.50	83.15	5.77	200	182	2133.25	2128.45	2134.95	2130.15	PVC
SI	239	240	239	240	1.50	38.50	9.09	200	182	2199.07	2195.57	2200.25	2196.75	PVC
NO	240	241	240	241	1.50	33.20	12.80	200	182	2195.53	2191.28	2196.75	2192.50	PVC
NO	141	249	241	249	1.50	39.60	19.19	200	182	2191.24	2183.64	2192.50	2184.90	PVC
SI	242	241	242	241	1.50	49.75	19.60	200	182	2201.07	2191.32	2202.25	2192.50	PVC
SI	243	248	243	248	1.50	75.20	19.75	200	182	2199.17	2184.32	2200.35	2185.50	PVC
SI	244	247	244	247	1.50	65.45	19.48	200	182	2195.87	2183.12	2197.05	2184.30	PVC
SI	245	246	245	246	1.50	51.80	19.69	200	182	2194.82	2184.62	2196.00	2185.80	PVC
NO	246	247	246	247	1.50	35.95	4.17	200	182	2184.58	2183.08	2185.80	2184.30	PVC
NO	247	248	247	248	1.50	31.10	1.00	200	182	2183.04	2182.73	2184.30	2185.50	PVC
NO	248	249	248	249	1.50	33.23	1.00	200	182	2182.71	2182.37	2185.50	2184.90	PVC
NO	249	250	249	250	1.50	19.72	1.00	200	182	2182.35	2182.15	2184.90	2184.25	PVC
NO	250	251	250	251	1.50	22.00	1.00	200	182	2182.13	2181.91	2184.25	2183.50	PVC
NO	251	252	251	252	1.50	47.50	1.00	200	182	2181.88	2181.41	2183.50	2183.35	PVC
NO	252	253	252	253	1.58	28.23	5.31	200	182	2181.38	2179.88	2183.35	2181.85	PVC
NO	253	254	253	254	1.67	43.80	18.15	200	182	2179.84	2171.89	2181.85	2173.90	PVC
NO	254	255	254	255	1.73	27.40	28.65	200	182	2171.85	2164.00	2173.90	2166.05	PVC
NO	255	256	255	256	1.75	20.90	8.85	200	182	2163.95	2162.10	2166.05	2164.20	PVC
NO	256	257	256	257	2.35	63.42	4.89	200	182	2162.05	2158.95	2164.20	2161.10	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	257	258	257	258	3.91	99.07	8.93	200	182	2158.88	2150.03	2161.10	2152.25	PVC
NO	258	259	258	259	5.92	91.05	6.43	200	182	2149.95	2144.10	2152.25	2146.40	PVC
NO	259	260	259	260	7.20	71.09	1.55	200	182	2144.01	2142.91	2146.40	2145.30	PVC
NO	260	261	260	261	7.54	91.85	7.95	200	182	2142.84	2135.54	2145.30	2138.00	PVC
NO	261	262	261	262	9.02	33.93	1.80	250	227	2135.45	2134.84	2138.00	2137.45	PVC
NO	262	263	262	263	10.01	28.17	1.00	250	227	2134.76	2134.48	2137.45	2137.85	PVC
NO	263	264	263	264	10.83	63.25	10.00	250	227	2134.40	2128.08	2137.85	2130.15	PVC
NO	264	265	264	265	11.40	36.70	4.90	250	227	2127.97	2126.17	2130.15	2128.35	PVC
NO	265	266	265	266	11.47	37.55	4.39	250	227	2126.08	2124.43	2128.35	2126.70	PVC
NO	266	267	266	267	11.53	32.40	8.02	250	227	2124.33	2121.73	2126.70	2124.10	PVC
NO	267	268	267	268	11.64	32.68	5.81	250	227	2121.62	2119.72	2124.10	2122.20	PVC
NO	268	269	268	269	11.86	49.14	2.75	250	227	2119.62	2118.27	2122.20	2120.85	PVC
NO	269	270	269	270	12.01	28.42	8.97	250	227	2118.18	2115.63	2120.85	2118.30	PVC
NO	270	271	270	271	12.25	46.50	3.33	250	227	2115.52	2113.97	2118.30	2116.75	PVC
NO	271	272	271	272	12.48	36.04	5.69	250	227	2113.87	2111.82	2116.75	2114.70	PVC
NO	272	179	272	179	12.66	28.49	8.95	250	227	2111.72	2109.17	2114.70	2112.15	PVC
SI	273	274	273	274	1.50	64.10	2.03	200	182	2045.17	2043.87	2046.35	2045.05	PVC
NO	274	275	274	275	1.50	40.05	3.12	200	182	2043.84	2042.59	2045.05	2043.80	PVC
NO	275	276	275	276	1.50	64.10	1.64	200	182	2042.55	2041.50	2043.80	2042.75	PVC
NO	276	187	276	187	1.50	49.00	1.00	200	182	2041.47	2040.98	2042.75	2043.95	PVC
SI	275	277	275	277	1.50	39.20	2.93	200	182	2042.62	2041.47	2043.80	2042.65	PVC
NO	277	278	277	278	1.50	64.10	1.17	200	182	2041.43	2040.68	2042.65	2041.90	PVC
NO	278	188	278	188	1.50	47.33	1.00	200	182	2040.66	2040.18	2041.90	2042.90	PVC
SI	279	280	279	280	1.50	64.65	0.93	200	182	2020.87	2020.27	2022.05	2021.45	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	280	281	280	281	1.50	35.41	5.22	200	182	2020.24	2018.39	2021.45	2019.60	PVC
NO	281	282	281	282	1.50	30.67	13.21	200	182	2017.92	2013.87	2019.60	2015.55	PVC
NO	282	283	282	283	1.50	34.81	10.20	200	182	2013.83	2010.28	2015.55	2012.00	PVC
NO	283	284	283	284	1.50	30.72	15.95	200	182	2009.95	2005.05	2012.00	2007.10	PVC
NO	284	290	284	290	2.29	91.75	26.59	200	182	2005.00	1980.60	2007.10	1982.70	PVC
NO	290	31	290	31	2.29	67.03	17.31	200	182	1980.55	1968.95	1982.70	1971.10	PVC
SI	285	281	285	281	1.50	86.35	1.00	200	182	2018.81	2017.94	2019.99	2019.60	PVC
SI	286	282	286	282	1.50	99.80	1.00	200	182	2015.37	2014.37	2016.55	2015.55	PVC
SI	287	288	287	288	1.50	83.95	1.00	200	182	2011.32	2010.48	2012.50	2012.19	PVC
NO	288	283	288	283	1.50	47.71	1.00	200	182	2010.45	2009.98	2012.19	2012.00	PVC
SI	289	284	289	284	1.50	94.30	4.98	200	182	2010.62	2005.92	2011.80	2007.10	PVC
SI	291	292	291	292	1.50	29.00	1.00	200	182	2200.82	2200.53	2202.00	2201.80	PVC
NO	292	293	292	293	1.50	17.40	7.47	200	182	2200.50	2199.20	2201.80	2200.50	PVC
NO	293	294	293	294	1.50	52.20	11.49	200	182	2199.17	2193.17	2200.50	2194.50	PVC
NO	294	1	294	1	1.50	32.20	19.41	200	182	2193.13	2186.88	2194.50	2188.25	PVC
SI	2	307	2	307	1.50	78.38	4.90	200	182	2177.02	2173.18	2178.20	2175.70	PVC
SI	3	309	3	309	1.50	65.59	7.00	200	182	2166.37	2161.78	2167.55	2163.30	PVC
SI	5	295	5	295	1.50	31.94	13.50	200	182	2156.57	2152.26	2157.75	2154.45	PVC
NO	295	296	295	296	1.50	37.57	3.50	200	182	2152.22	2150.90	2154.45	2153.80	PVC
NO	296	311	296	311	1.50	51.09	1.00	200	182	2150.87	2150.36	2153.80	2152.62	PVC
SI	297	298	297	298	1.50	32.57	20.00	200	182	2155.42	2148.90	2156.60	2150.86	PVC
NO	298	312	298	312	1.50	57.96	13.63	200	182	2148.86	2140.96	2150.86	2142.96	PVC
SI	7	314	7	314	1.50	106.92	11.60	200	182	2149.07	2136.67	2150.25	2138.45	PVC
SI	9	299	9	299	1.50	53.60	13.00	200	182	2138.72	2131.75	2139.90	2134.30	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	299	315	299	315	1.50	51.90	8.29	200	182	2131.71	2127.41	2134.30	2130.00	PVC
SI	11	300	11	300	1.50	62.21	12.50	200	182	2128.97	2121.19	2130.15	2124.05	PVC
NO	300	317	300	317	1.50	42.64	13.84	200	182	2121.15	2115.25	2124.05	2118.15	PVC
SI	301	12	301	12	1.50	59.70	1.00	200	182	2121.67	2121.07	2122.85	2124.05	PVC
SI	13	302	13	302	1.50	69.10	6.00	200	182	2117.61	2113.46	2118.79	2116.15	PVC
NO	302	319	302	319	1.50	28.14	9.00	200	182	2113.43	2110.89	2116.15	2112.25	PVC
SI	16	303	16	303	1.50	66.83	7.00	200	182	2085.32	2080.64	2086.50	2082.10	PVC
NO	303	322	303	322	1.50	40.75	5.03	200	182	2080.60	2078.55	2082.10	2080.05	PVC
SI	304	324	304	324	1.50	51.07	2.50	200	182	2068.02	2066.74	2069.20	2068.05	PVC
SI	332	305	332	305	1.50	42.90	4.08	200	182	2181.77	2180.02	2182.95	2181.20	PVC
NO	305	306	305	306	1.50	17.95	17.27	200	182	2179.98	2176.88	2181.20	2178.10	PVC
NO	306	307	306	307	1.50	19.28	12.45	200	182	2176.43	2174.03	2178.10	2175.70	PVC
NO	307	308	307	308	1.50	39.13	20.00	200	182	2173.14	2165.32	2175.70	2167.15	PVC
NO	308	309	308	309	1.50	40.53	9.50	200	182	2165.27	2161.42	2167.15	2163.30	PVC
NO	309	310	309	310	1.50	41.15	6.80	200	182	2161.39	2158.59	2163.30	2160.50	PVC
NO	310	311	310	311	1.50	39.82	19.79	200	182	2158.55	2150.67	2160.50	2152.62	PVC
NO	311	312	311	312	2.07	87.50	11.04	200	182	2150.32	2140.66	2152.62	2142.96	PVC
NO	312	313	312	313	2.37	44.34	1.00	200	182	2140.61	2140.17	2142.96	2142.90	PVC
NO	313	314	313	314	2.54	44.70	9.96	200	182	2140.13	2135.68	2142.90	2138.45	PVC
NO	314	315	314	315	3.37	101.34	8.34	200	182	2135.62	2127.17	2138.45	2130.00	PVC
NO	315	316	315	316	3.99	43.35	9.57	200	182	2127.10	2122.95	2130.00	2125.85	PVC
NO	316	317	316	317	4.28	64.07	12.02	200	182	2122.88	2115.18	2125.85	2118.15	PVC
NO	317	318	317	318	4.78	46.14	8.20	250	227	2115.12	2111.33	2118.15	2113.80	PVC
NO	318	319	318	319	5.31	58.81	2.50	250	227	2111.26	2109.79	2113.80	2112.25	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	319	320	319	320	5.80	36.72	19.00	250	227	2109.73	2102.75	2112.25	2105.10	PVC
NO	320	321	320	321	6.04	36.36	25.00	250	227	2102.67	2093.58	2105.10	2096.00	PVC
NO	321	322	321	322	6.45	76.90	20.50	250	227	2093.50	2077.73	2096.00	2080.05	PVC
NO	322	323	322	323	21.85	56.00	10.80	315	284	2077.57	2071.52	2080.05	2073.95	PVC
NO	323	324	323	324	22.14	52.34	11.20	315	284	2071.38	2065.51	2073.95	2068.05	PVC
NO	324	325	324	325	22.41	39.92	9.00	315	284	2065.37	2061.78	2068.05	2064.25	PVC
NO	325	19	325	19	22.60	74.71	8.60	315	284	2061.64	2055.21	2064.25	2057.60	PVC
SI	325	326	325	326	1.50	99.59	8.70	200	182	2063.07	2054.40	2064.25	2056.15	PVC
NO	326	327	326	327	1.50	75.97	2.37	200	182	2054.37	2052.57	2056.15	2054.35	PVC
NO	327	328	327	328	1.50	36.20	1.66	200	182	2052.53	2051.93	2054.35	2053.75	PVC
NO	328	329	328	329	1.50	29.48	12.89	200	182	2051.90	2048.10	2053.75	2049.95	PVC
NO	329	330	329	330	1.67	64.60	12.85	200	182	2048.06	2039.76	2049.95	2041.65	PVC
NO	330	21	330	21	1.71	24.62	11.90	200	182	2039.72	2036.79	2041.65	2038.72	PVC
SI	331	333	331	333	1.50	32.10	13.71	200	182	2183.02	2178.62	2184.20	2179.80	PVC
SI	332	334	332	334	1.50	30.21	10.10	200	182	2181.77	2178.72	2182.95	2179.90	PVC
SI	335	306	335	306	1.50	71.26	1.00	200	182	2177.17	2176.46	2178.35	2178.10	PVC
SI	310	337	310	337	1.50	44.24	5.00	200	182	2159.32	2157.11	2160.50	2159.25	PVC
SI	333	334	333	334	1.50	31.62	1.00	200	182	2178.62	2178.30	2179.80	2179.90	PVC
SI	334	335	334	335	1.50	34.09	4.55	200	182	2178.72	2177.17	2179.90	2178.35	PVC
SI	335	336	335	336	1.50	44.04	25.77	200	182	2177.17	2165.82	2178.35	2167.00	PVC
NO	336	337	336	337	1.50	38.14	21.50	200	182	2165.78	2157.58	2167.00	2159.25	PVC
NO	333	340	333	340	1.50	75.87	15.62	200	182	2178.58	2166.73	2179.80	2167.95	PVC
NO	334	339	334	339	1.50	50.50	21.78	200	182	2178.68	2167.68	2179.90	2168.90	PVC
NO	335	338	335	338	1.50	34.35	15.43	200	182	2177.13	2171.83	2178.35	2173.05	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	338	339	338	339	1.50	36.43	11.39	200	182	2171.79	2167.64	2173.05	2168.90	PVC
NO	339	340	339	340	1.50	41.63	2.28	200	182	2167.60	2166.65	2168.90	2167.95	PVC
NO	340	342	340	342	1.50	11.86	17.28	200	182	2166.62	2164.57	2167.95	2165.90	PVC
SI	341	342	341	342	1.50	22.85	12.47	200	182	2167.57	2164.72	2168.75	2165.90	PVC
NO	342	343	342	343	1.50	26.58	3.57	200	182	2164.53	2163.58	2165.90	2164.95	PVC
NO	343	345	343	345	1.50	37.18	5.92	200	182	2163.55	2161.35	2164.95	2162.75	PVC
SI	344	345	344	345	1.50	52.15	17.45	200	182	2170.67	2161.57	2171.85	2162.75	PVC
NO	345	346	345	346	1.87	20.34	15.24	200	182	2161.30	2158.20	2162.75	2159.65	PVC
NO	346	393	346	393	1.99	27.09	14.95	200	182	2158.16	2154.11	2159.65	2155.60	PVC
NO	337	347	337	347	1.50	71.25	5.50	200	182	2157.07	2153.15	2159.25	2156.65	PVC
NO	347	370	347	370	1.50	80.40	1.00	200	182	2153.11	2152.31	2156.65	2155.10	PVC
SI	312	348	312	348	1.50	99.42	3.70	200	182	2141.78	2138.10	2142.96	2140.40	PVC
NO	348	352	348	352	1.50	26.05	12.09	200	182	2138.06	2134.91	2140.40	2137.25	PVC
SI	314	349	314	349	1.50	63.67	13.70	200	182	2137.27	2128.55	2138.45	2130.75	PVC
NO	349	354	349	354	1.50	49.50	1.00	200	182	2128.51	2128.01	2130.75	2130.75	PVC
SI	315	350	315	350	1.50	75.32	12.50	200	182	2128.82	2119.40	2130.00	2121.90	PVC
NO	350	356	350	356	1.50	31.47	18.43	200	182	2119.36	2113.56	2121.90	2116.10	PVC
SI	317	351	317	351	1.50	99.88	14.00	200	182	2116.97	2102.98	2118.15	2106.85	PVC
NO	351	357	351	357	1.50	69.10	5.00	200	182	2102.95	2099.49	2106.85	2101.60	PVC
NO	352	353	352	353	1.50	62.41	5.37	200	182	2134.88	2131.53	2137.25	2133.90	PVC
NO	353	354	353	354	1.50	39.60	7.95	200	182	2131.49	2128.34	2133.90	2130.75	PVC
NO	354	355	354	355	1.63	36.64	25.11	200	182	2127.98	2118.78	2130.75	2121.55	PVC
NO	355	356	355	356	1.82	65.44	8.33	200	182	2118.74	2113.29	2121.55	2116.10	PVC
NO	356	357	356	357	2.80	90.13	15.00	200	182	2113.23	2099.71	2116.10	2101.60	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	357	358	357	358	3.59	44.40	5.07	200	182	2099.42	2097.17	2101.60	2099.35	PVC
NO	358	359	358	359	13.03	35.59	8.20	250	227	2096.90	2093.98	2099.35	2096.30	PVC
NO	359	360	359	360	13.19	52.62	7.51	250	227	2093.85	2089.90	2096.30	2092.35	PVC
NO	360	361	360	361	13.52	69.80	3.40	250	227	2089.78	2087.40	2092.35	2089.75	PVC
NO	361	362	361	362	13.96	75.29	4.85	250	227	2087.28	2083.63	2089.75	2086.10	PVC
NO	362	363	362	363	14.36	73.17	3.00	250	227	2083.51	2081.31	2086.10	2083.65	PVC
NO	363	364	363	364	14.62	48.70	3.00	250	227	2081.19	2079.73	2083.65	2082.15	PVC
NO	364	322	364	322	14.88	48.48	4.00	250	227	2079.61	2077.67	2082.15	2080.05	PVC
SI	352	372	352	372	1.50	99.45	8.00	200	182	2136.07	2128.11	2137.25	2130.70	PVC
SI	354	365	354	365	1.50	46.71	12.60	200	182	2129.57	2123.68	2130.75	2125.40	PVC
NO	365	374	365	374	1.50	63.68	14.05	200	182	2123.64	2114.69	2125.40	2116.45	PVC
SI	366	367	366	367	1.50	52.30	12.50	200	182	2120.87	2114.33	2122.05	2115.82	PVC
NO	367	368	367	368	1.50	55.70	14.24	200	182	2114.29	2106.36	2115.82	2107.89	PVC
SI	356	369	356	369	1.50	60.10	15.40	200	182	2114.92	2105.66	2116.10	2108.00	PVC
NO	369	368	369	368	1.50	48.03	1.00	200	182	2105.62	2105.14	2108.00	2107.89	PVC
NO	368	375	368	375	1.50	11.25	1.00	200	182	2105.12	2105.00	2107.89	2108.15	PVC
NO	370	371	370	371	1.50	80.90	15.50	200	182	2152.29	2139.75	2155.10	2142.05	PVC
NO	371	372	371	372	1.50	65.40	17.35	200	182	2139.71	2128.36	2142.05	2130.70	PVC
NO	372	373	372	373	7.16	60.15	12.00	200	182	2128.01	2120.79	2130.70	2122.85	PVC
NO	373	374	373	374	7.45	47.45	13.49	200	182	2120.70	2114.30	2122.85	2116.45	PVC
NO	374	375	374	375	8.06	78.64	10.55	200	182	2114.20	2105.90	2116.45	2108.15	PVC
NO	375	376	375	376	8.68	28.81	1.00	200	182	2104.90	2104.61	2108.15	2108.20	PVC
NO	376	377	376	377	9.10	18.99	5.00	200	182	2104.54	2103.59	2108.20	2105.90	PVC
NO	377	378	377	378	9.31	69.19	9.00	200	182	2103.49	2097.27	2105.90	2099.25	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	378	358	378	358	9.37	16.24	1.00	200	182	2097.16	2097.00	2099.25	2099.35	PVC
SI	359	379	359	379	1.50	72.50	9.50	250	227	2095.12	2088.23	2096.30	2089.85	PVC
SI	379	380	379	380	1.50	66.84	5.24	250	227	2088.67	2085.17	2089.85	2086.35	PVC
NO	380	381	380	381	1.50	75.02	9.86	250	227	2085.13	2077.73	2086.35	2078.95	PVC
NO	381	382	381	382	1.50	34.30	21.57	250	227	2077.69	2070.29	2078.95	2071.55	PVC
NO	382	383	382	383	1.50	26.25	21.14	250	227	2070.25	2064.70	2071.55	2066.00	PVC
NO	383	384	383	384	1.50	35.13	6.83	250	227	2064.66	2062.26	2066.00	2063.60	PVC
NO	384	385	384	385	1.50	79.78	4.83	250	227	2062.22	2058.37	2063.60	2059.75	PVC
NO	385	386	385	386	1.50	34.95	17.31	250	227	2058.34	2052.29	2059.75	2053.70	PVC
NO	386	387	386	387	1.50	51.29	14.62	250	227	2052.25	2044.75	2053.70	2046.20	PVC
NO	387	388	387	388	1.50	87.39	11.67	250	227	2044.71	2034.51	2046.20	2036.00	PVC
NO	388	389	388	389	1.50	77.76	10.61	250	227	2034.47	2026.22	2036.00	2027.75	PVC
NO	389	390	389	390	1.50	67.06	23.26	250	227	2026.18	2010.58	2027.75	2012.15	PVC
NO	390	391	390	391	1.50	59.89	10.35	250	227	2010.54	2004.34	2012.15	2005.95	PVC
NO	391	392	391	392	1.50	64.29	18.67	250	227	2004.30	1992.30	2005.95	1993.95	PVC
NO	392	546	392	546	1.50	85.72	7.35	250	227	1992.26	1985.96	1993.95	1987.65	PVC
SI	370	393	370	393	1.50	36.70	1.70	200	182	2153.92	2153.29	2155.10	2155.60	PVC
NO	393	394	393	394	2.46	74.96	5.00	200	182	2153.25	2149.50	2155.60	2151.95	PVC
NO	394	404	394	404	3.04	99.65	5.62	200	182	2149.44	2143.84	2151.95	2146.35	PVC
SI	395	405	395	405	1.50	59.90	8.00	200	182	2139.72	2134.93	2140.90	2136.85	PVC
SI	396	397	396	397	1.50	47.59	33.52	200	182	2204.82	2188.87	2206.00	2190.05	PVC
NO	397	398	397	398	1.50	36.23	27.74	200	182	2188.82	2178.77	2190.05	2180.00	PVC
NO	398	399	398	399	1.50	22.10	26.24	200	182	2178.73	2172.93	2180.00	2174.20	PVC
NO	399	400	399	400	1.50	19.78	19.46	200	182	2172.89	2169.04	2174.20	2170.35	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	400	401	400	401	1.50	25.29	13.25	200	182	2169.00	2165.65	2170.35	2167.00	PVC
NO	401	402	401	402	1.50	63.32	14.06	200	182	2165.61	2156.71	2167.00	2158.10	PVC
NO	402	403	402	403	1.50	63.98	15.71	200	182	2156.67	2146.62	2158.10	2148.05	PVC
NO	403	404	403	404	1.50	21.81	7.79	200	182	2146.58	2144.88	2148.05	2146.35	PVC
NO	404	405	404	405	4.52	66.31	14.00	200	182	2143.77	2134.49	2146.35	2136.85	PVC
NO	405	406	405	406	4.70	29.66	18.00	200	182	2134.42	2129.08	2136.85	2131.20	PVC
NO	406	372	406	372	5.00	46.90	1.07	200	182	2129.00	2128.50	2131.20	2130.70	PVC
SI	404	407	404	407	1.50	37.14	9.00	200	182	2145.17	2141.83	2146.35	2144.05	PVC
NO	407	408	407	408	1.50	51.14	18.58	200	182	2141.79	2132.29	2144.05	2134.55	PVC
NO	436	408	436	408	3.20	47.21	2.01	200	182	2133.26	2132.31	2135.50	2134.55	PVC
NO	408	409	408	409	3.60	32.20	5.50	200	182	2132.22	2130.44	2134.55	2132.50	PVC
NO	409	410	409	410	3.81	65.00	1.50	200	182	2130.39	2129.41	2132.50	2131.70	PVC
SI	410	406	410	406	1.50	53.98	2.00	200	182	2130.52	2129.44	2131.70	2131.20	PVC
SI	412	376	412	376	1.50	82.07	5.30	200	182	2109.02	2104.67	2110.20	2108.20	PVC
SI	378	415	378	415	1.50	55.89	7.00	200	182	2098.07	2094.16	2099.25	2095.80	PVC
NO	415	416	415	416	1.50	22.62	9.06	200	182	2094.12	2092.07	2095.80	2093.75	PVC
NO	416	414	416	414	1.50	66.47	3.20	200	182	2092.03	2089.90	2093.75	2092.10	PVC
NO	410	411	410	411	4.16	86.59	9.10	250	227	2129.36	2121.48	2131.70	2123.40	PVC
NO	411	412	411	412	4.72	66.80	19.76	250	227	2121.41	2108.21	2123.40	2110.20	PVC
NO	412	413	412	413	11.38	60.45	15.88	250	227	2108.06	2098.46	2110.20	2100.60	PVC
NO	413	414	413	414	11.69	80.31	10.70	250	227	2098.34	2089.74	2100.60	2092.10	PVC
SI	417	411	417	411	1.50	77.12	1.62	200	182	2123.47	2122.22	2124.65	2123.40	PVC
NO	455	418	455	418	4.90	60.23	3.15	200	182	2119.78	2117.88	2122.35	2120.45	PVC
NO	418	419	418	419	5.11	38.65	15.00	200	182	2117.82	2112.02	2120.45	2113.95	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	419	412	419	412	6.42	69.58	5.39	200	182	2111.93	2108.18	2113.95	2110.20	PVC
NO	456	419	456	419	1.50	87.95	2.44	200	182	2114.27	2112.12	2116.10	2113.95	PVC
NO	457	456	457	456	1.50	60.59	6.00	200	182	2117.94	2114.30	2120.00	2116.10	PVC
NO	459	457	459	457	1.50	14.02	1.00	200	182	2118.11	2117.97	2120.45	2120.00	PVC
SI	420	421	420	421	1.50	23.55	5.94	200	182	2146.97	2145.57	2148.15	2146.75	PVC
SI	422	421	422	421	1.50	41.65	4.68	200	182	2147.52	2145.57	2148.70	2146.75	PVC
NO	421	434	421	434	1.50	61.65	12.00	200	182	2145.53	2138.13	2146.75	2139.75	PVC
SI	422	427	422	427	1.50	57.70	7.20	200	182	2147.52	2143.36	2148.70	2145.30	PVC
SI	423	426	423	426	1.50	51.00	9.00	200	182	2154.57	2149.98	2155.75	2151.35	PVC
SI	424	425	424	425	1.50	44.70	15.50	200	182	2162.62	2155.69	2163.80	2157.10	PVC
NO	425	426	425	426	1.50	43.25	13.29	200	182	2155.65	2149.90	2157.10	2151.35	PVC
NO	426	427	426	427	1.50	43.30	13.97	200	182	2149.86	2143.81	2151.35	2145.30	PVC
NO	427	434	427	434	1.50	40.76	13.62	200	182	2143.33	2137.78	2145.30	2139.75	PVC
SI	442	428	442	428	1.50	26.95	9.00	200	182	2162.47	2160.04	2163.65	2161.90	PVC
NO	428	429	428	429	1.50	45.97	5.66	200	182	2160.00	2157.40	2161.90	2159.30	PVC
NO	429	430	429	430	1.50	81.14	6.22	200	182	2157.37	2152.32	2159.30	2154.25	PVC
NO	430	431	430	431	1.50	53.86	5.01	200	182	2152.28	2149.58	2154.25	2151.55	PVC
NO	431	432	431	432	1.50	75.29	5.05	200	182	2149.55	2145.75	2151.55	2147.75	PVC
NO	432	433	432	433	1.50	81.38	4.73	200	182	2145.71	2141.86	2147.75	2143.90	PVC
NO	433	434	433	434	1.50	62.67	6.62	200	182	2141.82	2137.67	2143.90	2139.75	PVC
NO	434	435	434	435	2.88	47.92	5.11	200	182	2137.62	2135.17	2139.75	2137.30	PVC
NO	435	436	435	436	3.10	46.69	3.86	200	182	2135.11	2133.31	2137.30	2135.50	PVC
SI	436	437	436	437	1.50	22.29	15.00	200	182	2134.32	2130.97	2135.50	2133.10	PVC
NO	437	449	437	449	1.50	54.32	5.98	200	182	2130.93	2127.68	2133.10	2129.85	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
SI	431	446	431	446	1.50	56.40	18.70	200	182	2150.37	2139.82	2151.55	2141.92	PVC
SI	433	448	433	448	1.50	64.70	18.00	200	182	2142.72	2131.07	2143.90	2133.30	PVC
SI	438	439	438	439	1.50	65.60	3.38	200	182	2167.00	2164.78	2168.18	2165.96	PVC
NO	439	440	439	440	1.50	16.70	1.00	200	182	2164.74	2164.58	2165.96	2165.98	PVC
NO	440	441	440	441	1.50	12.60	2.78	200	182	2164.55	2164.20	2165.98	2165.63	PVC
NO	441	442	441	442	1.50	44.71	4.43	200	182	2164.17	2162.19	2165.63	2163.65	PVC
NO	442	443	442	443	1.50	66.29	6.80	200	182	2162.15	2157.64	2163.65	2159.80	PVC
NO	443	444	443	444	1.50	69.53	10.24	200	182	2157.61	2150.49	2159.80	2152.68	PVC
NO	444	445	444	445	1.50	58.34	3.86	200	182	2150.45	2148.20	2152.68	2150.43	PVC
NO	445	446	445	446	1.50	99.85	8.52	200	182	2148.16	2139.65	2150.43	2141.92	PVC
NO	446	447	446	447	1.50	60.11	11.01	200	182	2139.62	2133.00	2141.92	2135.30	PVC
NO	447	448	447	448	1.64	73.06	2.74	200	182	2132.96	2130.96	2135.30	2133.30	PVC
NO	448	449	448	449	1.96	69.09	4.99	200	182	2130.91	2127.46	2133.30	2129.85	PVC
SI	446	452	446	452	1.50	64.63	13.50	200	182	2140.74	2132.01	2141.92	2133.90	PVC
SI	448	454	448	454	1.50	46.89	23.00	200	182	2132.12	2121.33	2133.30	2123.15	PVC
NO	449	450	449	450	2.66	77.90	6.74	200	182	2127.41	2122.16	2129.85	2124.60	PVC
NO	450	455	450	455	2.70	26.02	8.65	200	182	2122.11	2119.86	2124.60	2122.35	PVC
SI	444	451	444	451	1.50	94.94	9.30	200	182	2151.50	2142.67	2152.68	2144.85	PVC
NO	451	452	451	452	1.50	95.44	11.47	200	182	2142.63	2131.68	2144.85	2133.90	PVC
NO	452	453	452	453	1.79	94.53	8.52	200	182	2131.64	2123.59	2133.90	2125.85	PVC
NO	453	454	453	454	1.83	24.63	10.96	200	182	2123.54	2120.84	2125.85	2123.15	PVC
NO	454	455	454	455	1.98	10.62	7.53	200	182	2120.80	2120.00	2123.15	2122.35	PVC
SI	455	458	455	458	1.50	52.29	4.20	200	182	2121.17	2118.97	2122.35	2121.25	PVC
NO	458	459	458	459	1.50	50.43	1.59	200	182	2118.94	2118.14	2121.25	2120.45	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
SI	459	460	459	460	1.50	80.71	1.80	200	182	2119.27	2117.82	2120.45	2119.85	PVC
NO	460	461	460	461	1.50	56.73	3.00	200	182	2117.78	2116.08	2119.85	2118.15	PVC
NO	461	462	461	462	1.50	33.24	2.86	200	182	2116.05	2115.10	2118.15	2117.20	PVC
NO	462	463	462	463	1.50	70.22	1.00	200	182	2115.07	2114.36	2117.20	2116.75	PVC
NO	463	464	463	464	1.73	37.99	3.00	200	182	2114.33	2113.20	2116.75	2115.20	PVC
NO	464	465	464	465	2.39	88.24	3.74	200	182	2113.15	2109.85	2115.20	2111.90	PVC
NO	465	466	465	466	2.45	73.79	5.35	200	182	2109.80	2105.85	2111.90	2107.95	PVC
NO	466	467	466	467	2.62	100.64	9.94	200	182	2105.80	2095.80	2107.95	2097.95	PVC
NO	467	468	467	468	3.01	38.18	1.70	200	182	2095.75	2095.10	2097.95	2097.25	PVC
NO	468	469	468	469	3.09	31.10	1.45	200	182	2095.05	2094.60	2097.25	2096.80	PVC
NO	469	500	469	500	3.24	34.33	1.00	200	182	2094.56	2094.22	2096.80	2096.50	PVC
NO	414	479	414	479	12.82	63.10	5.10	250	227	2089.66	2086.44	2092.10	2089.85	PVC
SI	470	476	470	476	1.50	39.00	29.00	200	182	2100.87	2089.56	2102.05	2091.00	PVC
SI	468	471	468	471	1.50	59.19	4.65	200	182	2096.07	2093.32	2097.25	2094.50	PVC
NO	471	472	471	472	1.50	87.70	3.59	200	182	2093.28	2090.13	2094.50	2091.35	PVC
NO	472	473	472	473	1.50	54.61	1.45	200	182	2090.10	2089.31	2091.35	2090.50	PVC
NO	473	474	473	474	1.50	61.70	1.00	200	182	2089.28	2088.66	2090.50	2089.90	PVC
NO	474	475	474	475	1.95	91.18	1.00	200	182	2088.63	2087.71	2089.90	2090.85	PVC
NO	475	476	475	476	2.38	59.30	1.00	200	182	2087.68	2087.08	2090.85	2091.00	PVC
NO	476	477	476	477	2.96	97.30	1.00	200	182	2087.04	2086.07	2091.00	2091.25	PVC
NO	477	478	477	478	3.44	86.70	1.00	200	182	2086.03	2085.16	2091.25	2090.65	PVC
NO	478	479	478	479	3.94	27.49	1.00	200	182	2085.11	2084.84	2090.65	2089.85	PVC
NO	479	480	479	480	16.80	17.60	1.00	315	284	2084.72	2084.54	2089.85	2088.20	PVC
NO	480	481	480	481	16.87	37.95	11.00	315	284	2084.46	2080.28	2088.20	2081.80	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	481	482	481	482	17.06	58.10	7.49	315	284	2080.16	2075.81	2081.80	2077.45	PVC
NO	482	483	482	483	17.32	60.70	5.68	315	284	2075.69	2072.24	2077.45	2074.00	PVC
NO	483	484	483	484	17.33	35.12	2.85	315	284	2072.13	2071.13	2074.00	2073.00	PVC
NO	484	485	484	485	17.34	62.36	6.09	315	284	2071.02	2067.22	2073.00	2069.20	PVC
NO	485	486	485	486	17.34	81.24	18.70	315	284	2067.11	2051.91	2069.20	2053.85	PVC
NO	486	487	486	487	17.35	93.88	5.00	315	284	2051.78	2047.09	2053.85	2048.65	PVC
NO	487	488	487	488	17.36	75.94	15.14	315	284	2046.97	2035.47	2048.65	2037.15	PVC
NO	488	541	488	541	17.37	86.34	15.11	315	284	2035.35	2022.30	2037.15	2024.10	PVC
SI	443	489	443	489	1.50	38.83	1.00	200	182	2158.62	2158.23	2159.80	2160.45	PVC
NO	489	490	489	490	1.50	70.78	3.00	200	182	2158.20	2156.08	2160.45	2157.50	PVC
NO	490	491	490	491	1.50	62.06	4.19	200	182	2156.05	2153.45	2157.50	2154.90	PVC
NO	491	492	491	492	1.70	74.43	7.12	200	182	2153.41	2148.11	2154.90	2149.60	PVC
NO	492	493	492	493	2.01	42.01	4.64	200	182	2148.06	2146.11	2149.60	2147.65	PVC
NO	493	494	493	494	2.20	32.11	5.92	200	182	2146.07	2144.17	2147.65	2145.75	PVC
NO	494	495	494	495	2.35	57.77	13.16	200	182	2144.12	2136.52	2145.75	2138.15	PVC
NO	495	496	495	496	2.71	67.09	6.48	200	182	2136.47	2132.12	2138.15	2133.80	PVC
NO	496	497	496	497	2.79	20.89	6.94	200	182	2132.06	2130.61	2133.80	2132.35	PVC
NO	497	498	497	498	3.39	80.86	16.57	200	182	2130.55	2117.15	2132.35	2118.95	PVC
NO	498	499	498	499	4.08	60.75	35.97	200	182	2117.08	2095.23	2118.95	2097.10	PVC
NO	499	500	499	500	4.28	51.13	1.20	200	182	2095.16	2094.54	2097.10	2096.50	PVC
NO	500	501	500	501	7.55	13.94	1.00	200	182	2094.13	2093.99	2096.50	2096.35	PVC
SI	501	502	501	502	1.50	15.73	14.62	200	182	2095.17	2092.87	2096.35	2094.05	PVC
NO	502	503	502	503	1.50	40.15	23.16	200	182	2092.83	2083.53	2094.05	2084.75	PVC
NO	503	504	503	504	1.50	36.49	13.02	200	182	2083.49	2078.74	2084.75	2080.00	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	504	505	504	505	1.50	3.74	5.35	200	182	2078.70	2078.50	2080.00	2079.80	PVC
NO	505	506	505	506	1.50	52.34	9.17	200	182	2078.46	2073.66	2079.80	2075.00	PVC
NO	506	507	506	507	1.50	42.22	7.70	200	182	2073.62	2070.37	2075.00	2071.75	PVC
SI	510	509	510	509	1.50	41.50	5.40	200	182	2085.32	2083.08	2086.50	2084.26	PVC
NO	509	508	509	508	1.50	48.54	12.81	200	182	2083.04	2076.82	2084.26	2078.04	PVC
NO	508	507	508	507	1.50	79.54	7.91	200	182	2076.78	2070.49	2078.04	2071.75	PVC
NO	507	511	507	511	1.94	31.10	10.40	250	227	2070.33	2067.10	2071.75	2068.55	PVC
NO	511	512	511	512	1.95	39.10	11.25	250	227	2067.06	2062.66	2068.55	2064.15	PVC
NO	512	513	512	513	1.96	46.14	8.34	250	227	2062.61	2058.76	2064.15	2060.30	PVC
NO	513	514	513	514	1.96	71.35	13.52	250	227	2058.72	2049.07	2060.30	2050.65	PVC
NO	514	538	514	538	1.97	49.18	15.96	250	227	2049.03	2041.18	2050.65	2042.80	PVC
SI	497	515	497	515	1.50	98.31	4.50	200	182	2131.17	2126.74	2132.35	2128.35	PVC
NO	515	516	515	516	1.50	36.88	5.69	200	182	2126.71	2124.61	2128.35	2126.25	PVC
NO	516	517	516	517	1.50	21.08	5.69	200	182	2124.57	2123.37	2126.25	2125.05	PVC
NO	517	518	517	518	1.50	31.31	2.40	200	182	2123.34	2122.59	2125.05	2124.30	PVC
NO	518	519	518	519	1.50	85.48	3.45	200	182	2122.55	2119.60	2124.30	2121.35	PVC
NO	519	520	519	520	1.50	39.34	7.37	200	182	2119.57	2116.67	2121.35	2118.45	PVC
NO	520	521	520	521	1.50	22.73	3.74	200	182	2116.63	2115.78	2118.45	2117.60	PVC
NO	521	522	521	522	1.50	45.42	12.66	200	182	2115.75	2110.00	2117.60	2111.85	PVC
NO	522	523	522	523	1.52	36.90	12.60	200	182	2109.96	2105.31	2111.85	2107.20	PVC
NO	523	524	523	524	1.88	86.77	5.88	200	182	2105.26	2100.16	2107.20	2102.10	PVC
NO	524	525	524	525	2.11	47.58	5.15	200	182	2100.12	2097.67	2102.10	2099.65	PVC
NO	525	526	525	526	2.40	54.50	7.06	200	182	2097.62	2093.77	2099.65	2095.80	PVC
NO	526	527	526	527	2.79	90.80	1.35	200	182	2093.71	2092.49	2095.80	2094.70	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	501	527	501	527	7.72	49.25	3.00	200	182	2093.93	2092.45	2096.35	2094.70	PVC
SI	524	530	524	530	1.50	84.03	22.70	200	182	2100.92	2081.84	2102.10	2083.85	PVC
NO	527	528	527	528	10.67	68.22	8.28	200	182	2092.34	2086.69	2094.70	2089.05	PVC
NO	528	529	528	529	10.95	62.02	3.50	200	182	2086.58	2084.41	2089.05	2086.70	PVC
NO	529	530	529	530	11.08	39.95	7.00	200	182	2084.31	2081.51	2086.70	2083.85	PVC
NO	531	530	531	530	1.50	54.55	1.00	200	182	2082.42	2081.87	2084.25	2083.85	PVC
SI	532	531	532	531	1.50	60.65	2.50	200	182	2083.97	2082.45	2085.15	2084.25	PVC
NO	530	533	530	533	12.44	23.50	5.50	200	182	2081.39	2080.10	2083.85	2082.10	PVC
NO	533	534	533	534	12.45	90.40	14.00	200	182	2079.98	2067.33	2082.10	2069.50	PVC
NO	534	535	534	535	12.46	98.10	5.50	200	182	2067.20	2061.80	2069.50	2063.85	PVC
NO	535	536	535	536	12.46	60.55	9.00	200	182	2061.69	2056.24	2063.85	2058.35	PVC
NO	536	537	536	537	12.47	75.14	10.00	200	182	2056.11	2048.60	2058.35	2050.65	PVC
NO	537	538	537	538	12.48	96.01	8.00	200	182	2048.48	2040.80	2050.65	2042.80	PVC
NO	538	539	538	539	14.46	64.79	12.50	200	182	2040.66	2032.56	2042.80	2034.40	PVC
NO	539	540	539	540	14.47	45.19	14.05	200	182	2032.42	2026.07	2034.40	2028.05	PVC
NO	540	541	540	541	14.47	42.16	9.00	200	182	2025.93	2022.13	2028.05	2024.10	PVC
NO	541	542	541	542	32.07	47.43	3.50	200	182	2021.64	2019.98	2024.10	2022.40	PVC
NO	542	543	542	543	32.08	82.07	10.25	200	182	2019.71	2011.29	2022.40	2013.85	PVC
NO	543	544	543	544	32.09	59.86	23.20	200	182	2011.00	1997.11	2013.85	1999.70	PVC
NO	544	545	544	545	32.10	42.48	16.80	200	182	1996.80	1989.66	1999.70	1992.35	PVC
NO	545	546	545	546	32.11	45.73	10.20	200	182	1989.35	1984.69	1992.35	1987.65	PVC
NO	546	547	546	547	32.63	72.38	15.50	200	182	1984.38	1973.16	1987.65	1975.95	PVC
NO	547	548	547	548	32.64	61.34	21.44	200	182	1972.85	1959.70	1975.95	1962.80	PVC
NO	548	549	548	549	32.64	45.72	23.50	200	182	1959.38	1948.64	1962.80	1951.75	PVC

Tabla 11. (Continuación) Datos resultantes del diseño original del proyecto No 2.

Arranque	Tramo Proyecto		Tramo CIE-AGUA		Q d [L/s]	L [m]	S [%]	Ø Nominal [mm]	Ø Interno [mm]	Cota Batea [msnm]		Cota Terreno [msnm]		Material
	De	A	De	A						Inicial	Final	De	A	
NO	549	550	549	550	32.65	77.53	15.00	200	182	1948.32	1936.69	1951.75	1940.00	PVC
NO	550	551	550	551	32.66	94.43	9.00	200	182	1936.37	1927.87	1940.00	1931.20	PVC
NO	551	552	551	552	32.67	77.53	7.00	200	182	1927.57	1922.14	1931.20	1925.75	PVC
NO	552	553	552	553	32.67	43.04	22.50	200	182	1921.85	1912.16	1925.75	1915.90	PVC
NO	553	554	553	554	32.68	28.24	3.00	200	182	1911.84	1911.00	1915.90	1914.80	PVC
NO	554	36	554	36	32.69	31.34	1.00	200	182	1910.72	1910.41	1914.80	1914.40	PVC
NO	379	555	379	555	1.50	61.28	9.20	200	182	2088.19	2082.55	2089.85	2084.21	PVC
NO	555	556	555	556	1.50	53.88	8.63	200	182	2082.51	2077.86	2084.21	2079.56	PVC
NO	556	557	556	557	1.50	41.49	6.70	200	182	2077.83	2075.05	2079.56	2076.78	PVC
NO	557	558	557	558	1.50	42.04	10.23	200	182	2075.01	2070.71	2076.78	2072.48	PVC
NO	558	485	558	485	1.50	44.32	7.40	200	182	2070.67	2067.39	2072.48	2069.20	PVC
NO	41	PTAR	41	559	128.31	50.00	1.00	450	407	1888.53	1888.03	1890.30	1890.00	PVC

4.3 DATOS DE ENTRADA Y RESULTADOS CIE-AGUA

Para realizar el nuevo diseño utilizando la metodología de diseño optimizado de redes de alcantarillado que maneja el programa CIE-AGUA para los dos proyectos se utilizaron los siguientes datos de entrada generales:

- Las tuberías utilizadas en el diseño son de PVC con un $k_s=0.0015$ mm.
- Se utilizó una viscosidad cinemática $\nu=1.14 \times 10^{-6}$ m²/s.
- La base de diámetros implementada es la que utiliza el programa CIE-AGUA para tuberías de PVC, la cual va de un diámetro mínimo a un diámetro máximo que se fabrican en Colombia. En la **Tabla 12** se puede observar la base de diámetros utilizada.

Tabla 12. Base de diámetros utilizada por el programa CIE-AGUA.

Diámetros nominales [m]
0,150
0,200
0,250
0,300
0,350
0,400
0,450
0,500
0,600
0,680
0,750
0,830
0,900
1,000
1,100
1,200
1,300
1,400
1,500
1,600
1,700

4.3.1 Datos de entrada CIE-AGUA proyecto No 1

Los datos de entrada extraídos del proyecto No 1 para realizar el diseño optimizado en el programa CIE-AGUA fueron: lista de cámaras de inspección con sus IDs, cotas de terreno y las coordenadas norte y este; lista de tramos con cámara inicial y cámara final de cada uno, cotas de terreno inicial y final, caudal de diseño de cada uno y la identificación de si un tramo es o no un arranque.

Los datos de entrada correspondientes a la lista de cámaras de inspección del proyecto No 1 son los que se muestran en la **Tabla 7**.

Antes de ingresar los datos de entrada correspondientes a los tramos de la red hubo que organizarlos de tal forma que estos quedaran ordenados por rutas, es decir, definir una ruta principal y las demás rutas son rutas secundarias que deben finalizar en la ruta principal, debido a que el programa CIE-AGUA de propiedad del CIACUA de la Universidad de los Andes realiza el diseño de las tuberías considerando series de tramos para hallar el óptimo desde el punto de vista hidráulico y económico. En la **Tabla 13** se pueden observar cómo se organizaron por rutas los tramos del proyecto No 1 y los demás datos de entrada, presentando los siguientes datos:

Columna 1: ID tubería o tramo para CIE-AGUA [-].

Columna 2: Nudo o cámara de inspección inicial de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 3: Nudo o cámara de inspección final de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 4: Caudal de diseño de cada tubería o tramo [L/s].

Columna 5: Indicador si un tramo es un arranque o inicio [SI/NO].

Tabla 13. Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
1	73	74	0.0015	SI	14.00	14.27
2	74	75	0.0015	NO	14.27	14.07
3	75	77	0.0015	NO	14.07	14.03
4	77	79	0.0015	NO	14.03	13.81
5	79	83	0.0029	NO	13.81	13.78
6	83	85	0.0032	NO	13.78	13.93
7	85	86	0.0032	NO	13.93	13.95
8	86	87	0.0032	NO	13.95	14.25
9	87	88	0.0037	NO	14.25	14.67
10	88	89	0.0458	NO	14.67	14.56
11	89	91	0.0466	NO	14.56	15.12
12	91	98	0.0477	NO	15.12	15.00
13	98	99	0.0477	NO	15.00	14.60
14	99	100	0.0479	NO	14.60	14.18

Tabla 13. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
15	100	101	0.0481	NO	14.18	14.18
16	101	106	0.0487	NO	14.18	13.94
17	106	119	0.0499	NO	13.94	13.71
18	119	125	0.0506	NO	13.71	13.74
19	125	145	0.0566	NO	13.74	13.89
20	145	72	0.0585	NO	13.89	13.76
21	72	153	0.0833	NO	13.76	13.99
22	153	157	0.0845	NO	13.99	13.71
23	157	159	0.0848	NO	13.71	13.95
24	159	160	0.0852	NO	13.95	14.09
25	160	162	0.0859	NO	14.09	14.78
26	162	208	0.0963	NO	14.78	14.20
27	208	209	0.0963	NO	14.20	14.20
28	76	75	0.0015	SI	13.82	14.07
29	78	77	0.0015	SI	13.82	14.03
30	82	79	0.0015	SI	13.70	13.81
31	80	81	0.0015	SI	13.95	13.88
32	81	79	0.0015	NO	13.88	13.81
33	84	83	0.0015	SI	13.70	13.78
34	95	90	0.0015	SI	14.41	14.60
35	90	89	0.0015	NO	14.60	14.56
36	92	93	0.0015	SI	14.20	14.12
37	93	94	0.0015	NO	14.12	14.05
38	94	95	0.0015	NO	14.05	14.41
39	95	96	0.0015	NO	14.41	14.91
40	96	97	0.0016	NO	14.91	15.05
41	97	91	0.0017	NO	15.05	15.12
42	77	94	0.0015	SI	14.03	14.05
43	102	103	0.0015	SI	14.32	14.16
44	103	104	0.0015	NO	14.16	13.91
45	104	101	0.0015	NO	13.91	14.18
46	105	104	0.0015	SI	13.82	13.91
47	107	108	0.0015	SI	15.05	15.10
48	108	109	0.0015	NO	15.10	15.06
49	109	110	0.0015	NO	15.06	15.07
50	110	111	0.0015	NO	15.07	15.07

Tabla 13. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
51	111	112	0.0015	NO	15.07	15.07
52	112	113	0.0015	NO	15.07	15.07
53	113	114	0.0015	NO	15.07	14.05
54	114	115	0.0015	NO	14.05	13.60
55	115	116	0.0015	NO	13.60	13.70
56	116	117	0.0015	NO	13.70	13.76
57	117	118	0.0016	NO	13.76	13.80
58	118	106	0.0016	NO	13.80	13.94
59	120	121	0.0015	SI	14.27	14.00
60	121	122	0.0015	NO	14.00	13.70
61	122	123	0.0015	NO	13.70	13.50
62	123	124	0.0015	NO	13.50	13.88
63	124	119	0.0015	NO	13.88	13.71
64	130	129	0.0015	SI	13.92	14.15
65	129	133	0.0022	NO	14.15	14.34
66	133	136	0.0042	NO	14.34	13.80
67	136	137	0.0042	NO	13.80	13.99
68	137	125	0.0062	NO	13.99	13.74
69	126	127	0.0015	SI	14.53	14.39
70	127	128	0.0015	NO	14.39	14.10
71	128	129	0.0015	NO	14.10	14.15
72	131	132	0.0015	SI	14.60	14.50
73	132	129	0.0015	NO	14.50	14.15
74	134	135	0.0015	SI	14.82	14.55
75	135	133	0.0015	NO	14.55	14.34
76	138	139	0.0015	SI	14.58	14.45
77	139	140	0.0015	NO	14.45	14.21
78	140	137	0.0023	NO	14.21	13.99
79	141	142	0.0015	SI	14.13	14.45
80	142	143	0.0015	NO	14.45	14.29
81	143	144	0.0016	NO	14.29	14.03
82	144	125	0.0024	NO	14.03	13.74
83	149	150	0.0015	SI	14.76	14.46
84	150	151	0.0015	NO	14.46	14.25
85	151	152	0.0017	NO	14.25	14.02
86	152	145	0.0026	NO	14.02	13.89

Tabla 13. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
87	146	147	0.0015	SI	13.89	13.85
88	147	148	0.0015	NO	13.85	13.71
89	148	145	0.0015	NO	13.71	13.89
90	26	27	0.0015	SI	13.80	13.94
91	27	28	0.0015	NO	13.94	15.00
92	28	25	0.0015	NO	15.00	15.06
93	25	29	0.0226	NO	15.06	14.90
94	29	30	0.0229	NO	14.90	13.79
95	30	32	0.0231	NO	13.79	13.58
96	32	34	0.0235	NO	13.58	14.07
97	34	53	0.0275	NO	14.07	13.96
98	53	70	0.0311	NO	13.96	14.12
99	70	71	0.0311	NO	14.12	14.12
100	71	72	0.0311	NO	14.12	13.76
101	12	13	0.0015	SI	15.06	15.09
102	13	14	0.0015	NO	15.09	15.01
103	14	15	0.0015	NO	15.01	15.10
104	15	16	0.0015	NO	15.10	15.22
105	16	17	0.0015	NO	15.22	15.23
106	17	19	0.0022	NO	15.23	15.32
107	19	11	0.0024	NO	15.32	15.28
108	11	25	0.0221	NO	15.28	15.06
109	14	18	0.0015	SI	15.01	15.00
110	18	5	0.0015	NO	15.00	15.00
111	5	17	0.0015	NO	15.00	15.23
112	5	6	0.0015	SI	15.00	14.95
113	6	4	0.0015	NO	14.95	14.95
114	4	7	0.0194	NO	14.95	15.00
115	7	10	0.0195	NO	15.00	15.10
116	10	11	0.0195	NO	15.10	15.28
117	1	2	0.0113	SI	15.63	15.43
118	2	3	0.0116	NO	15.43	15.17
119	3	4	0.0120	NO	15.17	14.95
120	8	9	0.0015	SI	15.02	15.00
121	9	7	0.0015	NO	15.00	15.00
122	22	21	0.0015	SI	15.30	15.30

Tabla 13. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
123	21	23	0.0015	NO	15.30	15.17
124	23	24	0.0015	NO	15.17	15.47
125	24	11	0.0015	NO	15.47	15.28
126	20	21	0.0015	SI	15.40	15.30
127	31	30	0.0015	SI	13.80	13.79
128	33	32	0.0015	SI	14.10	13.58
129	42	43	0.0015	SI	14.50	14.75
130	43	44	0.0015	NO	14.75	14.69
131	44	45	0.0015	NO	14.69	14.02
132	45	41	0.0015	NO	14.02	13.91
133	41	47	0.0028	NO	13.91	13.96
134	47	49	0.0035	NO	13.96	13.89
135	49	51	0.0048	NO	13.89	13.82
136	51	34	0.0052	NO	13.82	14.07
137	35	36	0.0015	SI	14.20	14.16
138	36	38	0.0015	NO	14.16	14.08
139	38	41	0.0015	NO	14.08	13.91
140	37	36	0.0015	SI	14.64	14.16
141	39	38	0.0015	SI	14.23	14.08
142	40	38	0.0015	SI	14.04	14.08
143	46	41	0.0015	SI	14.10	13.91
144	48	47	0.0015	SI	14.06	13.96
145	50	49	0.0015	SI	14.00	13.89
146	52	51	0.0015	SI	13.79	13.82
147	69	53	0.0015	SI	13.75	13.96
148	61	62	0.0015	SI	14.60	14.55
149	62	63	0.0015	NO	14.55	14.50
150	63	60	0.0015	NO	14.50	14.30
151	60	57	0.0016	NO	14.30	14.60
152	57	64	0.0025	NO	14.60	14.40
153	64	66	0.0032	NO	14.40	14.60
154	66	67	0.0035	NO	14.60	14.01
155	67	68	0.0038	NO	14.01	13.44
156	68	53	0.0041	NO	13.44	13.96
157	56	55	0.0015	SI	14.80	14.80
158	55	57	0.0015	NO	14.80	14.60

Tabla 13. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
159	54	55	0.0015	SI	14.90	14.80
160	58	59	0.0015	SI	14.70	14.50
161	59	60	0.0015	NO	14.50	14.30
162	65	64	0.0015	SI	14.45	14.40
163	154	155	0.0015	SI	15.03	14.39
164	155	156	0.0015	NO	14.39	14.23
165	156	153	0.0019	NO	14.23	13.99
166	158	157	0.0015	SI	13.75	13.71
167	161	160	0.0015	SI	14.58	14.09
168	163	164	0.0015	SI	13.77	14.02
169	164	162	0.0015	NO	14.02	14.78
170	196	197	0.0015	SI	13.75	13.91
171	197	199	0.0015	NO	13.91	13.79
172	199	194	0.0017	NO	13.79	13.96
173	194	202	0.0123	NO	13.96	14.02
174	202	204	0.0127	NO	14.02	14.01
175	204	206	0.0131	NO	14.01	13.95
176	206	162	0.0139	NO	13.95	14.78
177	169	168	0.0015	SI	14.24	14.32
178	168	171	0.0015	NO	14.32	14.27
179	171	174	0.0027	NO	14.27	14.28
180	174	178	0.0040	NO	14.28	14.02
181	178	182	0.0054	NO	14.02	13.97
182	182	186	0.0069	NO	13.97	13.94
183	186	190	0.0084	NO	13.94	14.00
184	190	194	0.0099	NO	14.00	13.96
185	165	166	0.0015	SI	14.80	14.50
186	166	167	0.0015	NO	14.50	14.32
187	167	168	0.0015	NO	14.32	14.32
188	170	168	0.0015	SI	14.61	14.32
189	172	171	0.0015	SI	14.64	14.27
190	173	171	0.0015	SI	14.64	14.27
191	175	174	0.0015	SI	14.20	14.28
192	176	177	0.0015	SI	15.00	14.63
193	177	174	0.0015	NO	14.63	14.28
194	179	178	0.0015	SI	14.04	14.02

Tabla 13. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Tubo	Nudo-i	Nudo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno-i	Cota Terreno-f
195	180	181	0.0015	SI	14.60	14.30
196	181	178	0.0015	NO	14.30	14.02
197	183	182	0.0015	SI	14.09	13.97
198	184	185	0.0015	SI	14.57	14.23
199	185	182	0.0015	NO	14.23	13.97
200	187	186	0.0000	SI	14.06	13.94
201	188	189	0.0015	SI	14.38	14.10
202	189	186	0.0015	NO	14.10	13.94
203	191	190	0.0015	SI	14.00	14.00
204	192	193	0.0015	SI	14.75	14.11
205	193	190	0.0015	NO	14.11	14.00
206	198	197	0.0015	SI	13.85	13.91
207	201	199	0.0015	SI	13.90	13.79
208	200	199	0.0015	SI	13.79	13.79
209	195	194	0.0015	SI	13.96	13.96
210	203	202	0.0015	SI	14.35	14.02
211	205	204	0.0015	SI	14.35	14.01
212	207	206	0.0015	SI	14.29	13.95

4.3.2 Resultados CIE-AGUA proyecto No 1

A continuación se presentan los resultados obtenidos con el programa CIE-AGUA del diseño optimizado del proyecto No 1, mostrando en la **Tabla 14** los diámetros determinados, la profundidad normal de flujo, la pendiente determinada y las cotas de instalación para la tubería, el esfuerzo cortante medio, la velocidad media de flujo y el número de Froude; y mostrando en la **Tabla 15** los costos asociados con cada uno de los ítems considerados para el análisis y los costos totales para el diseño optimizado hallado.

De acuerdo con los resultados obtenidos se puede decir que se puede obtener un diseño válido para la red de drenaje urbano del proyecto No 1, acorde con la topografía del área. Pero se observa que para muchos tramos no se cumple con los criterios de autolimpieza como el esfuerzo cortante mínimo y la velocidad de flujo mínima; esto debido a que en su mayoría son tramos iniciales (arranques) o tramos que manejan un muy bajo caudal, dado que para obtener máxima relación de llenado de la tubería para esos caudales bajos se necesario tener pendiente bajas, lo que va en contra vía de los criterios de autolimpieza. Esta situación es básicamente causada por las restricciones de diámetro mínimo y caudal mínimo de diseño establecidas por la norma RAS 2000.

Los resultados evidencian que para obtener un diseño optimizado de la red de drenaje urbano del proyecto No 1 es necesario no cumplir las restricciones de autolimpieza particularmente para los tramos iniciales.

Para todos los tramos se cumple con que la relación de llenado en las tuberías no excede el 85%, pero se observa que se tiene flujo cuasicrítico para algunos tramos con una relación de llenado superior al 70%, lo que podría causar la presurización y sobrecarga de la red de drenaje urbano.

Con el diseño realizado con el programa CIE-AGUA se llega a una cota de batea final en el último tramo (208-209) igual a 9.474 msnm y en el diseño original se llega a la cota 9.530 para este mismo tramo, es decir, con el diseño optimizado se llega al punto de entrega 56 mm por debajo.

Teniendo en cuenta los resultados resumidos en la **Tabla 16** se evidencia que el diseño encontrado con el programa CIE-AGUA es más costoso que el valor determinado por la consultoría para la red de drenaje del proyecto No 1 considerando los cinco ítems utilizados para el análisis respectivo. Se encuentra que los costos que se optimizaron respecto al diseño original fueron los asociados con las tuberías y con las cámaras de inspección dado a que en el proyecto original se encontraron errores en el cálculo de las cantidades de obra (p.e. solo se cuantificó una sola cara del entibado). Es por lo anterior que se propone para la entrega definitiva hacer un análisis donde se hagan comparables las dos alternativas realizando el cálculo del valor de la red de drenaje del proyecto No 1 con las ecuaciones de costos planteadas como funciones objetivo para el CIE-AGUA.

La **Tabla 14** muestra los resultados obtenidos con el programa CIE-AGUA para el diseño hidráulico optimizado de la red de alcantarillado del proyecto No 1, presentando los siguientes datos:

- Columna 1: Nudo o cámara de inspección inicial de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].
- Columna 2: Nudo o cámara de inspección final de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].
- Columna 3: Diámetro de la tubería [m].
- Columna 4: Profundidad normal de flujo [m].
- Columna 5: Pendiente de instalación de la tubería [%].
- Columna 6: Caudal de diseño de cada tramo [L/s].
- Columna 7: Longitud de cada tramo [m].
- Columna 8: Cota de batea inicial para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].
- Columna 9: Cota de batea final para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].
- Columna 10: Cota de terreno inicial en el tramo [msnm].
- Columna 11: Cota de terreno final en el tramo [msnm].
- Columna 12: Esfuerzo cortante en la pared de la tubería [Pa].
- Columna 13: Velocidad media de flujo en la tubería [m/s].
- Columna 14: Número de Froude [-].

Tabla 14. Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
73	74	0.200	0.044	0.001	87.301	12.600	12.513	14.000	14.270	0.257	0.292	0.530
74	75	0.200	0.027	0.006	39.214	12.513	12.277	14.270	14.070	0.992	0.592	1.390
75	77	0.200	0.044	0.001	42.202	12.277	12.235	14.070	14.030	0.257	0.292	0.530
77	79	0.200	0.027	0.006	41.407	12.235	11.987	14.030	13.810	0.992	0.592	1.390
79	83	0.200	0.061	0.001	44.398	11.987	11.942	13.810	13.780	0.339	0.354	0.540
83	85	0.200	0.064	0.001	83.822	11.942	11.859	13.780	13.930	0.354	0.365	0.540
85	86	0.200	0.064	0.001	86.102	11.859	11.772	13.930	13.950	0.354	0.365	0.540
86	87	0.200	0.065	0.001	87.619	11.772	11.685	13.950	14.250	0.356	0.367	0.540
87	88	0.200	0.069	0.001	67.599	11.685	11.617	14.250	14.670	0.376	0.380	0.540
88	89	0.300	0.192	0.002	14.571	11.617	11.588	14.670	14.560	1.680	0.960	0.750
89	91	0.300	0.194	0.002	52.113	11.588	11.484	14.560	15.120	1.689	0.963	0.750
91	98	0.300	0.197	0.002	93.965	11.484	11.296	15.120	15.000	1.701	0.968	0.740
98	99	0.300	0.197	0.002	41.695	11.296	11.213	15.000	14.600	1.701	0.968	0.740
99	100	0.300	0.198	0.002	79.757	11.213	11.053	14.600	14.180	1.703	0.969	0.740
100	101	0.300	0.199	0.002	112.980	11.053	10.827	14.180	14.180	1.705	0.969	0.740
101	106	0.300	0.200	0.002	6.537	10.758	10.745	14.180	13.940	1.711	0.972	0.740
106	119	0.300	0.204	0.002	68.912	10.745	10.607	13.940	13.710	1.722	0.976	0.730
119	125	0.300	0.206	0.002	60.777	10.607	10.486	13.710	13.740	1.729	0.978	0.720
125	145	0.300	0.225	0.002	45.589	10.486	10.395	13.740	13.890	1.772	0.994	0.680
145	72	0.300	0.232	0.002	42.523	10.395	10.309	13.890	13.760	1.781	0.998	0.660
72	153	0.350	0.258	0.002	117.424	10.309	10.075	13.760	13.990	2.059	1.097	0.710
153	157	0.350	0.261	0.002	43.709	10.075	9.987	13.990	13.710	2.065	1.099	0.700
157	159	0.400	0.306	0.001	87.542	9.987	9.900	13.710	13.950	1.186	0.821	0.470
159	160	0.400	0.308	0.001	85.599	9.900	9.814	13.950	14.090	1.187	0.822	0.470
160	162	0.400	0.310	0.001	43.170	9.814	9.771	14.090	14.780	1.188	0.822	0.470

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
162	208	0.400	0.252	0.002	120.282	9.771	9.530	14.780	14.200	2.227	1.154	0.790
208	209	0.400	0.252	0.002	28.267	9.530	9.474	14.200	14.200	2.227	1.154	0.790
76	75	0.200	0.044	0.001	82.823	12.420	12.337	13.820	14.070	0.257	0.292	0.530
78	77	0.200	0.044	0.001	76.866	12.420	12.343	13.820	14.030	0.257	0.292	0.530
82	79	0.200	0.044	0.001	73.055	12.300	12.227	13.700	13.810	0.257	0.292	0.530
80	81	0.200	0.036	0.002	53.479	12.550	12.443	13.950	13.880	0.433	0.384	0.770
81	79	0.200	0.044	0.001	105.080	12.443	12.338	13.880	13.810	0.257	0.292	0.530
84	83	0.200	0.044	0.001	53.626	12.300	12.246	13.700	13.780	0.257	0.292	0.530
95	90	0.200	0.044	0.001	92.965	12.951	12.858	14.410	14.600	0.257	0.292	0.530
90	89	0.200	0.044	0.001	88.619	12.858	12.769	14.600	14.560	0.257	0.292	0.530
92	93	0.200	0.033	0.003	39.538	12.800	12.681	14.200	14.120	0.589	0.451	0.960
93	94	0.200	0.044	0.001	94.275	12.681	12.587	14.120	14.050	0.257	0.292	0.530
94	95	0.200	0.044	0.001	42.067	12.528	12.486	14.050	14.410	0.257	0.292	0.530
95	96	0.200	0.044	0.001	41.353	12.545	12.504	14.410	14.910	0.257	0.292	0.530
96	97	0.200	0.045	0.001	92.615	12.504	12.411	14.910	15.050	0.261	0.296	0.530
97	91	0.200	0.047	0.001	55.714	12.411	12.355	15.050	15.120	0.272	0.304	0.530
77	94	0.200	0.044	0.001	101.811	12.630	12.528	14.030	14.050	0.257	0.292	0.530
102	103	0.200	0.036	0.002	80.420	12.920	12.759	14.320	14.160	0.433	0.384	0.770
103	104	0.200	0.033	0.003	111.849	12.759	12.424	14.160	13.910	0.589	0.451	0.960
104	101	0.200	0.044	0.001	25.859	12.355	12.329	13.910	14.180	0.257	0.292	0.530
105	104	0.200	0.044	0.001	65.291	12.420	12.355	13.820	13.910	0.257	0.292	0.530
107	108	0.200	0.044	0.001	84.349	13.650	13.566	15.050	15.100	0.257	0.292	0.530
108	109	0.200	0.044	0.001	77.529	13.566	13.488	15.100	15.060	0.257	0.292	0.530
109	110	0.200	0.044	0.001	24.734	13.488	13.463	15.060	15.070	0.257	0.292	0.530
110	111	0.200	0.044	0.001	17.471	13.463	13.446	15.070	15.070	0.257	0.292	0.530

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
111	112	0.200	0.044	0.001	68.977	13.446	13.377	15.070	15.070	0.257	0.292	0.530
112	113	0.200	0.044	0.001	67.438	13.377	13.310	15.070	15.070	0.257	0.292	0.530
113	114	0.200	0.023	0.011	101.947	13.310	12.188	15.070	14.050	1.564	0.750	1.910
114	115	0.200	0.022	0.014	33.967	12.188	11.713	14.050	13.600	1.874	0.824	2.170
115	116	0.200	0.044	0.001	32.308	11.713	11.680	13.600	13.700	0.257	0.292	0.530
116	117	0.200	0.044	0.001	32.564	11.680	11.648	13.700	13.760	0.257	0.292	0.530
117	118	0.200	0.045	0.001	26.373	11.648	11.621	13.760	13.800	0.261	0.296	0.530
118	106	0.200	0.045	0.001	19.370	11.621	11.602	13.800	13.940	0.261	0.296	0.530
120	121	0.200	0.027	0.006	48.666	12.870	12.578	14.270	14.000	0.992	0.592	1.390
121	122	0.200	0.024	0.010	32.594	12.578	12.252	14.000	13.700	1.456	0.723	1.810
122	123	0.200	0.024	0.009	24.239	12.252	12.034	13.700	13.500	1.345	0.694	1.720
123	124	0.200	0.044	0.001	41.907	12.034	11.992	13.500	13.880	0.257	0.292	0.530
124	119	0.200	0.026	0.007	60.965	11.992	11.565	13.880	13.710	1.114	0.629	1.500
130	129	0.200	0.044	0.001	76.895	12.520	12.443	13.920	14.150	0.257	0.292	0.530
129	133	0.200	0.053	0.001	43.739	12.443	12.399	14.150	14.340	0.301	0.326	0.540
133	136	0.200	0.047	0.005	118.118	12.399	11.809	14.340	13.800	1.348	0.748	1.320
136	137	0.200	0.074	0.001	42.235	11.809	11.767	13.800	13.990	0.395	0.394	0.540
137	125	0.200	0.046	0.011	41.485	11.767	11.310	13.990	13.740	2.921	1.149	2.040
126	127	0.200	0.033	0.003	51.433	13.130	12.976	14.530	14.390	0.589	0.451	0.960
127	128	0.200	0.030	0.004	87.408	12.976	12.626	14.390	14.100	0.732	0.505	1.120
128	129	0.200	0.044	0.001	42.493	12.626	12.584	14.100	14.150	0.257	0.292	0.530
131	132	0.200	0.036	0.002	70.368	13.200	13.059	14.600	14.500	0.433	0.384	0.770
132	129	0.200	0.026	0.007	87.841	13.059	12.444	14.500	14.150	1.114	0.629	1.500
134	135	0.200	0.030	0.004	86.931	13.420	13.072	14.820	14.550	0.732	0.505	1.120
135	133	0.200	0.028	0.005	87.631	13.072	12.634	14.550	14.340	0.865	0.551	1.260

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
138	139	0.200	0.036	0.002	88.089	13.180	13.004	14.580	14.450	0.433	0.384	0.770
139	140	0.200	0.033	0.003	87.699	13.004	12.741	14.450	14.210	0.589	0.451	0.960
140	137	0.200	0.037	0.004	118.420	12.741	12.267	14.210	13.990	0.882	0.575	1.140
141	142	0.200	0.044	0.001	58.873	12.730	12.671	14.130	14.450	0.257	0.292	0.530
142	143	0.200	0.036	0.002	86.855	12.671	12.497	14.450	14.290	0.433	0.384	0.770
143	144	0.200	0.033	0.003	86.995	12.497	12.236	14.290	14.030	0.599	0.456	0.960
144	125	0.200	0.036	0.005	118.492	12.236	11.644	14.030	13.740	1.059	0.634	1.290
149	150	0.200	0.030	0.004	76.434	13.360	13.054	14.760	14.460	0.732	0.505	1.120
150	151	0.200	0.033	0.003	86.762	13.054	12.794	14.460	14.250	0.589	0.451	0.960
151	152	0.200	0.035	0.003	87.488	12.794	12.532	14.250	14.020	0.629	0.472	0.970
152	145	0.200	0.042	0.003	118.552	12.532	12.176	14.020	13.890	0.741	0.529	0.980
146	147	0.200	0.044	0.001	43.466	12.490	12.447	13.890	13.850	0.257	0.292	0.530
147	148	0.200	0.033	0.003	60.689	12.447	12.264	13.850	13.710	0.589	0.451	0.960
148	145	0.200	0.044	0.001	56.875	12.264	12.208	13.710	13.890	0.257	0.292	0.530
26	27	0.200	0.044	0.001	76.289	12.400	12.324	13.800	13.940	0.257	0.292	0.530
27	28	0.200	0.044	0.001	85.481	12.324	12.238	13.940	15.000	0.257	0.292	0.530
28	25	0.200	0.044	0.001	16.829	12.238	12.221	15.000	15.060	0.257	0.292	0.530
25	29	0.200	0.143	0.003	22.918	12.221	12.153	15.060	14.900	1.750	0.944	0.830
29	30	0.200	0.144	0.003	83.278	12.153	11.903	14.900	13.790	1.754	0.946	0.820
30	32	0.200	0.145	0.003	53.921	11.903	11.741	13.790	13.580	1.759	0.947	0.820
32	34	0.250	0.186	0.001	99.011	11.741	11.642	13.580	14.070	0.737	0.600	0.450
34	53	0.250	0.157	0.002	45.204	11.642	11.552	14.070	13.960	1.390	0.847	0.740
53	70	0.250	0.171	0.002	41.458	11.181	11.098	13.960	14.120	1.440	0.867	0.700
70	71	0.250	0.171	0.002	15.518	11.098	11.067	14.120	14.120	1.440	0.867	0.700
71	72	0.250	0.171	0.002	28.373	11.067	11.010	14.120	13.760	1.440	0.867	0.700

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
12	13	0.200	0.044	0.001	49.644	13.660	13.610	15.060	15.090	0.257	0.292	0.530
13	14	0.200	0.036	0.002	69.153	13.610	13.472	15.090	15.010	0.433	0.384	0.770
14	15	0.200	0.044	0.001	29.082	13.472	13.443	15.010	15.100	0.257	0.292	0.530
15	16	0.200	0.044	0.001	44.833	13.443	13.398	15.100	15.220	0.257	0.292	0.530
16	17	0.200	0.044	0.001	73.555	13.398	13.325	15.220	15.230	0.257	0.292	0.530
17	19	0.200	0.053	0.001	56.604	13.325	13.268	15.230	15.320	0.302	0.327	0.540
19	11	0.200	0.055	0.001	75.446	13.268	13.193	15.320	15.280	0.312	0.335	0.540
11	25	0.200	0.140	0.003	26.740	13.193	13.112	15.280	15.060	1.740	0.941	0.840
14	18	0.200	0.044	0.001	72.182	13.610	13.538	15.010	15.000	0.257	0.292	0.530
18	5	0.200	0.044	0.001	75.815	13.538	13.462	15.000	15.000	0.257	0.292	0.530
5	17	0.200	0.044	0.001	71.955	13.462	13.390	15.000	15.230	0.257	0.292	0.530
5	6	0.200	0.044	0.001	58.504	13.600	13.541	15.000	14.950	0.257	0.292	0.530
6	4	0.200	0.044	0.001	66.010	13.541	13.475	14.950	14.950	0.257	0.292	0.530
4	7	0.200	0.151	0.002	25.947	13.233	13.181	14.950	15.000	1.183	0.762	0.630
7	10	0.200	0.152	0.002	28.617	13.181	13.124	15.000	15.100	1.184	0.762	0.630
10	11	0.200	0.152	0.002	39.572	13.124	13.045	15.100	15.280	1.185	0.762	0.630
1	2	0.200	0.084	0.004	59.079	14.230	13.994	15.630	15.430	1.733	0.909	1.160
2	3	0.200	0.085	0.004	81.717	13.994	13.667	15.430	15.170	1.750	0.915	1.150
3	4	0.200	0.087	0.004	108.472	13.667	13.233	15.170	14.950	1.776	0.924	1.150
8	9	0.200	0.044	0.001	63.341	13.620	13.557	15.020	15.000	0.257	0.292	0.530
9	7	0.200	0.044	0.001	50.320	13.557	13.506	15.000	15.000	0.257	0.292	0.530
22	21	0.200	0.044	0.001	42.102	13.900	13.858	15.300	15.300	0.257	0.292	0.530
21	23	0.200	0.033	0.003	52.282	13.688	13.531	15.300	15.170	0.589	0.451	0.960
23	24	0.200	0.044	0.001	75.751	13.531	13.455	15.170	15.470	0.257	0.292	0.530
24	11	0.200	0.027	0.006	68.438	13.455	13.045	15.470	15.280	0.992	0.592	1.390

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
20	21	0.200	0.026	0.007	44.582	14.000	13.688	15.400	15.300	1.114	0.629	1.500
31	30	0.200	0.044	0.001	85.264	12.400	12.315	13.800	13.790	0.257	0.292	0.530
33	32	0.200	0.025	0.008	100.903	12.700	11.893	14.100	13.580	1.231	0.662	1.610
42	43	0.200	0.044	0.001	58.513	13.100	13.041	14.500	14.750	0.257	0.292	0.530
43	44	0.200	0.036	0.002	48.203	13.041	12.945	14.750	14.690	0.433	0.384	0.770
44	45	0.200	0.026	0.007	96.254	12.945	12.271	14.690	14.020	1.114	0.629	1.500
45	41	0.200	0.036	0.002	76.136	12.271	12.119	14.020	13.910	0.433	0.384	0.770
41	47	0.200	0.061	0.001	43.563	11.896	11.853	13.910	13.960	0.338	0.353	0.540
47	49	0.200	0.056	0.002	41.717	11.853	11.769	13.960	13.890	0.629	0.497	0.790
49	51	0.200	0.080	0.001	100.188	11.769	11.669	13.890	13.820	0.420	0.410	0.540
51	34	0.200	0.083	0.001	26.652	11.669	11.642	13.820	14.070	0.432	0.418	0.530
35	36	0.200	0.044	0.001	81.748	12.800	12.718	14.200	14.160	0.257	0.292	0.530
36	38	0.200	0.036	0.002	42.015	12.515	12.431	14.160	14.080	0.433	0.384	0.770
38	41	0.200	0.024	0.009	43.285	12.208	11.818	14.080	13.910	1.345	0.694	1.720
37	36	0.200	0.023	0.011	65.915	13.240	12.515	14.640	14.160	1.564	0.750	1.910
39	38	0.200	0.027	0.006	69.787	12.830	12.411	14.230	14.080	0.992	0.592	1.390
40	38	0.200	0.044	0.001	81.385	12.640	12.559	14.040	14.080	0.257	0.292	0.530
46	41	0.200	0.028	0.005	79.067	12.700	12.305	14.100	13.910	0.865	0.551	1.260
48	47	0.200	0.030	0.004	77.054	12.660	12.352	14.060	13.960	0.732	0.505	1.120
50	49	0.200	0.030	0.004	80.322	12.600	12.279	14.000	13.890	0.732	0.505	1.120
52	51	0.200	0.044	0.001	78.245	12.390	12.312	13.790	13.820	0.257	0.292	0.530
69	53	0.200	0.044	0.001	90.748	12.350	12.259	13.750	13.960	0.257	0.292	0.530
61	62	0.200	0.033	0.003	19.736	13.200	13.141	14.600	14.550	0.589	0.451	0.960
62	63	0.200	0.036	0.002	31.153	13.141	13.078	14.550	14.500	0.433	0.384	0.770
63	60	0.200	0.020	0.018	11.358	13.078	12.874	14.500	14.300	2.253	0.906	2.470

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
60	57	0.200	0.045	0.001	63.045	12.670	12.607	14.300	14.600	0.261	0.296	0.530
57	64	0.200	0.038	0.004	54.432	12.429	12.212	14.600	14.400	0.910	0.587	1.150
64	66	0.200	0.065	0.001	63.657	12.212	12.148	14.400	14.600	0.355	0.366	0.540
66	67	0.200	0.036	0.009	72.650	12.148	11.494	14.600	14.010	1.951	0.896	1.800
67	68	0.200	0.035	0.012	49.194	11.494	10.904	14.010	13.440	2.508	1.026	2.100
68	53	0.200	0.073	0.001	104.825	10.904	10.799	13.440	13.960	0.393	0.392	0.540
56	55	0.200	0.044	0.001	29.543	13.400	13.370	14.800	14.800	0.257	0.292	0.530
55	57	0.200	0.027	0.006	71.174	13.193	12.766	14.800	14.600	0.992	0.592	1.390
54	55	0.200	0.023	0.012	25.555	13.500	13.193	14.900	14.800	1.669	0.776	2.000
58	59	0.200	0.030	0.004	57.192	13.300	13.071	14.700	14.500	0.732	0.505	1.120
59	60	0.200	0.017	0.036	11.155	13.071	12.670	14.500	14.300	3.782	1.186	3.550
65	64	0.200	0.044	0.001	85.268	13.050	12.965	14.450	14.400	0.257	0.292	0.530
154	155	0.200	0.026	0.007	100.245	13.630	12.928	15.030	14.390	1.114	0.629	1.500
155	156	0.200	0.036	0.002	87.190	12.928	12.754	14.390	14.230	0.433	0.384	0.770
156	153	0.200	0.030	0.006	87.760	12.754	12.227	14.230	13.990	1.098	0.635	1.400
158	157	0.200	0.044	0.001	91.402	12.350	12.259	13.750	13.710	0.257	0.292	0.530
161	160	0.200	0.027	0.006	116.643	13.180	12.480	14.580	14.090	0.992	0.592	1.390
163	164	0.200	0.044	0.001	87.214	12.370	12.283	13.770	14.020	0.257	0.292	0.530
164	162	0.200	0.044	0.001	87.476	12.283	12.195	14.020	14.780	0.257	0.292	0.530
196	197	0.200	0.044	0.001	84.445	12.350	12.266	13.750	13.910	0.257	0.292	0.530
197	199	0.200	0.033	0.003	47.747	12.266	12.122	13.910	13.790	0.589	0.451	0.960
199	194	0.200	0.047	0.001	42.774	12.122	12.080	13.790	13.960	0.272	0.304	0.530
194	202	0.200	0.143	0.001	87.324	12.080	11.992	13.960	14.020	0.583	0.513	0.450
202	204	0.200	0.146	0.001	18.108	11.992	11.974	14.020	14.010	0.587	0.515	0.440
204	206	0.200	0.114	0.002	41.234	11.974	11.892	14.010	13.950	1.059	0.707	0.740

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
206	162	0.200	0.158	0.001	43.106	11.892	11.849	13.950	14.780	0.595	0.520	0.410
169	168	0.200	0.044	0.001	37.940	12.840	12.802	14.240	14.320	0.257	0.292	0.530
168	171	0.200	0.036	0.002	43.282	12.660	12.574	14.320	14.270	0.433	0.384	0.770
171	174	0.200	0.059	0.001	41.525	12.378	12.336	14.270	14.280	0.331	0.348	0.540
174	178	0.200	0.042	0.007	42.686	12.254	11.955	14.280	14.020	1.721	0.847	1.580
178	182	0.200	0.069	0.002	44.412	11.936	11.847	14.020	13.970	0.753	0.562	0.800
182	186	0.200	0.098	0.001	43.211	11.812	11.769	13.970	13.940	0.483	0.451	0.520
186	190	0.200	0.110	0.001	44.742	11.769	11.724	13.940	14.000	0.518	0.474	0.510
190	194	0.200	0.122	0.001	41.190	11.724	11.683	14.000	13.960	0.549	0.492	0.490
165	166	0.200	0.027	0.006	50.872	13.400	13.095	14.800	14.500	0.992	0.592	1.390
166	167	0.200	0.027	0.006	35.001	13.095	12.885	14.500	14.320	0.992	0.592	1.390
167	168	0.200	0.044	0.001	22.380	12.885	12.862	14.320	14.320	0.257	0.292	0.530
170	168	0.200	0.027	0.006	91.621	13.210	12.660	14.610	14.320	0.992	0.592	1.390
172	171	0.200	0.026	0.007	86.507	13.240	12.634	14.640	14.270	1.114	0.629	1.500
173	171	0.200	0.027	0.006	103.758	13.240	12.617	14.640	14.270	0.992	0.592	1.390
175	174	0.200	0.044	0.001	87.035	12.800	12.713	14.200	14.280	0.257	0.292	0.530
176	177	0.200	0.022	0.013	30.157	13.600	13.208	15.000	14.630	1.772	0.801	2.080
177	174	0.200	0.026	0.007	88.031	13.208	12.592	14.630	14.280	1.114	0.629	1.500
179	178	0.200	0.044	0.001	85.934	12.640	12.554	14.040	14.020	0.257	0.292	0.530
180	181	0.200	0.026	0.007	44.273	13.200	12.890	14.600	14.300	1.114	0.629	1.500
181	178	0.200	0.027	0.006	89.003	12.890	12.356	14.300	14.020	0.992	0.592	1.390
183	182	0.200	0.030	0.004	85.349	12.690	12.349	14.090	13.970	0.732	0.505	1.120
184	185	0.200	0.026	0.007	55.912	13.170	12.779	14.570	14.230	1.114	0.629	1.500
185	182	0.200	0.027	0.006	87.882	12.779	12.251	14.230	13.970	0.992	0.592	1.390
187	186	0.200	0.030	0.004	83.937	12.660	12.324	14.060	13.940	0.732	0.505	1.120

Tabla 14. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
188	189	0.200	0.030	0.004	71.695	12.980	12.693	14.380	14.100	0.732	0.505	1.120
189	186	0.200	0.028	0.005	87.792	12.693	12.254	14.100	13.940	0.865	0.551	1.260
191	190	0.200	0.044	0.001	84.860	12.600	12.515	14.000	14.000	0.257	0.292	0.530
192	193	0.200	0.025	0.008	85.967	13.350	12.662	14.750	14.110	1.231	0.662	1.610
193	190	0.200	0.030	0.004	87.958	12.662	12.310	14.110	14.000	0.732	0.505	1.120
198	197	0.200	0.044	0.001	55.712	12.450	12.394	13.850	13.910	0.257	0.292	0.530
201	199	0.200	0.028	0.005	65.963	12.500	12.170	13.900	13.790	0.865	0.551	1.260
200	199	0.200	0.044	0.001	81.937	12.390	12.308	13.790	13.790	0.257	0.292	0.530
195	194	0.200	0.044	0.001	82.828	12.560	12.477	13.960	13.960	0.257	0.292	0.530
203	202	0.200	0.027	0.006	98.902	12.950	12.357	14.350	14.020	0.992	0.592	1.390
205	204	0.200	0.027	0.006	105.154	12.950	12.319	14.350	14.010	0.992	0.592	1.390
207	206	0.200	0.028	0.005	120.887	12.890	12.286	14.290	13.950	0.865	0.551	1.260

La **Tabla 15** muestra los costos obtenidos con el diseño optimizado, utilizando programa CIE-AGUA, de la red de alcantarillado del proyecto No 1 para los ítems tenidos en cuenta, presentando los siguientes datos:

- Columna 1: Nudo o cámara de inspección inicial de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].
- Columna 2: Nudo o cámara de inspección final de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].
- Columna 3: Diámetro de la tubería [m].
- Columna 4: Costo total de instalación de cada tramo de la red [COP].
- Columna 5: Costo total asociado con la tubería de cada tramo de la red [COP].
- Columna 6: Costo total de excavación para cada tramo analizado [COP].
- Columna 7: Costo total de entibado para cada tramo [COP].
- Columna 8: Costo total del relleno para cada tramo [COP].
- Columna 9: Costo total de cámara de inspección que se debe colocar al final de cada tramo [COP].

Tabla 15. Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
73	74	0.200	\$ 27,342,071	\$ 3,534,755	\$ 4,749,571	\$ 10,153,892	\$ 7,144,541	\$ 1,759,311
74	75	0.200	\$ 15,168,018	\$ 1,587,732	\$ 3,130,518	\$ 5,072,993	\$ 3,617,463	\$ 1,759,311
75	77	0.200	\$ 16,321,360	\$ 1,708,727	\$ 3,405,840	\$ 5,512,314	\$ 3,935,167	\$ 1,759,311
77	79	0.200	\$ 16,152,201	\$ 1,676,546	\$ 3,371,076	\$ 5,450,621	\$ 3,894,647	\$ 1,759,311
79	83	0.200	\$ 17,349,866	\$ 1,797,638	\$ 3,658,749	\$ 5,907,692	\$ 4,226,476	\$ 1,759,311
83	85	0.200	\$ 32,920,475	\$ 3,393,871	\$ 7,390,249	\$ 11,845,716	\$ 8,531,328	\$ 1,759,311
85	86	0.200	\$ 36,197,102	\$ 3,486,181	\$ 8,270,226	\$ 13,141,653	\$ 9,539,731	\$ 1,759,311
86	87	0.200	\$ 40,394,296	\$ 3,547,619	\$ 9,419,524	\$ 14,812,493	\$ 10,855,349	\$ 1,759,311
87	88	0.200	\$ 38,369,376	\$ 2,737,023	\$ 8,639,763	\$ 13,396,366	\$ 9,944,387	\$ 3,651,838
88	89	0.300	\$ 12,380,076	\$ 1,096,349	\$ 2,098,043	\$ 3,093,384	\$ 2,440,462	\$ 3,651,838
89	91	0.300	\$ 37,496,130	\$ 3,921,110	\$ 8,253,020	\$ 12,074,983	\$ 9,595,179	\$ 3,651,838
91	98	0.300	\$ 93,773,320	\$ 7,070,085	\$ 16,576,593	\$ 47,212,308	\$ 19,262,496	\$ 3,651,838
98	99	0.300	\$ 42,413,277	\$ 3,137,204	\$ 7,099,949	\$ 20,272,595	\$ 8,251,691	\$ 3,651,838
99	100	0.300	\$ 54,803,892	\$ 6,001,114	\$ 12,446,893	\$ 18,231,888	\$ 14,472,160	\$ 3,651,838
100	101	0.300	\$ 75,773,770	\$ 8,500,834	\$ 17,535,411	\$ 25,696,473	\$ 20,389,213	\$ 3,651,838
101	106	0.300	\$ 7,902,416	\$ 491.89	\$ 1,036,718	\$ 1,516,662	\$ 1,205,307	\$ 3,651,838
106	119	0.300	\$ 46,556,933	\$ 5,185,068	\$ 10,386,119	\$ 15,255,658	\$ 12,078,250	\$ 3,651,838
119	125	0.300	\$ 41,804,329	\$ 4,573,022	\$ 9,249,092	\$ 13,574,945	\$ 10,755,432	\$ 3,651,838
125	145	0.300	\$ 44,188,456	\$ 3,430,243	\$ 7,379,099	\$ 21,149,068	\$ 8,578,207	\$ 3,651,838
145	72	0.300	\$ 42,449,877	\$ 3,199,494	\$ 7,088,378	\$ 20,271,097	\$ 8,239,070	\$ 3,651,838
72	153	0.350	\$ 120,271,690	\$ 11,182,574	\$ 21,303,644	\$ 59,263,131	\$ 24,870,502	\$ 3,651,838
153	157	0.350	\$ 48,492,039	\$ 4,162,566	\$ 8,231,958	\$ 22,836,815	\$ 9,608,863	\$ 3,651,838
157	159	0.400	\$ 97,790,337	\$ 10,224,544	\$ 17,198,148	\$ 46,558,717	\$ 20,157,090	\$ 3,651,838
159	160	0.400	\$ 101,472,011	\$ 9,997,637	\$ 18,052,186	\$ 48,616,463	\$ 21,153,886	\$ 3,651,838
160	162	0.400	\$ 58,029,861	\$ 5,042,083	\$ 10,184,417	\$ 27,220,638	\$ 11,930,885	\$ 3,651,838

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
162	208	0.400	\$ 160,933,945	\$ 14,048,449	\$ 29,612,165	\$ 78,934,786	\$ 34,686,706	\$ 3,651,838
208	209	0.400	\$ 39,639,545	\$ 3,301,481	\$ 6,750,357	\$ 18,028,162	\$ 7,907,707	\$ 3,651,838
76	75	0.200	\$ 25,872,177	\$ 3,353,410	\$ 4,469,723	\$ 9,565,511	\$ 6,724,222	\$ 1,759,311
78	77	0.200	\$ 23,863,697	\$ 3,112,231	\$ 4,085,221	\$ 8,760,026	\$ 6,146,909	\$ 1,759,311
82	79	0.200	\$ 22,178,960	\$ 2,957,929	\$ 3,747,346	\$ 8,073,395	\$ 5,640,980	\$ 1,759,311
80	81	0.200	\$ 16,100,572	\$ 2,165,307	\$ 2,603,760	\$ 5,650,056	\$ 3,922,138	\$ 1,759,311
81	79	0.200	\$ 30,525,931	\$ 4,254,571	\$ 5,251,165	\$ 11,353,546	\$ 7,907,337	\$ 1,759,311
84	83	0.200	\$ 16,542,548	\$ 2,171,267	\$ 2,703,437	\$ 5,838,085	\$ 4,070,448	\$ 1,759,311
95	90	0.200	\$ 29,315,865	\$ 3,764,086	\$ 5,129,890	\$ 10,947,224	\$ 7,715,353	\$ 1,759,311
90	89	0.200	\$ 31,933,319	\$ 3,588,102	\$ 7,038,786	\$ 11,413,031	\$ 8,134,089	\$ 1,759,311
92	93	0.200	\$ 12,367,273	\$ 1,600,872	\$ 1,926,198	\$ 4,179,415	\$ 2,901,478	\$ 1,759,311
93	94	0.200	\$ 27,513,224	\$ 3,817,101	\$ 4,698,622	\$ 10,162,643	\$ 7,075,547	\$ 1,759,311
94	95	0.200	\$ 15,779,977	\$ 1,703,245	\$ 3,256,646	\$ 5,296,333	\$ 3,764,442	\$ 1,759,311
95	96	0.200	\$ 18,375,590	\$ 1,674,352	\$ 3,993,403	\$ 6,342,337	\$ 4,606,188	\$ 1,759,311
96	97	0.200	\$ 46,814,995	\$ 3,749,900	\$ 10,606,563	\$ 16,589,209	\$ 12,217,486	\$ 3,651,838
97	91	0.200	\$ 31,273,973	\$ 2,255,792	\$ 6,843,618	\$ 10,643,609	\$ 7,879,116	\$ 3,651,838
77	94	0.200	\$ 29,732,338	\$ 4,122,216	\$ 5,111,091	\$ 11,043,760	\$ 7,695,960	\$ 1,759,311
102	103	0.200	\$ 23,099,805	\$ 3,256,131	\$ 3,863,634	\$ 8,399,769	\$ 5,820,960	\$ 1,759,311
103	104	0.200	\$ 32,189,933	\$ 4,528,650	\$ 5,545,975	\$ 12,003,888	\$ 8,352,109	\$ 1,759,311
104	101	0.200	\$ 10,293,668	\$ 1,046,994	\$ 1,978,336	\$ 3,221,922	\$ 2,287,104	\$ 1,759,311
105	104	0.200	\$ 19,868,210	\$ 2,643,588	\$ 3,316,765	\$ 7,155,121	\$ 4,993,425	\$ 1,759,311
107	108	0.200	\$ 25,016,882	\$ 3,415,227	\$ 4,253,376	\$ 9,184,865	\$ 6,404,103	\$ 1,759,311
108	109	0.200	\$ 24,171,010	\$ 3,139,090	\$ 4,147,264	\$ 8,885,569	\$ 6,239,776	\$ 1,759,311
109	110	0.200	\$ 9,048,078	\$ 1,001,462	\$ 1,354,995	\$ 2,894,225	\$ 2,038,085	\$ 1,759,311
110	111	0.200	\$ 6,978,616	\$ 707.39	\$ 973.39	\$ 2,074,709	\$ 1,463,815	\$ 1,759,311

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
111	112	0.200	\$ 22,828,256	\$ 2,792,807	\$ 3,949,380	\$ 8,389,400	\$ 5,937,357	\$ 1,759,311
112	113	0.200	\$ 24,279,990	\$ 2,730,483	\$ 5,233,066	\$ 8,508,247	\$ 6,048,883	\$ 1,759,311
113	114	0.200	\$ 37,231,267	\$ 4,127,747	\$ 8,309,820	\$ 13,434,072	\$ 9,600,317	\$ 1,759,311
114	115	0.200	\$ 13,935,330	\$ 1,375,284	\$ 2,868,591	\$ 4,619,253	\$ 3,312,891	\$ 1,759,311
115	116	0.200	\$ 13,765,063	\$ 1,308,134	\$ 2,847,098	\$ 4,563,806	\$ 3,286,715	\$ 1,759,311
116	117	0.200	\$ 14,467,853	\$ 1,318,489	\$ 3,039,513	\$ 4,843,563	\$ 3,506,977	\$ 1,759,311
117	118	0.200	\$ 12,399,590	\$ 1,067,818	\$ 2,558,881	\$ 4,062,161	\$ 2,951,418	\$ 1,759,311
118	106	0.200	\$ 9,936,911	\$ 784.25	\$ 1,980,794	\$ 3,128,910	\$ 2,283,641	\$ 1,759,311
120	121	0.200	\$ 14,753,318	\$ 1,970,454	\$ 2,356,422	\$ 5,117,311	\$ 3,549,821	\$ 1,759,311
121	122	0.200	\$ 10,582,935	\$ 1,319,685	\$ 1,606,010	\$ 3,479,118	\$ 2,418,810	\$ 1,759,311
122	123	0.200	\$ 8,404,231	\$ 981.42	\$ 1,213,428	\$ 2,622,907	\$ 1,827,169	\$ 1,759,311
123	124	0.200	\$ 14,679,868	\$ 1,696,764	\$ 2,427,056	\$ 5,148,454	\$ 3,648,283	\$ 1,759,311
124	119	0.200	\$ 25,048,366	\$ 2,468,403	\$ 5,549,768	\$ 8,866,130	\$ 6,404,753	\$ 1,759,311
130	129	0.200	\$ 23,991,569	\$ 3,113,399	\$ 4,114,237	\$ 8,814,554	\$ 6,190,068	\$ 1,759,311
129	133	0.200	\$ 17,070,022	\$ 1,770,952	\$ 3,590,906	\$ 5,800,589	\$ 4,148,264	\$ 1,759,311
133	136	0.200	\$ 45,893,105	\$ 4,782,497	\$ 10,476,310	\$ 16,781,785	\$ 12,093,202	\$ 1,759,311
136	137	0.200	\$ 18,531,596	\$ 1,710,057	\$ 4,023,124	\$ 6,398,080	\$ 4,641,024	\$ 1,759,311
137	125	0.200	\$ 21,635,086	\$ 1,679,671	\$ 4,373,437	\$ 6,889,281	\$ 5,040,858	\$ 3,651,838
126	127	0.200	\$ 15,461,468	\$ 2,082,478	\$ 2,483,357	\$ 5,395,140	\$ 3,741,183	\$ 1,759,311
127	128	0.200	\$ 25,547,133	\$ 3,539,072	\$ 4,335,648	\$ 9,383,747	\$ 6,529,355	\$ 1,759,311
128	129	0.200	\$ 13,825,543	\$ 1,720,493	\$ 2,223,111	\$ 4,776,937	\$ 3,345,690	\$ 1,759,311
131	132	0.200	\$ 20,650,437	\$ 2,849,148	\$ 3,430,818	\$ 7,443,289	\$ 5,167,871	\$ 1,759,311
132	129	0.200	\$ 27,425,180	\$ 3,556,619	\$ 4,761,689	\$ 10,184,487	\$ 7,163,074	\$ 1,759,311
134	135	0.200	\$ 25,346,421	\$ 3,519,761	\$ 4,295,692	\$ 9,302,157	\$ 6,469,500	\$ 1,759,311
135	133	0.200	\$ 27,617,218	\$ 3,548,085	\$ 4,808,552	\$ 10,268,739	\$ 7,232,532	\$ 1,759,311

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
138	139	0.200	\$ 25,444,846	\$ 3,566,627	\$ 4,303,326	\$ 9,333,617	\$ 6,481,967	\$ 1,759,311
139	140	0.200	\$ 25,811,731	\$ 3,550,852	\$ 4,392,695	\$ 9,494,438	\$ 6,614,435	\$ 1,759,311
140	137	0.200	\$ 36,782,020	\$ 4,794,727	\$ 6,516,329	\$ 13,910,780	\$ 9,800,873	\$ 1,759,311
141	142	0.200	\$ 19,110,020	\$ 2,383,714	\$ 3,225,605	\$ 6,889,678	\$ 4,851,713	\$ 1,759,311
142	143	0.200	\$ 31,614,250	\$ 3,516,679	\$ 6,977,377	\$ 11,298,717	\$ 8,062,166	\$ 1,759,311
143	144	0.200	\$ 31,768,218	\$ 3,522,326	\$ 7,018,219	\$ 11,359,361	\$ 8,109,001	\$ 1,759,311
144	125	0.200	\$ 45,617,115	\$ 4,797,630	\$ 10,393,280	\$ 16,668,269	\$ 11,998,625	\$ 1,759,311
149	150	0.200	\$ 22,070,895	\$ 3,094,724	\$ 3,678,767	\$ 7,995,789	\$ 5,542,304	\$ 1,759,311
150	151	0.200	\$ 25,193,129	\$ 3,512,928	\$ 4,262,644	\$ 9,238,036	\$ 6,420,211	\$ 1,759,311
151	152	0.200	\$ 25,951,211	\$ 3,542,308	\$ 4,427,485	\$ 9,556,162	\$ 6,665,946	\$ 1,759,311
152	145	0.200	\$ 36,916,618	\$ 4,800,040	\$ 6,545,564	\$ 13,967,245	\$ 9,844,458	\$ 1,759,311
146	147	0.200	\$ 13,302,415	\$ 1,759,892	\$ 2,090,278	\$ 4,543,758	\$ 3,149,177	\$ 1,759,311
147	148	0.200	\$ 18,090,737	\$ 2,457,230	\$ 2,967,827	\$ 6,436,082	\$ 4,470,286	\$ 1,759,311
148	145	0.200	\$ 18,296,119	\$ 2,302,796	\$ 3,064,415	\$ 6,559,422	\$ 4,610,174	\$ 1,759,311
26	27	0.200	\$ 23,279,839	\$ 3,088,883	\$ 3,958,494	\$ 8,515,177	\$ 5,957,974	\$ 1,759,311
27	28	0.200	\$ 36,864,252	\$ 3,461,033	\$ 8,466,486	\$ 13,413,880	\$ 9,763,542	\$ 1,759,311
28	25	0.200	\$ 12,270,472	\$ 681.40	\$ 2,144,070	\$ 3,325,282	\$ 2,467,881	\$ 3,651,838
25	29	0.200	\$ 15,360,964	\$ 927.91	\$ 2,912,052	\$ 4,517,256	\$ 3,351,907	\$ 3,651,838
29	30	0.200	\$ 39,624,596	\$ 3,371,836	\$ 8,743,746	\$ 13,778,734	\$ 10,078,442	\$ 3,651,838
30	32	0.200	\$ 20,985,861	\$ 2,183,207	\$ 4,525,131	\$ 7,291,877	\$ 5,226,335	\$ 1,759,311
32	34	0.250	\$ 43,676,259	\$ 5,637,998	\$ 9,757,782	\$ 15,200,422	\$ 11,320,745	\$ 1,759,311
34	53	0.250	\$ 24,969,605	\$ 2,574,044	\$ 5,070,718	\$ 7,796,148	\$ 5,876,856	\$ 3,651,838
53	70	0.250	\$ 26,593,337	\$ 2,360,729	\$ 5,607,958	\$ 8,481,598	\$ 6,491,214	\$ 3,651,838
70	71	0.250	\$ 12,599,130	\$ 883.64	\$ 2,200,800	\$ 3,316,158	\$ 2,546,697	\$ 3,651,838
71	72	0.250	\$ 19,356,607	\$ 1,615,626	\$ 3,839,126	\$ 5,806,235	\$ 4,443,782	\$ 3,651,838

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
12	13	0.200	\$ 15,236,782	\$ 2,010,044	\$ 2,454,877	\$ 5,315,431	\$ 3,697,119	\$ 1,759,311
13	14	0.200	\$ 21,273,767	\$ 2,799,946	\$ 3,589,817	\$ 7,721,649	\$ 5,403,044	\$ 1,759,311
14	15	0.200	\$ 10,366,680	\$ 1,177,519	\$ 1,601,762	\$ 3,418,986	\$ 2,409,102	\$ 1,759,311
15	16	0.200	\$ 16,825,448	\$ 1,815,238	\$ 3,505,321	\$ 5,694,118	\$ 4,051,460	\$ 1,759,311
16	17	0.200	\$ 27,994,013	\$ 2,978,184	\$ 6,174,872	\$ 9,949,951	\$ 7,131,695	\$ 1,759,311
17	19	0.200	\$ 23,029,289	\$ 2,291,841	\$ 5,054,057	\$ 8,090,355	\$ 5,833,724	\$ 1,759,311
19	11	0.200	\$ 31,249,314	\$ 3,054,724	\$ 7,055,021	\$ 11,240,339	\$ 8,139,918	\$ 1,759,311
11	25	0.200	\$ 11,979,875	\$ 1,082,686	\$ 2,435,781	\$ 3,891,080	\$ 2,811,017	\$ 1,759,311
14	18	0.200	\$ 21,257,574	\$ 2,922,586	\$ 3,546,877	\$ 7,686,655	\$ 5,342,144	\$ 1,759,311
18	5	0.200	\$ 23,051,293	\$ 3,069,691	\$ 3,912,102	\$ 8,421,633	\$ 5,888,556	\$ 1,759,311
5	17	0.200	\$ 24,077,517	\$ 2,913,376	\$ 4,197,953	\$ 8,897,142	\$ 6,309,735	\$ 1,759,311
5	6	0.200	\$ 17,319,066	\$ 2,368,791	\$ 2,818,747	\$ 6,125,646	\$ 4,246,570	\$ 1,759,311
6	4	0.200	\$ 19,697,045	\$ 2,672,673	\$ 3,268,124	\$ 7,075,121	\$ 4,921,816	\$ 1,759,311
4	7	0.200	\$ 10,601,792	\$ 1,050,561	\$ 2,063,075	\$ 3,344,761	\$ 2,384,083	\$ 1,759,311
7	10	0.200	\$ 12,127,165	\$ 1,158,669	\$ 2,447,402	\$ 3,935,664	\$ 2,826,118	\$ 1,759,311
10	11	0.200	\$ 17,463,809	\$ 1,602,245	\$ 3,766,586	\$ 5,990,552	\$ 4,345,115	\$ 1,759,311
1	2	0.200	\$ 17,599,306	\$ 2,392,049	\$ 2,875,722	\$ 6,240,408	\$ 4,331,816	\$ 1,759,311
2	3	0.200	\$ 24,323,448	\$ 3,308,626	\$ 4,128,089	\$ 8,912,102	\$ 6,215,320	\$ 1,759,311
3	4	0.200	\$ 34,075,737	\$ 4,391,921	\$ 6,023,128	\$ 12,843,254	\$ 9,058,123	\$ 1,759,311
8	9	0.200	\$ 18,776,816	\$ 2,564,635	\$ 3,091,168	\$ 6,705,507	\$ 4,656,195	\$ 1,759,311
9	7	0.200	\$ 15,644,358	\$ 2,037,409	\$ 2,539,803	\$ 5,483,822	\$ 3,824,013	\$ 1,759,311
22	21	0.200	\$ 13,066,492	\$ 1,704,667	\$ 2,053,713	\$ 4,455,295	\$ 3,093,506	\$ 1,759,311
21	23	0.200	\$ 17,460,278	\$ 2,116,850	\$ 2,931,768	\$ 6,243,791	\$ 4,408,558	\$ 1,759,311
23	24	0.200	\$ 28,313,817	\$ 3,067,082	\$ 6,229,692	\$ 10,061,233	\$ 7,196,500	\$ 1,759,311
24	11	0.200	\$ 29,137,338	\$ 2,770,997	\$ 6,575,031	\$ 10,447,696	\$ 7,584,303	\$ 1,759,311

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
20	21	0.200	\$ 14,320,734	\$ 1,805,096	\$ 2,309,875	\$ 4,969,770	\$ 3,476,682	\$ 1,759,311
31	30	0.200	\$ 24,877,812	\$ 3,452,242	\$ 4,209,576	\$ 9,116,804	\$ 6,339,879	\$ 1,759,311
33	32	0.200	\$ 30,778,209	\$ 4,085,485	\$ 5,363,229	\$ 11,500,306	\$ 8,069,878	\$ 1,759,311
42	43	0.200	\$ 18,684,359	\$ 2,369,149	\$ 3,132,429	\$ 6,710,609	\$ 4,712,861	\$ 1,759,311
43	44	0.200	\$ 17,856,048	\$ 1,951,687	\$ 3,740,328	\$ 6,081,288	\$ 4,323,434	\$ 1,759,311
44	45	0.200	\$ 34,222,588	\$ 3,897,242	\$ 7,558,465	\$ 12,271,880	\$ 8,735,690	\$ 1,759,311
45	41	0.200	\$ 27,729,000	\$ 3,082,686	\$ 6,060,157	\$ 9,823,826	\$ 7,003,020	\$ 1,759,311
41	47	0.200	\$ 18,721,742	\$ 1,763,836	\$ 4,055,359	\$ 6,464,069	\$ 4,679,167	\$ 1,759,311
47	49	0.200	\$ 18,373,394	\$ 1,689,093	\$ 3,987,056	\$ 6,338,650	\$ 4,599,283	\$ 1,759,311
49	51	0.200	\$ 42,022,203	\$ 4,056,500	\$ 9,676,653	\$ 15,368,229	\$ 11,161,511	\$ 1,759,311
51	34	0.200	\$ 13,148,738	\$ 1,079,108	\$ 2,763,891	\$ 4,360,325	\$ 3,186,104	\$ 1,759,311
35	36	0.200	\$ 23,711,860	\$ 3,309,898	\$ 3,987,114	\$ 8,649,743	\$ 6,005,794	\$ 1,759,311
36	38	0.200	\$ 14,517,824	\$ 1,701,149	\$ 2,388,410	\$ 5,078,013	\$ 3,590,941	\$ 1,759,311
38	41	0.200	\$ 18,045,981	\$ 1,752,552	\$ 3,870,867	\$ 6,195,309	\$ 4,467,941	\$ 1,759,311
37	36	0.200	\$ 20,499,805	\$ 2,668,857	\$ 3,453,864	\$ 7,419,954	\$ 5,197,819	\$ 1,759,311
39	38	0.200	\$ 21,729,261	\$ 2,825,594	\$ 3,686,309	\$ 7,910,957	\$ 5,547,089	\$ 1,759,311
40	38	0.200	\$ 24,117,682	\$ 3,295,214	\$ 4,085,083	\$ 8,827,001	\$ 6,151,072	\$ 1,759,311
46	41	0.200	\$ 23,995,925	\$ 3,201,350	\$ 4,087,117	\$ 8,796,293	\$ 6,151,855	\$ 1,759,311
48	47	0.200	\$ 23,446,979	\$ 3,119,827	\$ 3,987,016	\$ 8,579,715	\$ 6,001,110	\$ 1,759,311
50	49	0.200	\$ 24,385,978	\$ 3,252,149	\$ 4,160,521	\$ 8,951,817	\$ 6,262,181	\$ 1,759,311
52	51	0.200	\$ 23,175,258	\$ 3,168,083	\$ 3,909,131	\$ 8,452,245	\$ 5,886,488	\$ 1,759,311
69	53	0.200	\$ 27,953,584	\$ 3,674,303	\$ 4,845,496	\$ 10,384,009	\$ 7,290,464	\$ 1,759,311
61	62	0.200	\$ 7,009,248	\$ 799.08	\$ 951.11	\$ 2,066,859	\$ 1,432,887	\$ 1,759,311
62	63	0.200	\$ 10,098,347	\$ 1,261,343	\$ 1,513,284	\$ 3,284,826	\$ 2,279,583	\$ 1,759,311
63	60	0.200	\$ 4,813,887	\$ 459.86	\$ 555.01	\$ 1,203,708	\$ 836.00	\$ 1,759,311

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
60	57	0.200	\$ 23,703,690	\$ 2,552,633	\$ 5,141,145	\$ 8,311,072	\$ 5,939,530	\$ 1,759,311
57	64	0.200	\$ 24,026,125	\$ 2,203,911	\$ 5,366,888	\$ 8,506,688	\$ 6,189,327	\$ 1,759,311
64	66	0.200	\$ 29,286,419	\$ 2,577,404	\$ 6,691,984	\$ 10,544,310	\$ 7,713,410	\$ 1,759,311
66	67	0.200	\$ 37,041,557	\$ 2,941,545	\$ 8,189,089	\$ 12,825,136	\$ 9,433,950	\$ 3,651,838
67	68	0.200	\$ 26,604,388	\$ 1,991,837	\$ 5,641,052	\$ 8,821,912	\$ 6,497,749	\$ 3,651,838
68	53	0.200	\$ 58,175,982	\$ 4,244,279	\$ 13,589,901	\$ 21,049,411	\$ 15,640,553	\$ 3,651,838
56	55	0.200	\$ 9,664,779	\$ 1,196,169	\$ 1,434,475	\$ 3,113,947	\$ 2,160,878	\$ 1,759,311
55	57	0.200	\$ 25,449,529	\$ 2,881,774	\$ 5,501,142	\$ 8,948,279	\$ 6,359,023	\$ 1,759,311
54	55	0.200	\$ 8,948,628	\$ 1,034,702	\$ 1,321,515	\$ 2,843,991	\$ 1,989,109	\$ 1,759,311
58	59	0.200	\$ 17,059,982	\$ 2,315,664	\$ 2,776,190	\$ 6,026,775	\$ 4,182,041	\$ 1,759,311
59	60	0.200	\$ 4,941,460	\$ 451.67	\$ 586.97	\$ 1,260,205	\$ 883.30	\$ 1,759,311
65	64	0.200	\$ 24,614,287	\$ 3,452,430	\$ 4,148,948	\$ 9,003,837	\$ 6,249,761	\$ 1,759,311
154	155	0.200	\$ 28,833,943	\$ 4,058,832	\$ 4,924,883	\$ 10,673,268	\$ 7,417,649	\$ 1,759,311
155	156	0.200	\$ 25,823,675	\$ 3,530,261	\$ 4,402,024	\$ 9,504,269	\$ 6,627,811	\$ 1,759,311
156	153	0.200	\$ 28,031,139	\$ 3,553,333	\$ 4,902,010	\$ 10,444,904	\$ 7,371,581	\$ 1,759,311
158	157	0.200	\$ 26,372,734	\$ 3,700,763	\$ 4,473,696	\$ 9,700,543	\$ 6,738,421	\$ 1,759,311
161	160	0.200	\$ 34,604,577	\$ 4,722,774	\$ 6,038,882	\$ 12,994,170	\$ 9,089,440	\$ 1,759,311
163	164	0.200	\$ 27,180,511	\$ 3,531,226	\$ 4,713,567	\$ 10,085,469	\$ 7,090,937	\$ 1,759,311
164	162	0.200	\$ 37,276,058	\$ 3,541,827	\$ 8,550,173	\$ 13,563,585	\$ 9,861,162	\$ 1,759,311
196	197	0.200	\$ 25,765,061	\$ 3,419,096	\$ 4,424,099	\$ 9,504,584	\$ 6,657,971	\$ 1,759,311
197	199	0.200	\$ 16,324,954	\$ 1,933,229	\$ 2,729,545	\$ 5,799,297	\$ 4,103,572	\$ 1,759,311
199	194	0.200	\$ 16,379,327	\$ 1,731,869	\$ 3,413,044	\$ 5,531,147	\$ 3,943,956	\$ 1,759,311
194	202	0.200	\$ 34,216,370	\$ 3,535,673	\$ 7,697,329	\$ 12,338,217	\$ 8,885,841	\$ 1,759,311
202	204	0.200	\$ 8,723,525	\$ 733.19	\$ 1,661,489	\$ 2,652,217	\$ 1,917,316	\$ 1,759,311
204	206	0.200	\$ 17,721,709	\$ 1,669,506	\$ 3,812,516	\$ 6,081,136	\$ 4,399,239	\$ 1,759,311

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
206	162	0.200	\$ 21,650,546	\$ 1,745,320	\$ 4,881,213	\$ 7,641,665	\$ 5,623,038	\$ 1,759,311
169	168	0.200	\$ 12,172,007	\$ 1,536,137	\$ 1,902,018	\$ 4,110,552	\$ 2,863,990	\$ 1,759,311
168	171	0.200	\$ 15,110,527	\$ 1,752,466	\$ 2,508,226	\$ 5,320,254	\$ 3,770,271	\$ 1,759,311
171	174	0.200	\$ 16,945,400	\$ 1,681,291	\$ 3,590,940	\$ 5,767,695	\$ 4,146,162	\$ 1,759,311
174	178	0.200	\$ 18,272,297	\$ 1,728,299	\$ 3,943,555	\$ 6,290,654	\$ 4,550,477	\$ 1,759,311
178	182	0.200	\$ 19,367,280	\$ 1,798,187	\$ 4,222,439	\$ 6,716,309	\$ 4,871,034	\$ 1,759,311
182	186	0.200	\$ 19,329,134	\$ 1,749,578	\$ 4,230,681	\$ 6,710,269	\$ 4,879,296	\$ 1,759,311
186	190	0.200	\$ 20,389,401	\$ 1,811,543	\$ 4,502,946	\$ 7,123,506	\$ 5,192,095	\$ 1,759,311
190	194	0.200	\$ 21,165,123	\$ 1,667,735	\$ 4,246,705	\$ 6,703,179	\$ 4,895,665	\$ 3,651,838
165	166	0.200	\$ 15,276,001	\$ 2,059,757	\$ 2,447,997	\$ 5,320,857	\$ 3,688,079	\$ 1,759,311
166	167	0.200	\$ 11,154,794	\$ 1,417,150	\$ 1,706,275	\$ 3,701,878	\$ 2,570,179	\$ 1,759,311
167	168	0.200	\$ 7,858,125	\$ 906.16	\$ 1,111,974	\$ 2,406,117	\$ 1,674,563	\$ 1,759,311
170	168	0.200	\$ 27,913,359	\$ 3,709,648	\$ 4,824,955	\$ 10,358,674	\$ 7,260,771	\$ 1,759,311
172	171	0.200	\$ 26,290,848	\$ 3,502,568	\$ 4,518,260	\$ 9,710,777	\$ 6,799,931	\$ 1,759,311
173	171	0.200	\$ 31,320,302	\$ 4,201,082	\$ 5,450,853	\$ 11,706,166	\$ 8,202,890	\$ 1,759,311
175	174	0.200	\$ 25,978,187	\$ 3,523,955	\$ 4,439,552	\$ 9,571,922	\$ 6,683,446	\$ 1,759,311
176	177	0.200	\$ 9,811,043	\$ 1,221,043	\$ 1,460,147	\$ 3,170,912	\$ 2,199,631	\$ 1,759,311
177	174	0.200	\$ 27,234,291	\$ 3,564,312	\$ 4,715,356	\$ 10,100,929	\$ 7,094,384	\$ 1,759,311
179	178	0.200	\$ 24,997,362	\$ 3,479,389	\$ 4,228,372	\$ 9,161,822	\$ 6,368,467	\$ 1,759,311
180	181	0.200	\$ 13,538,594	\$ 1,792,560	\$ 2,134,118	\$ 4,637,481	\$ 3,215,124	\$ 1,759,311
181	178	0.200	\$ 27,263,442	\$ 3,603,638	\$ 4,709,478	\$ 10,104,428	\$ 7,086,586	\$ 1,759,311
183	182	0.200	\$ 25,869,266	\$ 3,455,713	\$ 4,436,343	\$ 9,540,855	\$ 6,677,045	\$ 1,759,311
184	185	0.200	\$ 16,815,352	\$ 2,263,817	\$ 2,736,548	\$ 5,933,802	\$ 4,121,875	\$ 1,759,311
185	182	0.200	\$ 27,598,857	\$ 3,558,263	\$ 4,801,079	\$ 10,258,538	\$ 7,221,666	\$ 1,759,311
187	186	0.200	\$ 25,433,595	\$ 3,398,543	\$ 4,354,490	\$ 9,367,243	\$ 6,554,007	\$ 1,759,311

Tabla 15. (Continuación) Costos asociados con la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 1.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
188	189	0.200	\$ 20,817,462	\$ 2,902,861	\$ 3,452,032	\$ 7,502,570	\$ 5,200,687	\$ 1,759,311
189	186	0.200	\$ 27,044,083	\$ 3,554,629	\$ 4,674,731	\$ 10,021,646	\$ 7,033,766	\$ 1,759,311
191	190	0.200	\$ 24,831,535	\$ 3,435,890	\$ 4,204,169	\$ 9,100,714	\$ 6,331,450	\$ 1,759,311
192	193	0.200	\$ 24,884,336	\$ 3,480,742	\$ 4,201,972	\$ 9,113,058	\$ 6,329,253	\$ 1,759,311
193	190	0.200	\$ 27,397,698	\$ 3,561,328	\$ 4,753,862	\$ 10,171,645	\$ 7,151,552	\$ 1,759,311
198	197	0.200	\$ 17,040,091	\$ 2,255,724	\$ 2,790,784	\$ 6,031,968	\$ 4,202,304	\$ 1,759,311
201	199	0.200	\$ 20,384,651	\$ 2,670,768	\$ 3,426,774	\$ 7,370,198	\$ 5,157,600	\$ 1,759,311
200	199	0.200	\$ 24,018,219	\$ 3,317,541	\$ 4,055,083	\$ 8,779,273	\$ 6,107,011	\$ 1,759,311
195	194	0.200	\$ 24,266,178	\$ 3,353,644	\$ 4,100,529	\$ 8,877,267	\$ 6,175,428	\$ 1,759,311
203	202	0.200	\$ 30,020,258	\$ 4,004,470	\$ 5,214,925	\$ 11,194,060	\$ 7,847,493	\$ 1,759,311
205	204	0.200	\$ 32,031,304	\$ 4,257,602	\$ 5,596,195	\$ 11,997,909	\$ 8,420,288	\$ 1,759,311
207	206	0.200	\$ 36,311,998	\$ 4,894,605	\$ 6,376,363	\$ 13,686,516	\$ 9,595,202	\$ 1,759,311
Costos Totales			\$ 5,516,859,130	\$ 617,635,455	\$ 1,043,126,140	\$ 2,064,106,069	\$ 1,356,232,210	\$ 435,427,323

En la **Tabla 16** se muestra un resumen comparativo entre los costos del diseño original del proyecto No 1 y los costos encontrados con el diseño realizado con el programa CIE-AGUA para los ítems tenidos en cuenta.

Tabla 16. Comparación de entre los costos del diseño original del proyecto No 1 y los costos encontrados con el diseño realizado con el programa CIE-AGUA.

Ítem	Costos proyecto No 1 diseño original	Costos proyecto No 2 diseño CIE-AGUA
Costos tuberías [\$COP]	\$ 699,532,482.42	\$ 617.635.455
Costos excavación en sí [\$COP]	\$ 912,649,494.40	\$ 1.043.126.140
Costos rellenos [\$COP]	\$ 1,053,305,458.15	\$ 1.356.232.210
Costos entibado [\$COP]	\$ 1,046,984,569.97	\$ 2.064.106.069
Costos cámaras [\$COP]	\$ 579,314,389.05	\$ 435.427.323
Costo total [\$COP]	\$ 4,291,786,393.98	\$ 5.516.859.130

4.3.3 Datos de entrada CIE-AGUA proyecto No 2

Los datos de entrada extraídos del proyecto No 2 para realizar el diseño optimizado en el programa CIE-AGUA fueron: lista de cámaras de inspección con sus IDs, cotas de terreno y las coordenadas norte y este; lista de tramos con cámara inicial y cámara final de cada uno, cotas de terreno inicial y final, caudal de diseño de cada uno y la identificación de si un tramo es o no un arranque.

Los datos de entrada correspondientes a la lista de cámaras de inspección del proyecto No 2 son los que se muestran en la **Tabla 10**.

Antes de ingresar los datos de entrada correspondientes a los tramos de la red hubo que organizarlos de tal forma que estos quedaran ordenados por rutas, es decir, definir una ruta principal y las demás rutas son rutas secundarias que deben finalizar en la ruta principal, debido a que el programa CIE-AGUA de propiedad del CIACUA de la Universidad de los Andes realiza el diseño de las tuberías considerando series de tramos para hallar el óptimo desde el punto de vista hidráulico y económico. En la **Tabla 17** se pueden observar cómo se organizaron por rutas los tramos del proyecto No 2 y los demás datos de entrada para, presentando los siguientes datos:

Columna 1: ID tubería o tramo para CIE-AGUA [-].

Columna 2: Nudo o cámara de inspección inicial de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 3: Nudo o cámara de inspección final de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 4: Caudal de diseño de cada tubería o tramo [L/s].

Columna 5: Indicador si un tramo es un arranque o inicio [SI/NO].

Tabla 17. Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
1	275	277	0.0015	SI	2043.80	2042.65
2	277	278	0.0015	NO	2042.65	2041.90
3	278	188	0.0015	NO	2041.90	2042.90
4	188	189	0.0304	NO	2042.90	2032.25
5	189	190	0.0308	NO	2032.25	2029.80
6	190	191	0.0310	NO	2029.80	2024.15
7	191	23	0.0311	NO	2024.15	2020.05
8	23	24	0.0905	NO	2020.05	2016.85
9	24	25	0.0907	NO	2016.85	2006.75
10	25	26	0.0912	NO	2006.75	1998.90
11	26	27	0.0920	NO	1998.90	1991.50
12	27	28	0.0924	NO	1991.50	1990.85
13	28	29	0.0928	NO	1990.85	1981.25
14	29	30	0.0932	NO	1981.25	1976.50
15	30	31	0.0932	NO	1976.50	1971.10
16	31	32	0.0955	NO	1971.10	1965.40
17	32	33	0.0956	NO	1965.40	1955.45
18	33	34	0.0956	NO	1955.45	1945.90
19	34	35	0.0956	NO	1945.90	1929.75
20	35	36	0.0956	NO	1929.75	1914.40
21	36	37	0.1282	NO	1914.40	1909.85
22	37	38	0.1282	NO	1909.85	1901.00
23	38	39	0.1283	NO	1901.00	1898.25
24	39	40	0.1283	NO	1898.25	1896.00
25	40	41	0.1283	NO	1896.00	1890.30
26	41	559	0.1283	NO	1890.30	1890.00
27	273	274	0.0015	SI	2046.35	2045.05
28	274	275	0.0015	NO	2045.05	2043.80
29	275	276	0.0015	NO	2043.80	2042.75
30	276	187	0.0015	NO	2042.75	2043.95
31	187	188	0.0294	NO	2043.95	2042.90
32	245	246	0.0015	SI	2196.00	2185.80
33	246	247	0.0015	NO	2185.80	2184.30
34	247	248	0.0015	NO	2184.30	2185.50
35	248	249	0.0015	NO	2185.50	2184.90
36	249	250	0.0015	NO	2184.90	2184.25

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
37	250	251	0.0015	NO	2184.25	2183.50
38	251	252	0.0015	NO	2183.50	2183.35
39	252	253	0.0016	NO	2183.35	2181.85
40	253	254	0.0017	NO	2181.85	2173.90
41	254	255	0.0017	NO	2173.90	2166.05
42	255	256	0.0018	NO	2166.05	2164.20
43	256	257	0.0024	NO	2164.20	2161.10
44	257	258	0.0039	NO	2161.10	2152.25
45	258	259	0.0059	NO	2152.25	2146.40
46	259	260	0.0072	NO	2146.40	2145.30
47	260	261	0.0075	NO	2145.30	2138.00
48	261	262	0.0090	NO	2138.00	2137.45
49	262	263	0.0100	NO	2137.45	2137.85
50	263	264	0.0108	NO	2137.85	2130.15
51	264	265	0.0114	NO	2130.15	2128.35
52	265	266	0.0115	NO	2128.35	2126.70
53	266	267	0.0115	NO	2126.70	2124.10
54	267	268	0.0116	NO	2124.10	2122.20
55	268	269	0.0119	NO	2122.20	2120.85
56	269	270	0.0120	NO	2120.85	2118.30
57	270	271	0.0123	NO	2118.30	2116.75
58	271	272	0.0125	NO	2116.75	2114.70
59	272	179	0.0127	NO	2114.70	2112.15
60	179	180	0.0254	NO	2112.15	2104.50
61	180	181	0.0264	NO	2104.50	2089.95
62	181	182	0.0270	NO	2089.95	2075.90
63	182	183	0.0272	NO	2075.90	2070.15
64	183	184	0.0273	NO	2070.15	2064.20
65	184	185	0.0279	NO	2064.20	2055.35
66	185	186	0.0285	NO	2055.35	2046.40
67	186	187	0.0287	NO	2046.40	2043.95
68	244	247	0.0015	SI	2197.05	2184.30
69	243	248	0.0015	SI	2200.35	2185.50
70	242	241	0.0015	SI	2202.25	2192.50
71	241	249	0.0015	NO	2192.50	2184.90
72	239	240	0.0015	SI	2200.25	2196.75

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
73	240	241	0.0015	NO	2196.75	2192.50
74	231	229	0.0015	SI	2161.65	2162.10
75	229	232	0.0015	NO	2162.10	2148.80
76	232	233	0.0015	NO	2148.80	2141.15
77	233	261	0.0015	NO	2141.15	2138.00
78	230	228	0.0015	SI	2162.05	2163.90
79	228	229	0.0015	NO	2163.90	2162.10
80	208	227	0.0015	SI	2169.95	2167.80
81	227	228	0.0015	NO	2167.80	2163.90
82	173	234	0.0015	SI	2156.85	2152.25
83	234	262	0.0015	NO	2152.25	2137.45
84	235	236	0.0015	SI	2142.75	2139.87
85	236	263	0.0015	NO	2139.87	2137.85
86	237	238	0.0015	SI	2135.80	2134.95
87	238	264	0.0015	NO	2134.95	2130.15
88	236	238	0.0015	SI	2139.87	2134.95
89	101	145	0.0015	SI	2157.65	2157.80
90	145	173	0.0015	NO	2157.80	2156.85
91	173	174	0.0104	NO	2156.85	2150.20
92	174	175	0.0106	NO	2150.20	2141.95
93	175	176	0.0111	NO	2141.95	2133.60
94	176	177	0.0115	NO	2133.60	2128.00
95	177	178	0.0117	NO	2128.00	2123.70
96	178	179	0.0119	NO	2123.70	2112.15
97	235	175	0.0015	SI	2142.75	2141.95
98	214	215	0.0015	SI	2224.75	2223.60
99	215	216	0.0015	NO	2223.60	2218.88
100	216	217	0.0015	NO	2218.88	2213.81
101	217	218	0.0015	NO	2213.81	2206.74
102	218	211	0.0015	NO	2206.74	2202.70
103	211	204	0.0015	NO	2202.70	2197.33
104	204	205	0.0016	NO	2197.33	2188.76
105	205	206	0.0019	NO	2188.76	2177.24
106	206	207	0.0022	NO	2177.24	2170.80
107	207	208	0.0031	NO	2170.80	2169.95
108	208	209	0.0033	NO	2169.95	2169.25

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
109	209	170	0.0035	NO	2169.25	2170.75
110	170	171	0.0089	NO	2170.75	2161.70
111	171	172	0.0097	NO	2161.70	2157.30
112	172	173	0.0099	NO	2157.30	2156.85
113	220	216	0.0015	SI	2222.15	2218.88
114	222	217	0.0015	SI	2216.00	2213.81
115	221	222	0.0015	SI	2220.10	2216.00
116	222	223	0.0015	NO	2216.00	2210.00
117	223	218	0.0015	NO	2210.00	2206.74
118	193	201	0.0015	SI	2221.65	2216.00
119	201	202	0.0015	NO	2216.00	2210.50
120	202	203	0.0015	NO	2210.50	2203.44
121	203	204	0.0015	NO	2203.44	2197.33
122	210	202	0.0015	SI	2213.85	2210.50
123	218	219	0.0015	SI	2206.74	2201.05
124	219	212	0.0015	NO	2201.05	2194.65
125	212	205	0.0015	NO	2194.65	2188.76
126	213	206	0.0015	SI	2181.52	2177.24
127	225	226	0.0015	SI	2176.15	2174.10
128	226	207	0.0015	NO	2174.10	2170.80
129	224	226	0.0015	SI	2181.90	2174.10
130	139	140	0.0015	SI	2197.65	2194.95
131	140	141	0.0015	NO	2194.95	2188.65
132	141	142	0.0015	NO	2188.65	2184.00
133	142	143	0.0015	NO	2184.00	2179.95
134	143	144	0.0015	NO	2179.95	2175.85
135	144	169	0.0015	NO	2175.85	2176.10
136	169	170	0.0048	NO	2176.10	2170.75
137	192	193	0.0015	SI	2231.29	2221.65
138	193	194	0.0015	NO	2221.65	2210.15
139	194	195	0.0015	NO	2210.15	2202.55
140	195	196	0.0015	NO	2202.55	2195.10
141	196	197	0.0015	NO	2195.10	2186.45
142	197	198	0.0015	NO	2186.45	2184.90
143	198	199	0.0018	NO	2184.90	2181.75
144	199	200	0.0019	NO	2181.75	2179.60

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
145	200	168	0.0019	NO	2179.60	2180.15
146	168	169	0.0037	NO	2180.15	2176.10
147	205	197	0.0015	SI	2188.76	2186.45
148	162	163	0.0015	SI	2220.50	2218.15
149	163	164	0.0015	NO	2218.15	2210.15
150	164	165	0.0015	NO	2210.15	2205.70
151	165	166	0.0015	NO	2205.70	2199.45
152	166	167	0.0015	NO	2199.45	2193.60
153	167	168	0.0017	NO	2193.60	2180.15
154	161	166	0.0015	SI	2214.85	2199.45
155	177	158	0.0015	SI	2128.00	2120.80
156	158	150	0.0015	NO	2120.80	2117.15
157	150	151	0.0015	NO	2117.15	2115.10
158	151	152	0.0015	NO	2115.10	2111.10
159	152	153	0.0015	NO	2111.10	2103.05
160	153	154	0.0015	NO	2103.05	2089.75
161	154	155	0.0021	NO	2089.75	2082.25
162	155	156	0.0027	NO	2082.25	2073.15
163	156	157	0.0032	NO	2073.15	2065.85
164	157	117	0.0042	NO	2065.85	2059.45
165	117	56	0.0224	NO	2059.45	2058.20
166	56	19	0.0230	NO	2058.20	2057.60
167	19	20	0.0553	NO	2057.60	2048.19
168	20	21	0.0565	NO	2048.19	2038.72
169	21	22	0.0588	NO	2038.72	2027.65
170	22	23	0.0593	NO	2027.65	2020.05
171	149	150	0.0015	SI	2126.35	2117.15
172	108	148	0.0015	SI	2122.80	2117.95
173	148	151	0.0015	NO	2117.95	2115.10
174	179	159	0.0015	SI	2112.15	2099.95
175	159	154	0.0015	NO	2099.95	2089.75
176	182	160	0.0015	SI	2075.90	2067.10
177	160	157	0.0015	NO	2067.10	2065.85
178	77	78	0.0015	SI	2340.26	2317.05
179	78	79	0.0015	NO	2317.05	2306.72
180	79	80	0.0015	NO	2306.72	2296.45

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
181	80	81	0.0015	NO	2296.45	2287.54
182	81	82	0.0015	NO	2287.54	2281.08
183	82	83	0.0015	NO	2281.08	2278.50
184	83	84	0.0015	NO	2278.50	2269.88
185	84	85	0.0016	NO	2269.88	2260.92
186	85	86	0.0017	NO	2260.92	2248.46
187	86	87	0.0018	NO	2248.46	2244.30
188	87	88	0.0019	NO	2244.30	2224.10
189	88	89	0.0019	NO	2224.10	2218.81
190	89	90	0.0019	NO	2218.81	2217.05
191	90	91	0.0043	NO	2217.05	2209.50
192	91	92	0.0048	NO	2209.50	2199.25
193	92	93	0.0051	NO	2199.25	2186.40
194	93	94	0.0053	NO	2186.40	2183.85
195	94	95	0.0070	NO	2183.85	2174.95
196	95	96	0.0076	NO	2174.95	2172.75
197	96	97	0.0100	NO	2172.75	2169.80
198	97	98	0.0082	NO	2169.80	2168.90
199	98	99	0.0083	NO	2168.90	2168.15
200	99	100	0.0086	NO	2168.15	2163.80
201	100	101	0.0089	NO	2163.80	2157.65
202	101	102	0.0091	NO	2157.65	2152.20
203	102	103	0.0092	NO	2152.20	2146.10
204	103	104	0.0094	NO	2146.10	2138.25
205	104	105	0.0100	NO	2138.25	2129.90
206	105	106	0.0102	NO	2129.90	2126.30
207	106	107	0.0104	NO	2126.30	2124.15
208	107	108	0.0106	NO	2124.15	2122.80
209	108	109	0.0110	NO	2122.80	2113.95
210	109	110	0.0112	NO	2113.95	2108.90
211	110	111	0.0113	NO	2108.90	2107.65
212	111	112	0.0100	NO	2107.65	2102.15
213	112	113	0.0122	NO	2102.15	2095.95
214	113	114	0.0168	NO	2095.95	2088.20
215	114	115	0.0171	NO	2088.20	2077.90
216	115	116	0.0176	NO	2077.90	2070.80

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
217	116	117	0.0177	NO	2070.80	2059.45
218	118	119	0.0015	SI	2325.10	2311.02
219	119	120	0.0015	NO	2311.02	2304.16
220	120	121	0.0015	NO	2304.16	2297.70
221	121	122	0.0015	NO	2297.70	2286.95
222	122	123	0.0015	NO	2286.95	2278.10
223	123	124	0.0015	NO	2278.10	2273.92
224	124	125	0.0015	NO	2273.92	2261.10
225	125	126	0.0015	NO	2261.10	2254.57
226	126	127	0.0015	NO	2254.57	2243.79
227	127	128	0.0015	NO	2243.79	2241.77
228	128	129	0.0015	NO	2241.77	2234.41
229	129	130	0.0015	NO	2234.41	2233.75
230	130	131	0.0016	NO	2233.75	2230.05
231	131	132	0.0018	NO	2230.05	2226.35
232	132	90	0.0021	NO	2226.35	2217.05
233	43	46	0.0015	SI	2189.75	2187.05
234	46	93	0.0015	NO	2187.05	2186.40
235	138	136	0.0015	SI	2186.20	2186.60
236	136	94	0.0016	NO	2186.60	2183.85
237	91	133	0.0015	SI	2209.50	2205.95
238	133	134	0.0015	NO	2205.95	2197.75
239	134	135	0.0015	NO	2197.75	2188.65
240	135	136	0.0015	NO	2188.65	2186.60
241	137	135	0.0015	SI	2189.85	2188.65
242	144	95	0.0015	SI	2175.85	2174.95
243	146	102	0.0015	SI	2152.65	2152.20
244	175	147	0.0015	SI	2141.95	2138.50
245	147	104	0.0015	NO	2138.50	2138.25
246	65	71	0.0015	SI	2144.24	2142.80
247	71	104	0.0015	NO	2142.80	2138.25
248	72	105	0.0015	SI	2135.90	2129.90
249	73	106	0.0015	SI	2130.00	2126.30
250	74	107	0.0015	SI	2132.20	2124.15
251	67	75	0.0015	SI	2133.46	2130.50
252	75	108	0.0015	NO	2130.50	2122.80

Tabla 17 (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
253	69	76	0.0015	SI	2121.85	2117.80
254	76	111	0.0015	NO	2117.80	2107.65
255	47	48	0.0015	SI	2170.50	2168.35
256	48	60	0.0015	NO	2168.35	2169.26
257	60	61	0.0015	NO	2169.26	2166.05
258	61	62	0.0015	NO	2166.05	2165.40
259	62	63	0.0018	NO	2165.40	2161.82
260	63	64	0.0021	NO	2161.82	2156.75
261	64	65	0.0028	NO	2156.75	2144.24
262	65	66	0.0031	NO	2144.24	2141.20
263	66	67	0.0032	NO	2141.20	2133.46
264	67	68	0.0035	NO	2133.46	2128.25
265	68	69	0.0038	NO	2128.25	2121.85
266	69	70	0.0043	NO	2121.85	2108.80
267	70	113	0.0045	NO	2108.80	2095.95
268	94	58	0.0015	SI	2183.85	2180.15
269	58	59	0.0015	NO	2180.15	2172.95
270	59	60	0.0015	NO	2172.95	2169.26
271	95	59	0.0015	SI	2174.95	2172.95
272	97	61	0.0015	SI	2169.80	2166.05
273	101	64	0.0015	SI	2157.65	2156.75
274	54	69	0.0015	SI	2123.85	2121.85
275	301	12	0.0015	SI	2122.85	2124.05
276	12	13	0.0066	NO	2124.05	2118.79
277	13	14	0.0072	NO	2118.79	2108.25
278	14	15	0.0076	NO	2108.25	2097.10
279	15	16	0.0077	NO	2097.10	2086.50
280	16	17	0.0082	NO	2086.50	2078.10
281	17	18	0.0086	NO	2078.10	2071.20
282	18	19	0.0088	NO	2071.20	2057.60
283	42	43	0.0015	SI	2199.05	2189.75
284	43	44	0.0015	NO	2189.75	2190.15
285	44	45	0.0015	NO	2190.15	2188.50
286	45	1	0.0015	NO	2188.50	2188.25
287	1	2	0.0020	NO	2188.25	2178.20
288	2	3	0.0022	NO	2178.20	2167.55

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
289	3	4	0.0029	NO	2167.55	2160.00
290	4	5	0.0032	NO	2160.00	2157.75
291	5	6	0.0033	NO	2157.75	2157.50
292	6	7	0.0000	NO	2157.50	2150.25
293	7	8	0.0045	NO	2150.25	2147.35
294	8	9	0.0049	NO	2147.35	2139.90
295	9	10	0.0055	NO	2139.90	2133.40
296	10	11	0.0061	NO	2133.40	2130.15
297	11	12	0.0064	NO	2130.15	2124.05
298	291	292	0.0015	SI	2202.00	2201.80
299	292	293	0.0015	NO	2201.80	2200.50
300	293	294	0.0015	NO	2200.50	2194.50
301	294	1	0.0015	NO	2194.50	2188.25
302	59	47	0.0015	SI	2172.95	2170.50
303	47	3	0.0015	NO	2170.50	2167.55
304	49	4	0.0015	SI	2164.86	2160.00
305	62	50	0.0015	SI	2165.40	2161.85
306	50	6	0.0015	NO	2161.85	2157.50
307	64	51	0.0015	SI	2156.75	2156.60
308	51	7	0.0015	NO	2156.60	2150.25
309	65	52	0.0015	SI	2144.24	2143.70
310	52	9	0.0015	NO	2143.70	2139.90
311	66	53	0.0015	SI	2141.20	2134.45
312	53	10	0.0015	NO	2134.45	2133.40
313	54	13	0.0015	SI	2123.85	2118.79
314	113	55	0.0015	SI	2095.95	2090.85
315	55	16	0.0015	NO	2090.85	2086.50
316	396	397	0.0015	SI	2206.00	2190.05
317	397	398	0.0015	NO	2190.05	2180.00
318	398	399	0.0015	NO	2180.00	2174.20
319	399	400	0.0015	NO	2174.20	2170.35
320	400	401	0.0015	NO	2170.35	2167.00
321	401	402	0.0015	NO	2167.00	2158.10
322	402	403	0.0015	NO	2158.10	2148.05
323	403	404	0.0015	NO	2148.05	2146.35
324	404	405	0.0045	NO	2146.35	2136.85

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
325	405	406	0.0000	NO	2136.85	2131.20
326	406	372	0.0100	NO	2131.20	2130.70
327	372	373	0.0072	NO	2130.70	2122.85
328	373	374	0.0075	NO	2122.85	2116.45
329	374	375	0.0081	NO	2116.45	2108.15
330	375	376	0.0087	NO	2108.15	2108.20
331	376	377	0.0091	NO	2108.20	2105.90
332	377	378	0.0093	NO	2105.90	2099.25
333	378	358	0.0094	NO	2099.25	2099.35
334	358	359	0.0130	NO	2099.35	2096.30
335	359	360	0.0132	NO	2096.30	2092.35
336	360	361	0.0135	NO	2092.35	2089.75
337	361	362	0.0140	NO	2089.75	2086.10
338	362	363	0.0144	NO	2086.10	2083.65
339	363	364	0.0146	NO	2083.65	2082.15
340	364	322	0.0149	NO	2082.15	2080.05
341	322	323	0.0219	NO	2080.05	2073.95
342	323	324	0.0221	NO	2073.95	2068.05
343	324	325	0.0224	NO	2068.05	2064.25
344	325	19	0.0226	NO	2064.25	2057.60
345	370	393	0.0015	SI	2155.10	2155.60
346	393	394	0.0025	NO	2155.60	2151.95
347	394	404	0.0030	NO	2151.95	2146.35
348	334	335	0.0015	SI	2179.90	2178.35
349	335	338	0.0015	NO	2178.35	2173.05
350	338	339	0.0015	NO	2173.05	2168.90
351	339	340	0.0015	NO	2168.90	2167.95
352	340	342	0.0015	NO	2167.95	2165.90
353	342	343	0.0015	NO	2165.90	2164.95
354	343	345	0.0015	NO	2164.95	2162.75
355	345	346	0.0019	NO	2162.75	2159.65
356	346	393	0.0020	NO	2159.65	2155.60
357	333	334	0.0015	SI	2179.80	2179.90
358	334	339	0.0015	NO	2179.90	2168.90
359	332	334	0.0015	SI	2182.95	2179.90
360	331	333	0.0015	SI	2184.20	2179.80

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
361	333	340	0.0015	NO	2179.80	2167.95
362	341	342	0.0015	SI	2168.75	2165.90
363	344	345	0.0015	SI	2171.85	2162.75
364	395	405	0.0015	SI	2140.90	2136.85
365	410	406	0.0015	SI	2131.70	2131.20
366	310	337	0.0015	SI	2160.50	2159.25
367	337	347	0.0015	NO	2159.25	2156.65
368	347	370	0.0015	NO	2156.65	2155.10
369	370	371	0.0015	NO	2155.10	2142.05
370	371	372	0.0015	NO	2142.05	2130.70
371	335	336	0.0015	SI	2178.35	2167.00
372	336	337	0.0015	NO	2167.00	2159.25
373	352	372	0.0015	SI	2137.25	2130.70
374	354	365	0.0015	SI	2130.75	2125.40
375	365	374	0.0015	NO	2125.40	2116.45
376	356	369	0.0015	SI	2116.10	2108.00
377	369	368	0.0015	NO	2108.00	2107.89
378	368	375	0.0015	NO	2107.89	2108.15
379	366	367	0.0015	SI	2122.05	2115.82
380	367	368	0.0015	NO	2115.82	2107.89
381	312	348	0.0015	SI	2142.96	2140.40
382	348	352	0.0015	NO	2140.40	2137.25
383	352	353	0.0015	NO	2137.25	2133.90
384	353	354	0.0015	NO	2133.90	2130.75
385	354	355	0.0016	NO	2130.75	2121.55
386	355	356	0.0018	NO	2121.55	2116.10
387	356	357	0.0028	NO	2116.10	2101.60
388	357	358	0.0036	NO	2101.60	2099.35
389	314	349	0.0015	SI	2138.45	2130.75
390	349	354	0.0015	NO	2130.75	2130.75
391	315	350	0.0015	SI	2130.00	2121.90
392	350	356	0.0015	NO	2121.90	2116.10
393	317	351	0.0015	SI	2118.15	2106.85
394	351	357	0.0015	NO	2106.85	2101.60
395	412	376	0.0015	SI	2110.20	2108.20
396	16	303	0.0015	SI	2086.50	2082.10

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
397	303	322	0.0015	NO	2082.10	2080.05
398	335	306	0.0015	SI	2178.35	2178.10
399	306	307	0.0015	NO	2178.10	2175.70
400	307	308	0.0015	NO	2175.70	2167.15
401	308	309	0.0015	NO	2167.15	2163.30
402	309	310	0.0015	NO	2163.30	2160.50
403	310	311	0.0015	NO	2160.50	2152.62
404	311	312	0.0021	NO	2152.62	2142.96
405	312	313	0.0024	NO	2142.96	2142.90
406	313	314	0.0025	NO	2142.90	2138.45
407	314	315	0.0034	NO	2138.45	2130.00
408	315	316	0.0040	NO	2130.00	2125.85
409	316	317	0.0043	NO	2125.85	2118.15
410	317	318	0.0048	NO	2118.15	2113.80
411	318	319	0.0053	NO	2113.80	2112.25
412	319	320	0.0058	NO	2112.25	2105.10
413	320	321	0.0060	NO	2105.10	2096.00
414	321	322	0.0065	NO	2096.00	2080.05
415	332	305	0.0015	SI	2182.95	2181.20
416	305	306	0.0015	NO	2181.20	2178.10
417	2	307	0.0015	SI	2178.20	2175.70
418	3	309	0.0015	SI	2167.55	2163.30
419	5	295	0.0015	SI	2157.75	2154.45
420	295	296	0.0015	NO	2154.45	2153.80
421	296	311	0.0015	NO	2153.80	2152.62
422	297	298	0.0015	SI	2156.60	2150.86
423	298	312	0.0015	NO	2150.86	2142.96
424	7	314	0.0015	SI	2150.25	2138.45
425	9	299	0.0015	SI	2139.90	2134.30
426	299	315	0.0015	NO	2134.30	2130.00
427	11	300	0.0015	SI	2130.15	2124.05
428	300	317	0.0015	NO	2124.05	2118.15
429	13	302	0.0015	SI	2118.79	2116.15
430	302	319	0.0015	NO	2116.15	2112.25
431	304	324	0.0015	SI	2069.20	2068.05
432	325	326	0.0015	SI	2064.25	2056.15

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
433	326	327	0.0015	NO	2056.15	2054.35
434	327	328	0.0015	NO	2054.35	2053.75
435	328	329	0.0015	NO	2053.75	2049.95
436	329	330	0.0017	NO	2049.95	2041.65
437	330	21	0.0017	NO	2041.65	2038.72
438	189	57	0.0015	SI	2032.25	2030.95
439	57	22	0.0015	NO	2030.95	2027.65
440	287	288	0.0015	SI	2012.50	2012.19
441	288	283	0.0015	NO	2012.19	2012.00
442	283	284	0.0015	NO	2012.00	2007.10
443	284	290	0.0023	NO	2007.10	1982.70
444	290	31	0.0023	NO	1982.70	1971.10
445	285	281	0.0015	SI	2019.99	2019.60
446	281	282	0.0015	NO	2019.60	2015.55
447	282	283	0.0015	NO	2015.55	2012.00
448	279	280	0.0015	SI	2022.05	2021.45
449	280	281	0.0015	NO	2021.45	2019.60
450	286	282	0.0015	SI	2016.55	2015.55
451	289	284	0.0015	SI	2011.80	2007.10
452	468	471	0.0015	SI	2097.25	2094.50
453	471	472	0.0015	NO	2094.50	2091.35
454	472	473	0.0015	NO	2091.35	2090.50
455	473	474	0.0015	NO	2090.50	2089.90
456	474	475	0.0020	NO	2089.90	2090.85
457	475	476	0.0024	NO	2090.85	2091.00
458	476	477	0.0030	NO	2091.00	2091.25
459	477	478	0.0034	NO	2091.25	2090.65
460	478	479	0.0039	NO	2090.65	2089.85
461	479	480	0.0168	NO	2089.85	2088.20
462	480	481	0.0169	NO	2088.20	2081.80
463	481	482	0.0171	NO	2081.80	2077.45
464	482	483	0.0173	NO	2077.45	2074.00
465	483	484	0.0173	NO	2074.00	2073.00
466	484	485	0.0173	NO	2073.00	2069.20
467	485	486	0.0173	NO	2069.20	2053.85
468	486	487	0.0174	NO	2053.85	2048.65

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
469	487	488	0.0174	NO	2048.65	2037.15
470	488	541	0.0174	NO	2037.15	2024.10
471	541	542	0.0321	NO	2024.10	2022.40
472	542	543	0.0321	NO	2022.40	2013.85
473	543	544	0.0321	NO	2013.85	1999.70
474	544	545	0.0321	NO	1999.70	1992.35
475	545	546	0.0321	NO	1992.35	1987.65
476	546	547	0.0326	NO	1987.65	1975.95
477	547	548	0.0326	NO	1975.95	1962.80
478	548	549	0.0326	NO	1962.80	1951.75
479	549	550	0.0327	NO	1951.75	1940.00
480	550	551	0.0327	NO	1940.00	1931.20
481	551	552	0.0327	NO	1931.20	1925.75
482	552	553	0.0327	NO	1925.75	1915.90
483	553	554	0.0327	NO	1915.90	1914.80
484	554	36	0.0327	NO	1914.80	1914.40
485	470	476	0.0015	SI	2102.05	2091.00
486	438	439	0.0015	SI	2168.18	2165.96
487	439	440	0.0015	NO	2165.96	2165.98
488	440	441	0.0015	NO	2165.98	2165.63
489	441	442	0.0015	NO	2165.63	2163.65
490	442	443	0.0015	NO	2163.65	2159.80
491	443	444	0.0015	NO	2159.80	2152.68
492	444	445	0.0015	NO	2152.68	2150.43
493	445	446	0.0015	NO	2150.43	2141.92
494	446	447	0.0015	NO	2141.92	2135.30
495	447	448	0.0016	NO	2135.30	2133.30
496	448	449	0.0020	NO	2133.30	2129.85
497	449	450	0.0027	NO	2129.85	2124.60
498	450	455	0.0027	NO	2124.60	2122.35
499	455	418	0.0049	NO	2122.35	2120.45
500	418	419	0.0051	NO	2120.45	2113.95
501	419	412	0.0064	NO	2113.95	2110.20
502	412	413	0.0114	NO	2110.20	2100.60
503	413	414	0.0117	NO	2100.60	2092.10
504	414	479	0.0128	NO	2092.10	2089.85

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
505	431	446	0.0015	SI	2151.55	2141.92
506	433	448	0.0015	SI	2143.90	2133.30
507	436	437	0.0015	SI	2135.50	2133.10
508	437	449	0.0015	NO	2133.10	2129.85
509	444	451	0.0015	SI	2152.68	2144.85
510	451	452	0.0015	NO	2144.85	2133.90
511	452	453	0.0018	NO	2133.90	2125.85
512	453	454	0.0018	NO	2125.85	2123.15
513	454	455	0.0020	NO	2123.15	2122.35
514	446	452	0.0015	SI	2141.92	2133.90
515	448	454	0.0015	SI	2133.30	2123.15
516	455	458	0.0015	SI	2122.35	2121.25
517	458	459	0.0015	NO	2121.25	2120.45
518	459	457	0.0015	NO	2120.45	2120.00
519	457	456	0.0015	NO	2120.00	2116.10
520	456	419	0.0015	NO	2116.10	2113.95
521	442	428	0.0015	SI	2163.65	2161.90
522	428	429	0.0015	NO	2161.90	2159.30
523	429	430	0.0015	NO	2159.30	2154.25
524	430	431	0.0015	NO	2154.25	2151.55
525	431	432	0.0015	NO	2151.55	2147.75
526	432	433	0.0015	NO	2147.75	2143.90
527	433	434	0.0015	NO	2143.90	2139.75
528	434	435	0.0029	NO	2139.75	2137.30
529	435	436	0.0031	NO	2137.30	2135.50
530	436	408	0.0032	NO	2135.50	2134.55
531	408	409	0.0036	NO	2134.55	2132.50
532	409	410	0.0038	NO	2132.50	2131.70
533	410	411	0.0042	NO	2131.70	2123.40
534	411	412	0.0047	NO	2123.40	2110.20
535	424	425	0.0015	SI	2163.80	2157.10
536	425	426	0.0015	NO	2157.10	2151.35
537	426	427	0.0015	NO	2151.35	2145.30
538	427	434	0.0015	NO	2145.30	2139.75
539	423	426	0.0015	SI	2155.75	2151.35
540	422	427	0.0015	SI	2148.70	2145.30

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
541	422	421	0.0015	SI	2148.70	2146.75
542	421	434	0.0015	NO	2146.75	2139.75
543	420	421	0.0015	SI	2148.15	2146.75
544	404	407	0.0015	SI	2146.35	2144.05
545	407	408	0.0015	NO	2144.05	2134.55
546	417	411	0.0015	SI	2124.65	2123.40
547	378	415	0.0015	SI	2099.25	2095.80
548	415	416	0.0015	NO	2095.80	2093.75
549	416	414	0.0015	NO	2093.75	2092.10
550	359	379	0.0015	SI	2096.30	2089.85
551	379	555	0.0015	NO	2089.85	2084.21
552	555	556	0.0015	NO	2084.21	2079.56
553	556	557	0.0015	NO	2079.56	2076.78
554	557	558	0.0015	NO	2076.78	2072.48
555	558	485	0.0015	NO	2072.48	2069.20
556	510	509	0.0015	SI	2086.50	2084.26
557	509	508	0.0015	NO	2084.26	2078.04
558	508	507	0.0015	NO	2078.04	2071.75
559	507	511	0.0019	NO	2071.75	2068.55
560	511	512	0.0020	NO	2068.55	2064.15
561	512	513	0.0020	NO	2064.15	2060.30
562	513	514	0.0020	NO	2060.30	2050.65
563	514	538	0.0020	NO	2050.65	2042.80
564	538	539	0.0145	NO	2042.80	2034.40
565	539	540	0.0145	NO	2034.40	2028.05
566	540	541	0.0145	NO	2028.05	2024.10
567	501	502	0.0015	SI	2096.35	2094.05
568	502	503	0.0015	NO	2094.05	2084.75
569	503	504	0.0015	NO	2084.75	2080.00
570	504	505	0.0015	NO	2080.00	2079.80
571	505	506	0.0015	NO	2079.80	2075.00
572	506	507	0.0015	NO	2075.00	2071.75
573	532	531	0.0015	SI	2085.15	2084.25
574	531	530	0.0015	NO	2084.25	2083.85
575	530	533	0.0124	NO	2083.85	2082.10
576	533	534	0.0125	NO	2082.10	2069.50

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
577	534	535	0.0125	NO	2069.50	2063.85
578	535	536	0.0125	NO	2063.85	2058.35
579	536	537	0.0125	NO	2058.35	2050.65
580	537	538	0.0125	NO	2050.65	2042.80
581	524	530	0.0015	SI	2102.10	2083.85
582	443	489	0.0015	SI	2159.80	2160.45
583	489	490	0.0015	NO	2160.45	2157.50
584	490	491	0.0015	NO	2157.50	2154.90
585	491	492	0.0017	NO	2154.90	2149.60
586	492	493	0.0020	NO	2149.60	2147.65
587	493	494	0.0022	NO	2147.65	2145.75
588	494	495	0.0024	NO	2145.75	2138.15
589	495	496	0.0027	NO	2138.15	2133.80
590	496	497	0.0028	NO	2133.80	2132.35
591	497	498	0.0034	NO	2132.35	2118.95
592	498	499	0.0041	NO	2118.95	2097.10
593	499	500	0.0043	NO	2097.10	2096.50
594	500	501	0.0076	NO	2096.50	2096.35
595	501	527	0.0077	NO	2096.35	2094.70
596	527	528	0.0107	NO	2094.70	2089.05
597	528	529	0.0110	NO	2089.05	2086.70
598	529	530	0.0111	NO	2086.70	2083.85
599	459	460	0.0015	SI	2120.45	2119.85
600	460	461	0.0015	NO	2119.85	2118.15
601	461	462	0.0015	NO	2118.15	2117.20
602	462	463	0.0015	NO	2117.20	2116.75
603	463	464	0.0017	NO	2116.75	2115.20
604	464	465	0.0024	NO	2115.20	2111.90
605	465	466	0.0025	NO	2111.90	2107.95
606	466	467	0.0026	NO	2107.95	2097.95
607	467	468	0.0030	NO	2097.95	2097.25
608	468	469	0.0031	NO	2097.25	2096.80
609	469	500	0.0032	NO	2096.80	2096.50
610	497	515	0.0015	SI	2132.35	2128.35
611	515	516	0.0015	NO	2128.35	2126.25
612	516	517	0.0015	NO	2126.25	2125.05

Tabla 17. (Continuación) Datos de entrada para tramos en el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Tubo	Nodo-i	Nodo-f	Q diseño [m ³ /s]	Inicio?	Cota terreno i	Cota terreno f
613	517	518	0.0015 8	NO	2125.05	2124.30
614	518	519	0.0015	NO	2124.30	2121.35
615	519	520	0.0015	NO	2121.35	2118.45
616	520	521	0.0015	NO	2118.45	2117.60
617	521	522	0.0015	NO	2117.60	2111.85
618	522	523	0.0015	NO	2111.85	2107.20
619	523	524	0.0019	NO	2107.20	2102.10
620	524	525	0.0021	NO	2102.10	2099.65
621	525	526	0.0024	NO	2099.65	2095.80
622	526	527	0.0028	NO	2095.80	2094.70
623	379	380	0.0015	SI	2089.85	2086.35
624	380	381	0.0015	NO	2086.35	2078.95
625	381	382	0.0015	NO	2078.95	2071.55
626	382	383	0.0015	NO	2071.55	2066.00
627	383	384	0.0015	NO	2066.00	2063.60
628	384	385	0.0015	NO	2063.60	2059.75
629	385	386	0.0015	NO	2059.75	2053.70
630	386	387	0.0015	NO	2053.70	2046.20
631	387	388	0.0015	NO	2046.20	2036.00
632	388	389	0.0015	NO	2036.00	2027.75
633	389	390	0.0015	NO	2027.75	2012.15
634	390	391	0.0015	NO	2012.15	2005.95
635	391	392	0.0015	NO	2005.95	1993.95
636	392	546	0.0015	NO	1993.95	1987.65

4.3.4 Resultados CIE-AGUA proyecto No 2

A continuación se presentan los resultados obtenidos con el programa CIE-AGUA del diseño optimizado del proyecto No 2, mostrando en la tabla **Tabla 18** los diámetros determinados, la profundidad normal de flujo, la pendiente determinada y las cotas de instalación para la tubería, el esfuerzo cortante medio, la velocidad media de flujo y el número de Froude; y mostrando en la **Tabla 19** los costos asociados con cada uno de los ítems considerados para el análisis y los costos totales para el diseño optimizado hallado.

Teniendo en cuenta que el programa CIE-AGUA se basa en un algoritmo de búsqueda exhaustiva en forma de árbol y en un algoritmo que evalúa las Pendientes Propias, es decir, aquellas pendientes con las que se obtiene la máxima relación de llenado para cada diámetro; y teniendo en cuenta los resultados obtenidos para el proyecto No 2 mostrados en la tabla **Tabla 18**, **Tabla 19** y **Tabla 20**, se puede decir que el programa no encuentra una combinación de pendientes tales que cumplan con las restricciones para los tramos de las rutas principales y secundarias de la red de drenaje, por lo que el programa presenta conflictos que no permiten que un número considerable de tramos de la red no puedan diseñarse, impidiendo que se pueda obtener para este proyecto un diseño que pueda ser comparable en costos con el diseño original; por lo anterior aparecen celdas en blanco en la **Tabla 18** y la **Tabla 19**, además en esta última tabla aparecen celdas con valores de \$0.00 debido a que al programa se le imposibilita cuantificar el costo total y de cada uno de los ítems tenidos en cuenta de un tramo que no le ha sido posible diseñar.

La **Tabla 18** muestra los resultados obtenidos con el programa CIE-AGUA para el diseño hidráulico optimizado de la red de alcantarillado del proyecto No 2, presentando los siguientes datos:

Columna 1: Nudo o cámara de inspección inicial de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 2: Nudo o cámara de inspección final de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].

Columna 3: Diámetro de la tubería [m].

Columna 4: Profundidad normal de flujo [m].

Columna 5: Pendiente de instalación de la tubería [%].

Columna 6: Caudal de diseño de cada tramo [L/s].

Columna 7: Longitud de cada tramo [m].

Columna 8: Cota de batea inicial para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].

Columna 9: Cota de batea final para la instalación de la tubería en el tramo [msnm].

Columna 10: Cota de terreno inicial en el tramo [msnm].

Columna 11: Cota de terreno final en el tramo [msnm].

Columna 12: Esfuerzo cortante en la pared de la tubería [Pa].

Columna 13: Velocidad media de flujo en la tubería [m/s].

Columna 14: Número de Froude [-].

Tabla 18. Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
275	277					2042.60	2042.60					
277	278					2042.60	2042.60					
278	188					2042.60	2042.60					
188	189					2041.10	2041.10					
189	190					2041.10	2041.10					
190	191					2041.10	2041.10					
191	23					2041.10	2041.10					
23	24					2014.89	2014.89					
24	25					2014.89	2014.89					
25	26					2014.89	2014.89					
26	27					2014.89	2014.89					
27	28					2014.89	2014.89					
28	29					2014.89	2014.89					
29	30					2014.89	2014.89					
30	31					2014.89	2014.89					
31	32					1940.58	1940.58					
32	33					1940.58	1940.58					
33	34					1940.58	1940.58					
34	35					1940.58	1940.58					
35	36					1940.58	1940.58					
36	37					1940.58	1940.58					
37	38					1940.58	1940.58					
38	39					1940.58	1940.58					
39	40					1940.58	1940.58					
40	41					1940.58	1940.58					

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
41	559					1940.58	1940.58					
273	274	0.200	0.019	0.021	64.104	2044.95	2043.60	2046.35	2045.05	2.528	0.962	2.680
274	275	0.200	0.017	0.032	40.073	2043.60	2042.32	2045.05	2043.80	3.463	1.133	3.340
275	276	0.200	0.020	0.017	64.108	2042.32	2041.23	2043.80	2042.75	2.158	0.886	2.400
276	187	0.200	0.044	0.001	48.998	2041.23	2041.18	2042.75	2043.95	0.257	0.292	0.530
187	188	0.250	0.165	0.002	39.225	2041.18	2041.10	2043.95	2042.90	1.418	0.859	0.720
245	246					2194.80	2194.80					
246	247					2194.80	2194.80					
247	248					2182.38	2182.38					
248	249					2171.12	2171.12					
249	250					2159.17	2159.17					
250	251					2159.17	2159.17					
251	252					2159.17	2159.17					
252	253					2159.17	2159.17					
253	254					2159.17	2159.17					
254	255					2159.17	2159.17					
255	256					2159.17	2159.17					
256	257					2159.17	2159.17					
257	258					2159.17	2159.17					
258	259					2159.17	2159.17					
259	260					2159.17	2159.17					
260	261					2159.17	2159.17					
261	262					2099.46	2099.46					
262	263					2040.19	2040.19					
263	264					1981.59	1981.59					

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
264	265					1914.99	1914.99					
265	266					1914.99	1914.99					
266	267					1914.99	1914.99					
267	268					1914.99	1914.99					
268	269					1914.99	1914.99					
269	270					1914.99	1914.99					
270	271					1914.99	1914.99					
271	272					1914.99	1914.99					
272	179					1914.99	1914.99					
179	180					1829.89	1829.89					
180	181					1829.89	1829.89					
181	182					1829.89	1829.89					
182	183					1829.89	1829.89					
183	184					1829.89	1829.89					
184	185					1829.89	1829.89					
185	186					1829.89	1829.89					
186	187					1829.89	1829.89					
244	247	0.200	0.011	0.199	66.674	2195.65	2182.38	2197.05	2184.30	13.550	2.298	8.640
243	248	0.200	0.011	0.201	76.701	2198.95	2183.53	2200.35	2185.50	13.652	2.307	8.680
242	241	0.200	0.011	0.196	50.695	2200.85	2190.91	2202.25	2192.50	13.398	2.284	8.570
241	249	0.200	0.011	0.197	40.368	2190.81	2182.86	2192.50	2184.90	13.448	2.289	8.590
239	240	0.200	0.013	0.091	38.655	2198.85	2195.33	2200.25	2196.75	7.558	1.699	5.760
240	241	0.200	0.012	0.135	33.501	2195.33	2190.81	2196.75	2192.50	10.144	1.978	7.060
231	229	0.200	0.044	0.001	35.199	2160.25	2160.22	2161.65	2162.10	0.257	0.292	0.530
229	232	0.200	0.010	0.303	45.921	2158.60	2144.69	2162.10	2148.80	18.541	2.702	10.730

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
232	233	0.200	0.011	0.195	40.043	2144.69	2136.88	2148.80	2141.15	13.346	2.280	8.550
233	261	0.200	0.012	0.147	23.147	2136.88	2133.48	2141.15	2138.00	10.810	2.044	7.380
230	228	0.200	0.044	0.001	32.696	2160.65	2160.62	2162.05	2163.90	0.257	0.292	0.530
228	229	0.200	0.013	0.086	23.427	2160.62	2158.60	2163.90	2162.10	7.246	1.662	5.590
208	227	0.200	0.013	0.109	19.917	2168.55	2166.38	2169.95	2167.80	8.648	1.821	6.320
227	228	0.200	0.012	0.129	32.048	2166.38	2162.25	2167.80	2163.90	9.806	1.944	6.900
173	234	0.200	0.014	0.076	61.330	2155.45	2150.79	2156.85	2152.25	6.607	1.584	5.240
234	262	0.200	0.011	0.176	86.706	2150.79	2135.53	2152.25	2137.45	12.364	2.191	8.100
235	236	0.200	0.015	0.056	51.983	2141.35	2138.44	2142.75	2139.87	5.260	1.408	4.470
236	263	0.200	0.017	0.033	67.888	2138.44	2136.20	2139.87	2137.85	3.544	1.147	3.390
237	238	0.200	0.020	0.018	49.011	2134.40	2133.52	2135.80	2134.95	2.253	0.906	2.470
238	264	0.200	0.015	0.061	83.304	2133.28	2128.20	2134.95	2130.15	5.607	1.455	4.680
236	238	0.200	0.013	0.110	47.206	2138.47	2133.28	2139.87	2134.95	8.707	1.828	6.350
101	145	0.200	0.044	0.001	41.099	2156.25	2156.21	2157.65	2157.80	0.257	0.292	0.530
145	173	0.200	0.021	0.015	67.061	2156.21	2155.20	2157.80	2156.85	1.973	0.847	2.250
173	174	0.200	0.030	0.137	49.246	2152.26	2145.51	2156.85	2150.20	24.649	3.584	8.000
174	175	0.200	0.030	0.143	58.637	2145.51	2137.13	2150.20	2141.95	25.610	3.658	8.190
175	176	0.200	0.032	0.110	76.706	2137.13	2128.69	2141.95	2133.60	21.458	3.349	7.150
176	177	0.200	0.034	0.099	56.881	2128.69	2123.06	2133.60	2128.00	20.183	3.254	6.770
177	178	0.200	0.031	0.137	31.736	2123.06	2118.71	2128.00	2123.70	25.923	3.705	8.040
178	179	0.200	0.031	0.150	79.659	2118.71	2106.76	2123.70	2112.15	28.021	3.861	8.440
235	175	0.200	0.020	0.019	54.104	2141.35	2140.32	2142.75	2141.95	2.346	0.926	2.540
214	215	0.200	0.017	0.032	36.220	2223.35	2222.19	2224.75	2223.60	3.463	1.133	3.340
215	216	0.200	0.011	0.173	27.808	2222.19	2217.38	2223.60	2218.88	12.206	2.177	8.030
216	217	0.200	0.011	0.171	30.206	2217.24	2212.08	2218.88	2213.81	12.101	2.167	7.980

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
217	218	0.200	0.011	0.210	34.427	2212.06	2204.83	2213.81	2206.74	14.105	2.346	8.880
218	211	0.200	0.011	0.186	22.168	2204.63	2200.51	2206.74	2202.70	12.884	2.239	8.340
211	204	0.200	0.012	0.140	39.010	2200.51	2195.05	2202.70	2197.33	10.423	2.006	7.200
204	205	0.200	0.011	0.211	41.644	2194.93	2186.14	2197.33	2188.76	14.577	2.398	8.950
205	206	0.200	0.012	0.232	51.108	2186.14	2174.28	2188.76	2177.24	16.999	2.632	9.520
206	207	0.200	0.013	0.176	37.193	2174.28	2167.74	2177.24	2170.80	14.561	2.450	8.320
207	208	0.200	0.031	0.013	70.411	2167.35	2166.44	2170.80	2169.95	2.440	0.997	2.170
208	209	0.200	0.033	0.012	60.939	2166.44	2165.71	2169.95	2169.25	2.375	0.989	2.090
209	170	0.200	0.067	0.001	56.048	2165.71	2165.65	2169.25	2170.75	0.366	0.374	0.540
170	171	0.200	0.028	0.132	69.363	2164.10	2154.95	2170.75	2161.70	22.296	3.368	7.790
171	172	0.200	0.035	0.063	69.998	2154.95	2150.54	2161.70	2157.30	13.294	2.594	5.290
172	173	0.200	0.059	0.010	68.303	2150.54	2149.85	2157.30	2156.85	3.320	1.266	1.950
220	216	0.200	0.013	0.103	34.078	2220.75	2217.24	2222.15	2218.88	8.290	1.782	6.140
222	217	0.200	0.015	0.058	41.467	2214.60	2212.20	2216.00	2213.81	5.400	1.427	4.550
221	222	0.200	0.010	0.222	18.951	2218.70	2214.49	2220.10	2216.00	14.702	2.397	9.140
222	223	0.200	0.010	0.242	25.614	2214.49	2208.29	2216.00	2210.00	15.679	2.478	9.560
223	218	0.200	0.013	0.094	37.231	2208.29	2204.80	2210.00	2206.74	7.743	1.720	5.850
193	201	0.200	0.012	0.121	47.295	2220.25	2214.53	2221.65	2216.00	9.349	1.896	6.670
201	202	0.200	0.011	0.183	30.610	2214.53	2208.93	2216.00	2210.50	12.729	2.225	8.270
202	203	0.200	0.011	0.195	36.906	2208.87	2201.67	2210.50	2203.44	13.346	2.280	8.550
203	204	0.200	0.011	0.203	31.774	2201.67	2195.22	2203.44	2197.33	13.753	2.315	8.730
210	202	0.200	0.014	0.081	44.222	2212.45	2208.87	2213.85	2210.50	6.929	1.624	5.420
218	219	0.200	0.011	0.202	28.860	2205.34	2199.51	2206.74	2201.05	13.702	2.311	8.700
219	212	0.200	0.011	0.202	32.440	2199.51	2192.96	2201.05	2194.65	13.702	2.311	8.700
212	205	0.200	0.010	0.261	24.181	2192.96	2186.65	2194.65	2188.76	16.589	2.551	9.940

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
213	206	0.200	0.013	0.101	44.645	2180.12	2175.61	2181.52	2177.24	8.169	1.768	6.080
225	226	0.200	0.016	0.044	46.850	2174.75	2172.69	2176.15	2174.10	4.393	1.282	3.940
226	207	0.200	0.014	0.069	51.365	2172.30	2168.76	2174.10	2170.80	6.147	1.526	4.980
224	226	0.200	0.011	0.210	39.027	2180.50	2172.30	2181.90	2174.10	14.105	2.346	8.880
139	140	0.200	0.014	0.074	37.000	2196.25	2193.51	2197.65	2194.95	6.477	1.568	5.170
140	141	0.200	0.011	0.154	41.587	2193.51	2187.11	2194.95	2188.65	11.192	2.081	7.560
141	142	0.200	0.011	0.188	25.284	2187.11	2182.35	2188.65	2184.00	12.987	2.248	8.390
142	143	0.200	0.012	0.137	29.978	2182.35	2178.25	2184.00	2179.95	10.256	1.989	7.120
143	144	0.200	0.010	0.226	18.617	2178.25	2174.04	2179.95	2175.85	14.899	2.413	9.220
144	169	0.200	0.044	0.001	51.007	2174.04	2173.99	2175.85	2176.10	0.257	0.292	0.530
169	170	0.200	0.021	0.132	42.562	2172.44	2166.82	2176.10	2170.75	16.901	2.802	7.540
192	193	0.200	0.010	0.237	41.857	2229.89	2219.97	2231.29	2221.65	15.437	2.458	9.450
193	194	0.200	0.011	0.172	67.961	2219.97	2208.28	2221.65	2210.15	12.154	2.172	8.010
194	195	0.200	0.010	0.292	27.186	2208.28	2200.34	2210.15	2202.55	18.037	2.664	10.530
195	196	0.200	0.011	0.209	36.570	2200.34	2192.70	2202.55	2195.10	14.055	2.342	8.860
196	197	0.200	0.010	0.276	32.582	2192.70	2183.71	2195.10	2186.45	17.295	2.607	10.230
197	198	0.200	0.018	0.027	58.015	2183.71	2182.14	2186.45	2184.90	3.050	1.061	3.060
198	199	0.200	0.016	0.066	48.308	2182.14	2178.95	2184.90	2181.75	6.441	1.585	4.930
199	200	0.200	0.014	0.094	23.009	2178.95	2176.79	2181.75	2179.60	8.556	1.842	5.950
200	168	0.200	0.050	0.001	29.703	2176.79	2176.76	2179.60	2180.15	0.286	0.315	0.540
168	169	0.200	0.017	0.168	25.705	2176.76	2172.44	2180.15	2176.10	18.061	2.849	8.430
205	197	0.200	0.015	0.058	43.832	2187.36	2184.82	2188.76	2186.45	5.400	1.427	4.550
162	163	0.200	0.014	0.078	30.582	2219.10	2216.72	2220.50	2218.15	6.737	1.600	5.310
163	164	0.200	0.010	0.237	34.739	2216.72	2208.48	2218.15	2210.15	15.437	2.458	9.450
164	165	0.200	0.011	0.167	27.022	2208.48	2203.97	2210.15	2205.70	11.889	2.147	7.890

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
165	166	0.200	0.010	0.238	27.031	2203.97	2197.54	2205.70	2199.45	15.485	2.462	9.480
166	167	0.200	0.012	0.127	46.719	2194.52	2188.59	2199.45	2193.60	9.692	1.932	6.840
167	168	0.200	0.012	0.195	71.519	2188.59	2174.64	2193.60	2180.15	14.278	2.387	8.640
161	166	0.200	0.008	0.685	27.629	2213.45	2194.52	2214.85	2199.45	34.069	3.698	16.350
177	158	0.200	0.011	0.173	42.266	2126.60	2119.29	2128.00	2120.80	12.206	2.177	8.030
158	150	0.200	0.014	0.078	47.464	2119.29	2115.59	2120.80	2117.15	6.737	1.600	5.310
150	151	0.200	0.013	0.100	20.729	2115.30	2113.22	2117.15	2115.10	8.109	1.762	6.050
151	152	0.200	0.010	0.270	15.379	2113.10	2108.94	2115.10	2111.10	17.013	2.585	10.110
152	153	0.200	0.010	0.242	34.272	2108.94	2100.65	2111.10	2103.05	15.679	2.478	9.560
153	154	0.200	0.011	0.201	67.552	2100.65	2087.07	2103.05	2089.75	13.652	2.307	8.680
154	155	0.200	0.015	0.088	85.726	2087.07	2079.53	2089.75	2082.25	8.510	1.850	5.790
155	156	0.200	0.017	0.108	85.199	2079.53	2070.33	2082.25	2073.15	11.284	2.186	6.560
156	157	0.200	0.018	0.118	62.770	2070.33	2062.92	2073.15	2065.85	13.008	2.381	6.950
157	117	0.200	0.020	0.126	51.395	2062.92	2056.44	2065.85	2059.45	15.366	2.643	7.310
117	56	0.200	0.074	0.021	60.860	2056.44	2055.17	2059.45	2058.20	8.272	2.135	2.920
56	19	0.200	0.101	0.008	99.770	2055.17	2054.37	2058.20	2057.60	3.935	1.451	1.650
19	20	0.200	0.074	0.110	87.585	2052.46	2042.82	2057.60	2048.19	43.265	5.282	7.240
20	21	0.200	0.077	0.096	100.177	2042.82	2033.21	2048.19	2038.72	39.289	5.031	6.690
21	22	0.200	0.075	0.113	99.833	2033.21	2021.93	2038.72	2027.65	45.325	5.428	7.330
22	23	0.200	0.078	0.101	77.891	2021.93	2014.06	2027.65	2020.05	41.692	5.201	6.870
149	150	0.200	0.010	0.221	43.689	2124.95	2115.30	2126.35	2117.15	14.653	2.393	9.120
108	148	0.200	0.012	0.153	32.224	1904.78	1899.85	2122.80	2117.95	11.137	2.076	7.540
148	151	0.200	0.012	0.122	25.272	1899.85	1896.77	2117.95	2115.10	9.406	1.902	6.700
179	159	0.200	0.011	0.169	73.217	2107.81	2095.43	2112.15	2099.95	11.995	2.157	7.940
159	154	0.200	0.011	0.160	65.986	2095.43	2084.88	2099.95	2089.75	11.515	2.112	7.710

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
182	160	0.200	0.013	0.092	97.000	2074.50	2065.58	2075.90	2067.10	7.620	1.706	5.790
160	157	0.200	0.016	0.041	35.410	2065.58	2064.12	2067.10	2065.85	4.168	1.248	3.800
77	78					2339.06	2339.06					
78	79					2339.06	2339.06					
79	80					2339.06	2339.06					
80	81					2339.06	2339.06					
81	82					2339.06	2339.06					
82	83					2339.06	2339.06					
83	84					2339.06	2339.06					
84	85					2339.06	2339.06					
85	86					2339.06	2339.06					
86	87					2339.06	2339.06					
87	88					2339.06	2339.06					
88	89					2339.06	2339.06					
89	90					2339.06	2339.06					
90	91					2212.89	2212.89					
91	92					2212.89	2212.89					
92	93					2212.89	2212.89					
93	94					2058.59	2058.59					
94	95					1901.16	1901.16					
95	96					1735.40	1735.40					
96	97					1735.40	1735.40					
97	98					1735.40	1735.40					
98	99					1735.40	1735.40					
99	100					1735.40	1735.40					

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
100	101					1735.40	1735.40					
101	102					1735.40	1735.40					
102	103					1546.93	1546.93					
103	104					1546.93	1546.93					
104	105					1141.89	1141.89					
105	106					931.03	931.03					
106	107					716.61	716.61					
107	108					499.99	499.99					
108	109					498.58	498.58					
109	110					498.58	498.58					
110	111					498.58	498.58					
111	112					265.10	265.10					
112	113					265.10	265.10					
113	114					17.62	17.62					
114	115					17.62	17.62					
115	116					17.62	17.62					
116	117					17.62	17.62					
118	119	0.200	0.010	0.255	57.022	2323.70	2309.16	2325.10	2311.02	16.303	2.528	9.820
119	120	0.200	0.013	0.107	65.058	2309.16	2302.20	2311.02	2304.16	8.529	1.808	6.260
120	121	0.200	0.014	0.079	82.710	2302.20	2295.66	2304.16	2297.70	6.801	1.608	5.350
121	122	0.200	0.013	0.098	111.321	2295.66	2284.76	2297.70	2286.95	7.988	1.748	5.980
122	123	0.200	0.010	0.243	37.628	2284.76	2275.61	2286.95	2278.10	15.727	2.482	9.580
123	124	0.200	0.011	0.210	20.427	2275.61	2271.32	2278.10	2273.92	14.105	2.346	8.880
124	125	0.200	0.010	0.230	57.225	2271.32	2258.16	2273.92	2261.10	15.095	2.430	9.310
125	126	0.200	0.010	0.271	25.036	2258.16	2251.38	2261.10	2254.57	17.060	2.588	10.130

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
126	127	0.200	0.010	0.241	46.073	2251.38	2240.27	2254.57	2243.79	15.631	2.474	9.540
127	128	0.200	0.010	0.226	9.179	2240.27	2238.20	2243.79	2241.77	14.899	2.413	9.220
128	129	0.200	0.011	0.186	40.258	2238.20	2230.71	2241.77	2234.41	12.884	2.239	8.340
129	130	0.200	0.019	0.023	29.256	2230.71	2230.04	2234.41	2233.75	2.714	0.999	2.810
130	131	0.200	0.014	0.078	47.932	2230.04	2226.30	2233.75	2230.05	7.014	1.645	5.350
131	132	0.200	0.013	0.122	30.724	2226.30	2222.55	2230.05	2226.35	10.191	2.010	6.790
132	90	0.200	0.013	0.178	54.241	2222.55	2212.89	2226.35	2217.05	14.402	2.428	8.340
43	46	0.200	0.014	0.069	39.641	2188.35	2185.62	2189.75	2187.05	6.147	1.526	4.980
46	93	0.200	0.016	0.042	20.515	2185.62	2184.75	2187.05	2186.40	4.243	1.259	3.850
138	136	0.200	0.044	0.001	71.241	2184.80	2184.73	2186.20	2186.60	0.257	0.292	0.530
136	94	0.200	0.012	0.161	18.640	2184.64	2181.64	2186.60	2183.85	11.913	2.160	7.780
91	133	0.200	0.015	0.054	66.997	2208.10	2204.48	2209.50	2205.95	5.119	1.388	4.390
133	134	0.200	0.012	0.121	68.594	2204.48	2196.18	2205.95	2197.75	9.349	1.896	6.670
134	135	0.200	0.011	0.172	53.982	2196.18	2186.90	2197.75	2188.65	12.154	2.172	8.010
135	136	0.200	0.016	0.046	49.139	2186.90	2184.64	2188.65	2186.60	4.542	1.304	4.040
137	135	0.200	0.017	0.032	44.532	2188.45	2187.03	2189.85	2188.65	3.463	1.133	3.340
144	95	0.200	0.023	0.012	96.303	2174.45	2173.29	2175.85	2174.95	1.669	0.776	2.000
146	102	0.200	0.023	0.012	54.599	2151.25	2150.60	2152.65	2152.20	1.669	0.776	2.000
175	147	0.200	0.016	0.041	85.207	2140.55	2137.06	2141.95	2138.50	4.168	1.248	3.800
147	104	0.200	0.023	0.012	40.045	2137.06	2136.58	2138.50	2138.25	1.669	0.776	2.000
65	71	0.200	0.019	0.025	59.210	2142.84	2141.36	2144.24	2142.80	2.880	1.030	2.930
71	104	0.200	0.013	0.101	47.738	2141.36	2136.54	2142.80	2138.25	8.169	1.768	6.080
72	105	0.200	0.012	0.150	42.009	2134.50	2128.20	2135.90	2129.90	10.974	2.060	7.460
73	106	0.200	0.011	0.168	23.577	2128.60	2124.64	2130.00	2126.30	11.942	2.152	7.910
74	107	0.200	0.011	0.160	52.255	2130.80	2122.44	2132.20	2124.15	11.515	2.112	7.710

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
67	75	0.200	0.015	0.056	53.691	2132.06	2129.05	2133.46	2130.50	5.260	1.408	4.470
75	108	0.200	0.012	0.151	53.107	2129.05	2121.03	2130.50	2122.80	11.028	2.066	7.490
69	76	0.200	0.015	0.059	69.428	2120.45	2116.35	2121.85	2117.80	5.469	1.436	4.590
76	111	0.200	0.010	0.281	38.334	2116.35	2105.58	2117.80	2107.65	17.528	2.625	10.320
47	48	0.200	0.016	0.047	46.750	2169.10	2166.90	2170.50	2168.35	4.615	1.315	4.080
48	60	0.200	0.044	0.001	33.759	2166.90	2166.87	2168.35	2169.26	0.257	0.292	0.530
60	61	0.200	0.016	0.044	73.266	2166.81	2163.58	2169.26	2166.05	4.393	1.282	3.940
61	62	0.200	0.018	0.027	24.795	2163.58	2162.91	2166.05	2165.40	3.050	1.061	3.060
62	63	0.200	0.016	0.064	56.375	2162.91	2159.31	2165.40	2161.82	6.295	1.566	4.850
63	64	0.200	0.015	0.104	49.208	2159.31	2154.19	2161.82	2156.75	9.662	1.976	6.310
64	65	0.200	0.016	0.122	103.575	2154.19	2141.55	2156.75	2144.24	12.443	2.301	7.000
65	66	0.200	0.023	0.039	79.033	2141.55	2138.47	2144.24	2141.20	5.582	1.533	3.880
66	67	0.200	0.014	0.305	26.548	2138.47	2130.37	2141.20	2133.46	26.334	3.424	11.370
67	68	0.200	0.019	0.102	51.434	2130.37	2125.13	2133.46	2128.25	12.000	2.294	6.460
68	69	0.200	0.019	0.113	57.477	2125.13	2118.63	2128.25	2121.85	13.583	2.464	6.860
69	70	0.200	0.018	0.200	66.704	2118.63	2105.29	2121.85	2108.80	22.053	3.192	9.310
70	113	0.200	0.016	0.330	41.754	2105.29	2091.51	2108.80	2095.95	32.622	3.915	12.110
94	58	0.200	0.013	0.109	34.257	2182.45	2178.72	2183.85	2180.15	8.648	1.821	6.320
58	59	0.200	0.012	0.129	56.713	2178.72	2171.40	2180.15	2172.95	9.806	1.944	6.900
59	60	0.200	0.014	0.064	61.536	2171.34	2167.40	2172.95	2169.26	5.812	1.482	4.790
95	59	0.200	0.016	0.047	47.085	2173.55	2171.34	2174.95	2172.95	4.615	1.315	4.080
97	61	0.200	0.015	0.053	74.910	2168.40	2164.43	2169.80	2166.05	5.048	1.378	4.350
101	64	0.200	0.023	0.012	99.244	2156.25	2155.06	2157.65	2156.75	1.669	0.776	2.000
54	69	0.200	0.016	0.041	54.104	2122.45	2120.23	2123.85	2121.85	4.168	1.248	3.800
301	12	0.200	0.044	0.001	59.702	2121.45	2121.39	2122.85	2124.05	0.257	0.292	0.530

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
12	13	0.200	0.023	0.166	32.259	2121.00	2115.64	2124.05	2118.79	23.195	3.371	8.660
13	14	0.200	0.025	0.142	75.403	2115.64	2104.94	2118.79	2108.25	21.468	3.258	8.010
14	15	0.200	0.023	0.210	54.455	2104.94	2093.50	2108.25	2097.10	29.570	3.858	9.870
15	16	0.200	0.020	0.384	29.607	2093.50	2082.13	2097.10	2086.50	46.738	4.885	13.520
16	17	0.200	0.026	0.151	56.498	2082.13	2073.60	2086.50	2078.10	23.811	3.466	8.330
17	18	0.200	0.026	0.149	47.011	2073.60	2066.60	2078.10	2071.20	24.084	3.497	8.290
18	19	0.200	0.024	0.213	66.254	2066.60	2052.48	2071.20	2057.60	31.774	4.039	10.010
42	43	0.200	0.011	0.181	52.492	2197.65	2188.15	2199.05	2189.75	12.625	2.215	8.220
43	44	0.200	0.044	0.001	19.498	2188.15	2188.13	2189.75	2190.15	0.257	0.292	0.530
44	45	0.200	0.014	0.070	23.663	2188.13	2186.47	2190.15	2188.50	6.214	1.535	5.020
45	1	0.200	0.027	0.006	47.869	2186.47	2186.19	2188.50	2188.25	0.992	0.592	1.390
1	2	0.200	0.013	0.177	57.960	2186.19	2175.93	2188.25	2178.20	14.053	2.390	8.290
2	3	0.200	0.014	0.149	72.504	2175.93	2165.12	2178.20	2167.55	13.046	2.320	7.650
3	4	0.200	0.017	0.122	62.377	2165.12	2157.51	2167.55	2160.00	12.663	2.329	7.020
4	5	0.200	0.022	0.048	47.149	2157.51	2155.25	2160.00	2157.75	6.605	1.676	4.340
5	6	0.200	0.029	0.019	13.347	2155.25	2155.00	2157.75	2157.50	3.334	1.178	2.670
6	7	0.200	0.023	0.068	108.306	2155.00	2147.63	2157.50	2150.25	9.468	2.051	5.280
7	8	0.200	0.021	0.109	26.988	2147.63	2144.69	2150.25	2147.35	14.207	2.550	6.800
8	9	0.200	0.023	0.092	81.541	2144.69	2137.19	2147.35	2139.90	13.050	2.456	6.260
9	10	0.200	0.024	0.098	67.077	2137.19	2130.62	2139.90	2133.40	14.351	2.598	6.500
10	11	0.200	0.026	0.085	38.604	2130.62	2127.33	2133.40	2130.15	13.485	2.533	6.070
11	12	0.200	0.026	0.094	67.395	2127.33	2121.00	2130.15	2124.05	14.905	2.677	6.410
291	292	0.200	0.026	0.007	28.999	2200.60	2200.40	2202.00	2201.80	1.114	0.629	1.500
292	293	0.200	0.014	0.075	17.449	2200.40	2199.09	2201.80	2200.50	6.542	1.576	5.210
293	294	0.200	0.012	0.115	52.545	2199.09	2193.05	2200.50	2194.50	9.000	1.859	6.500

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
294	1	0.200	0.011	0.201	32.844	2193.05	2186.44	2194.50	2188.25	13.652	2.307	8.680
59	47	0.200	0.016	0.048	51.975	2171.55	2169.06	2172.95	2170.50	4.688	1.326	4.130
47	3	0.200	0.016	0.047	68.175	2169.06	2165.85	2170.50	2167.55	4.615	1.315	4.080
49	4	0.200	0.013	0.088	57.892	2163.46	2158.37	2164.86	2160.00	7.371	1.677	5.660
62	50	0.200	0.015	0.060	60.097	2164.00	2160.39	2165.40	2161.85	5.538	1.446	4.640
50	6	0.200	0.013	0.099	46.391	2160.39	2155.80	2161.85	2157.50	8.048	1.755	6.010
64	51	0.200	0.033	0.003	54.417	2155.35	2155.19	2156.75	2156.60	0.589	0.451	0.960
51	7	0.200	0.012	0.132	50.243	2155.19	2148.56	2156.60	2150.25	9.976	1.961	6.980
65	52	0.200	0.023	0.011	51.006	2142.84	2142.28	2144.24	2143.70	1.564	0.750	1.910
52	9	0.200	0.014	0.076	52.974	2142.28	2138.25	2143.70	2139.90	6.607	1.584	5.240
66	53	0.200	0.012	0.115	59.087	2139.80	2133.01	2141.20	2134.45	9.000	1.859	6.500
53	10	0.200	0.018	0.029	44.014	2133.01	2131.73	2134.45	2133.40	3.218	1.091	3.170
54	13	0.200	0.013	0.090	58.910	2122.45	2117.15	2123.85	2118.79	7.496	1.691	5.720
113	55	0.200	0.013	0.090	56.952	2094.49	2089.36	2095.95	2090.85	7.496	1.691	5.720
55	16	0.200	0.013	0.091	50.544	2089.36	2084.76	2090.85	2086.50	7.558	1.699	5.760
396	397	0.200	0.009	0.336	50.199	2204.60	2187.73	2206.00	2190.05	20.028	2.812	11.320
397	398	0.200	0.010	0.278	37.597	2187.73	2177.28	2190.05	2180.00	17.388	2.614	10.270
398	399	0.200	0.010	0.263	22.851	2177.28	2171.27	2180.00	2174.20	16.683	2.559	9.980
399	400	0.200	0.011	0.195	20.150	2171.27	2167.34	2174.20	2170.35	13.346	2.280	8.550
400	401	0.200	0.012	0.133	25.510	2167.34	2163.95	2170.35	2167.00	10.032	1.967	7.010
401	402	0.200	0.012	0.141	63.951	2163.95	2154.93	2167.00	2158.10	10.479	2.012	7.230
402	403	0.200	0.011	0.158	64.770	2154.93	2144.70	2158.10	2148.05	11.408	2.102	7.660
403	404	0.200	0.014	0.078	21.870	2144.70	2142.99	2148.05	2146.35	6.737	1.600	5.310
404	405	0.200	0.020	0.144	67.003	2142.99	2133.34	2146.35	2136.85	17.556	2.845	7.870
405	406	0.200	0.019	0.191	30.187	2133.34	2127.58	2136.85	2131.20	22.110	3.214	9.140

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
406	372	0.200	0.041	0.011	46.900	2127.58	2127.06	2131.20	2130.70	2.658	1.078	2.030
372	373	0.200	0.025	0.131	60.664	2127.06	2119.12	2130.70	2122.85	20.131	3.150	7.680
373	374	0.200	0.025	0.135	47.879	2119.12	2112.65	2122.85	2116.45	20.963	3.225	7.820
374	375	0.200	0.028	0.106	79.085	2112.65	2104.27	2116.45	2108.15	18.108	3.006	6.910
375	376	0.200	0.112	0.001	28.812	2104.01	2103.98	2108.15	2108.20	0.525	0.478	0.500
376	377	0.200	0.029	0.122	19.128	2103.98	2101.64	2108.20	2105.90	21.256	3.291	7.480
377	378	0.200	0.031	0.097	69.515	2101.64	2094.90	2105.90	2099.25	18.070	3.031	6.640
378	358	0.200	0.118	0.001	16.246	2094.90	2094.88	2099.25	2099.35	0.539	0.486	0.500
358	359	0.200	0.038	0.086	35.723	2094.88	2091.81	2099.35	2096.30	19.171	3.193	6.310
359	360	0.200	0.039	0.076	52.769	2091.81	2087.80	2096.30	2092.35	17.556	3.054	5.910
360	361	0.200	0.048	0.038	69.857	2087.80	2085.15	2092.35	2089.75	10.500	2.345	4.070
361	362	0.200	0.045	0.049	75.377	2085.15	2081.45	2089.75	2086.10	12.914	2.615	4.670
362	363	0.200	0.051	0.034	73.205	2081.45	2078.96	2086.10	2083.65	9.905	2.283	3.840
363	364	0.200	0.053	0.031	48.723	2078.96	2077.45	2083.65	2082.15	9.304	2.213	3.650
364	322	0.200	0.124	0.002	48.478	2077.45	2077.36	2082.15	2080.05	1.105	0.727	0.720
322	323	0.200	0.046	0.109	56.332	2076.28	2070.14	2080.05	2073.95	28.836	4.068	7.260
323	324	0.200	0.045	0.113	52.680	2070.14	2064.19	2073.95	2068.05	29.808	4.141	7.400
324	325	0.200	0.048	0.097	39.395	2064.19	2060.37	2068.05	2064.25	26.685	3.914	6.820
325	19	0.200	0.048	0.093	74.733	2060.37	2053.42	2064.25	2057.60	25.940	3.859	6.660
370	393	0.200	0.044	0.001	36.700	2153.70	2153.66	2155.10	2155.60	0.257	0.292	0.530
393	394	0.200	0.020	0.049	75.048	2153.66	2149.98	2155.60	2151.95	5.951	1.557	4.310
394	404	0.200	0.021	0.059	99.822	2149.98	2144.09	2151.95	2146.35	7.523	1.786	4.820
334	335	0.200	0.016	0.046	34.127	2178.50	2176.93	2179.90	2178.35	4.542	1.304	4.040
335	338	0.200	0.011	0.155	34.754	2176.93	2171.54	2178.35	2173.05	11.246	2.087	7.590
338	339	0.200	0.012	0.114	36.661	2171.54	2167.36	2173.05	2168.90	8.942	1.853	6.470

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
339	340	0.200	0.019	0.023	41.645	2166.79	2165.83	2168.90	2167.95	2.706	0.997	2.810
340	342	0.200	0.011	0.173	12.042	2165.54	2163.45	2167.95	2165.90	12.206	2.177	8.030
342	343	0.200	0.017	0.036	26.595	2163.39	2162.43	2165.90	2164.95	3.782	1.186	3.550
343	345	0.200	0.015	0.060	37.254	2162.43	2160.20	2164.95	2162.75	5.538	1.446	4.640
345	346	0.200	0.013	0.153	20.588	2160.04	2156.89	2162.75	2159.65	12.310	2.223	7.660
346	393	0.200	0.013	0.153	28.231	2156.89	2152.57	2159.65	2155.60	12.663	2.266	7.690
333	334	0.200	0.044	0.001	31.620	2178.40	2178.37	2179.80	2179.90	0.257	0.292	0.530
334	339	0.200	0.010	0.222	51.722	2178.27	2166.79	2179.90	2168.90	14.702	2.397	9.140
332	334	0.200	0.013	0.108	30.389	2181.55	2178.27	2182.95	2179.90	8.588	1.815	6.290
331	333	0.200	0.012	0.138	32.400	2182.80	2178.33	2184.20	2179.80	10.312	1.995	7.150
333	340	0.200	0.011	0.159	76.820	2178.33	2166.11	2179.80	2167.95	11.462	2.107	7.690
341	342	0.200	0.012	0.134	23.050	2167.35	2164.26	2168.75	2165.90	10.088	1.972	7.040
344	345	0.200	0.011	0.179	52.967	2170.45	2160.97	2171.85	2162.75	12.521	2.206	8.180
395	405	0.200	0.014	0.071	60.054	2139.50	2135.24	2140.90	2136.85	6.280	1.543	5.060
410	406	0.200	0.022	0.013	53.988	2130.30	2129.60	2131.70	2131.20	1.772	0.801	2.080
310	337	0.200	0.018	0.029	44.255	2159.10	2157.82	2160.50	2159.25	3.218	1.091	3.170
337	347	0.200	0.017	0.037	71.293	2157.07	2154.44	2159.25	2156.65	3.860	1.199	3.600
347	370	0.200	0.020	0.020	80.419	2154.44	2152.83	2156.65	2155.10	2.437	0.944	2.610
370	371	0.200	0.011	0.162	81.962	2152.83	2139.55	2155.10	2142.05	11.622	2.122	7.760
371	372	0.200	0.011	0.177	66.419	2139.55	2127.79	2142.05	2130.70	12.416	2.196	8.130
335	336	0.200	0.010	0.258	45.482	2176.95	2165.22	2178.35	2167.00	16.446	2.540	9.880
336	337	0.200	0.011	0.209	38.959	2165.22	2157.07	2167.00	2159.25	14.055	2.342	8.860
352	372	0.200	0.014	0.068	99.684	2135.85	2129.07	2137.25	2130.70	6.081	1.518	4.950
354	365	0.200	0.012	0.115	47.011	2129.35	2123.94	2130.75	2125.40	9.000	1.859	6.500
365	374	0.200	0.012	0.144	64.348	2123.94	2114.68	2125.40	2116.45	10.645	2.028	7.300

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
356	369	0.200	0.012	0.135	60.635	2114.70	2106.51	2116.10	2108.00	10.144	1.978	7.060
369	368	0.200	0.033	0.003	48.023	2106.51	2106.37	2108.00	2107.89	0.589	0.451	0.960
368	375	0.200	0.044	0.001	11.247	2106.11	2106.10	2107.89	2108.15	0.257	0.292	0.530
366	367	0.200	0.012	0.120	52.681	2120.65	2114.33	2122.05	2115.82	9.291	1.890	6.650
367	368	0.200	0.012	0.146	56.314	2114.33	2106.11	2115.82	2107.89	10.755	2.039	7.360
312	348	0.200	0.018	0.026	99.456	2141.56	2138.97	2142.96	2140.40	2.965	1.045	3.000
348	352	0.200	0.012	0.121	26.241	2138.97	2135.80	2140.40	2137.25	9.349	1.896	6.670
352	353	0.200	0.015	0.054	62.506	2135.80	2132.42	2137.25	2133.90	5.119	1.388	4.390
353	354	0.200	0.014	0.080	39.717	2132.42	2129.25	2133.90	2130.75	6.865	1.616	5.380
354	355	0.200	0.011	0.252	37.794	2129.24	2119.72	2130.75	2121.55	16.783	2.583	9.820
355	356	0.200	0.015	0.084	65.672	2119.72	2114.20	2121.55	2116.10	7.771	1.749	5.600
356	357	0.200	0.015	0.155	94.679	2114.20	2099.52	2116.10	2101.60	14.930	2.530	7.930
357	358	0.200	0.023	0.056	44.475	2099.52	2097.03	2101.60	2099.35	7.797	1.841	4.740
314	349	0.200	0.012	0.121	64.141	2137.05	2129.29	2138.45	2130.75	9.349	1.896	6.670
349	354	0.200	0.044	0.001	49.495	2129.29	2129.24	2130.75	2130.75	0.257	0.292	0.530
315	350	0.200	0.013	0.108	75.765	2128.60	2120.42	2130.00	2121.90	8.588	1.815	6.290
350	356	0.200	0.011	0.191	32.041	2120.42	2114.30	2121.90	2116.10	13.142	2.262	8.460
317	351	0.200	0.012	0.114	100.525	2116.75	2105.29	2118.15	2106.85	8.942	1.853	6.470
351	357	0.200	0.014	0.079	69.313	2105.29	2099.81	2106.85	2101.60	6.801	1.608	5.350
412	376	0.200	0.018	0.027	82.103	2108.80	2106.58	2110.20	2108.20	3.050	1.061	3.060
16	303	0.200	0.014	0.066	66.970	2085.04	2080.62	2086.50	2082.10	5.947	1.500	4.870
303	322	0.200	0.015	0.056	40.814	2080.62	2078.33	2082.10	2080.05	5.260	1.408	4.470
335	306	0.200	0.030	0.004	71.260	2176.95	2176.67	2178.35	2178.10	0.732	0.505	1.120
306	307	0.200	0.012	0.125	19.430	2176.43	2174.00	2178.10	2175.70	9.578	1.920	6.790
307	308	0.200	0.010	0.219	40.068	2173.82	2165.05	2175.70	2167.15	14.554	2.384	9.080

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
308	309	0.200	0.013	0.095	40.713	2165.05	2161.18	2167.15	2163.30	7.805	1.727	5.890
309	310	0.200	0.014	0.069	41.251	2161.18	2158.34	2163.30	2160.50	6.147	1.526	4.980
310	311	0.200	0.011	0.198	40.587	2158.34	2150.30	2160.50	2152.62	13.499	2.293	8.610
311	312	0.200	0.015	0.111	88.039	2150.30	2140.53	2152.62	2142.96	10.144	2.027	6.530
312	313	0.200	0.045	0.002	43.340	2140.53	2140.44	2142.96	2142.90	0.528	0.441	0.790
313	314	0.200	0.016	0.100	44.919	2140.44	2135.95	2142.90	2138.45	10.294	2.073	6.270
314	315	0.200	0.020	0.084	101.693	2135.95	2127.41	2138.45	2130.00	10.267	2.113	5.830
315	316	0.200	0.021	0.096	43.545	2127.41	2123.23	2130.00	2125.85	12.246	2.342	6.320
316	317	0.200	0.020	0.121	64.537	2123.23	2115.42	2125.85	2118.15	15.034	2.617	7.160
317	318	0.200	0.023	0.095	46.359	2115.42	2111.01	2118.15	2113.80	13.183	2.464	6.350
318	319	0.200	0.033	0.027	58.829	2111.01	2109.42	2113.80	2112.25	5.370	1.559	3.290
319	320	0.200	0.020	0.195	37.413	2109.42	2102.13	2112.25	2105.10	24.696	3.452	9.350
320	321	0.200	0.019	0.251	37.496	2102.13	2092.72	2105.10	2096.00	30.398	3.852	10.690
321	322	0.200	0.021	0.211	78.590	2092.72	2076.13	2096.00	2080.05	27.490	3.674	9.800
332	305	0.200	0.016	0.041	42.937	2181.55	2179.79	2182.95	2181.20	4.168	1.248	3.800
305	306	0.200	0.011	0.184	18.241	2179.79	2176.43	2181.20	2178.10	12.781	2.229	8.290
2	307	0.200	0.017	0.035	78.407	2176.80	2174.06	2178.20	2175.70	3.703	1.173	3.500
3	309	0.200	0.014	0.068	65.745	2166.15	2161.68	2167.55	2163.30	6.081	1.518	4.950
5	295	0.200	0.013	0.104	32.115	2156.35	2153.01	2157.75	2154.45	8.350	1.788	6.170
295	296	0.200	0.020	0.018	37.570	2153.01	2152.33	2154.45	2153.80	2.253	0.906	2.470
296	311	0.200	0.018	0.028	51.111	2152.33	2150.90	2153.80	2152.62	3.134	1.076	3.110
297	298	0.200	0.011	0.177	33.069	2155.20	2149.35	2156.60	2150.86	12.416	2.196	8.130
298	312	0.200	0.012	0.140	58.521	2149.35	2141.15	2150.86	2142.96	10.423	2.006	7.200
7	314	0.200	0.012	0.112	108.057	2148.85	2136.75	2150.25	2138.45	8.825	1.840	6.410
9	299	0.200	0.013	0.105	53.895	2138.50	2132.84	2139.90	2134.30	8.410	1.795	6.200

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
299	315	0.200	0.013	0.087	52.096	2132.84	2128.31	2134.30	2130.00	7.309	1.669	5.620
11	300	0.200	0.013	0.099	62.509	2128.75	2122.56	2130.15	2124.05	8.048	1.755	6.010
300	317	0.200	0.012	0.144	43.089	2122.56	2116.36	2124.05	2118.15	10.645	2.028	7.300
13	302	0.200	0.016	0.039	69.155	2117.39	2114.69	2118.79	2116.15	4.015	1.224	3.700
302	319	0.200	0.012	0.146	28.433	2114.69	2110.54	2116.15	2112.25	10.755	2.039	7.360
304	324	0.200	0.018	0.027	51.090	2067.80	2066.42	2069.20	2068.05	3.050	1.061	3.060
325	326	0.200	0.014	0.082	99.921	2062.85	2054.66	2064.25	2056.15	6.993	1.631	5.450
326	327	0.200	0.019	0.024	75.972	2054.66	2052.83	2056.15	2054.35	2.793	1.013	2.870
327	328	0.200	0.020	0.017	36.210	2052.83	2052.22	2054.35	2053.75	2.158	0.886	2.400
328	329	0.200	0.012	0.129	29.723	2052.22	2048.38	2053.75	2049.95	9.806	1.944	6.900
329	330	0.200	0.013	0.129	65.139	2048.38	2039.98	2049.95	2041.65	10.295	2.010	6.950
330	21	0.200	0.013	0.128	24.820	2039.98	2036.80	2041.65	2038.72	10.346	2.018	6.940
189	57	0.200	0.020	0.019	72.153	2030.85	2029.48	2032.25	2030.95	2.346	0.926	2.540
57	22	0.200	0.014	0.077	45.637	2029.48	2025.97	2030.95	2027.65	6.672	1.592	5.280
287	288	0.200	0.030	0.004	83.940	2011.10	2010.76	2012.50	2012.19	0.732	0.505	1.120
288	283	0.200	0.030	0.004	47.709	2010.76	2010.57	2012.19	2012.00	0.732	0.505	1.120
283	284	0.200	0.011	0.160	31.112	2010.07	2005.09	2012.00	2007.10	11.515	2.112	7.710
284	290	0.200	0.012	0.266	94.941	2004.99	1979.73	2007.10	1982.70	20.399	2.929	10.350
290	31	0.200	0.014	0.177	68.075	1979.73	1967.68	1982.70	1971.10	15.048	2.503	8.380
285	281	0.200	0.028	0.005	86.344	2018.59	2018.16	2019.99	2019.60	0.865	0.551	1.260
281	282	0.200	0.012	0.133	30.949	2017.95	2013.83	2019.60	2015.55	10.032	1.967	7.010
282	283	0.200	0.013	0.108	35.009	2013.64	2009.86	2015.55	2012.00	8.588	1.815	6.290
279	280	0.200	0.024	0.010	64.655	2020.65	2020.00	2022.05	2021.45	1.456	0.723	1.810
280	281	0.200	0.015	0.058	35.466	2020.00	2017.95	2021.45	2019.60	5.400	1.427	4.550
286	282	0.200	0.022	0.013	99.819	2015.15	2013.85	2016.55	2015.55	1.772	0.801	2.080

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
289	284	0.200	0.015	0.052	94.437	2010.40	2005.49	2011.80	2007.10	4.977	1.368	4.300
468	471					2096.05	2096.05					
471	472					2096.05	2096.05					
472	473					2096.05	2096.05					
473	474					2096.05	2096.05					
474	475					2096.05	2096.05					
475	476					2096.05	2096.05					
476	477					2088.92	2088.92					
477	478					2088.92	2088.92					
478	479					2088.92	2088.92					
479	480					2080.21	2080.21					
480	481					2080.21	2080.21					
481	482					2080.21	2080.21					
482	483					2080.21	2080.21					
483	484					2080.21	2080.21					
484	485					2080.21	2080.21					
485	486					2051.50	2051.50					
486	487					2051.50	2051.50					
487	488					2051.50	2051.50					
488	541					2051.50	2051.50					
541	542					1977.17	1977.17					
542	543					1977.17	1977.17					
543	544					1977.17	1977.17					
544	545					1977.17	1977.17					
545	546					1977.17	1977.17					

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
546	547					1865.42	1865.42					
547	548					1865.42	1865.42					
548	549					1865.42	1865.42					
549	550					1865.42	1865.42					
550	551					1865.42	1865.42					
551	552					1865.42	1865.42					
552	553					1865.42	1865.42					
553	554					1865.42	1865.42					
554	36					1865.42	1865.42					
470	476	0.200	0.010	0.289	40.602	2100.65	2088.92	2102.05	2091.00	17.899	2.653	10.480
438	439	0.200	0.017	0.034	65.631	2166.78	2164.55	2168.18	2165.96	3.624	1.160	3.450
439	440	0.200	0.044	0.001	16.695	2164.55	2164.53	2165.96	2165.98	0.257	0.292	0.530
440	441	0.200	0.018	0.028	12.608	2164.53	2164.18	2165.98	2165.63	3.134	1.076	3.110
441	442	0.200	0.016	0.045	44.754	2164.18	2162.17	2165.63	2163.65	4.468	1.293	3.990
442	443	0.200	0.015	0.059	66.399	2162.17	2158.25	2163.65	2159.80	5.469	1.436	4.590
443	444	0.200	0.013	0.103	69.893	2158.25	2151.05	2159.80	2152.68	8.290	1.782	6.140
444	445	0.200	0.016	0.039	58.385	2151.05	2148.77	2152.68	2150.43	4.015	1.224	3.700
445	446	0.200	0.013	0.086	100.219	2148.77	2140.15	2150.43	2141.92	7.246	1.662	5.590
446	447	0.200	0.014	0.079	84.402	2140.13	2133.46	2141.92	2135.30	6.801	1.608	5.350
447	448	0.200	0.017	0.040	50.883	2133.46	2131.43	2135.30	2133.30	4.259	1.270	3.780
448	449	0.200	0.017	0.050	69.140	2131.43	2127.97	2133.30	2129.85	5.453	1.464	4.300
449	450	0.200	0.019	0.068	78.071	2127.97	2122.66	2129.85	2124.60	7.877	1.811	5.150
450	455	0.200	0.018	0.087	26.128	2122.66	2120.39	2124.60	2122.35	9.536	2.001	5.860
455	418	0.200	0.030	0.032	60.266	2120.37	2118.44	2122.35	2120.45	5.888	1.627	3.590
418	419	0.200	0.020	0.169	39.198	2118.44	2111.82	2120.45	2113.95	20.924	3.141	8.610

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
419	412	0.200	0.030	0.054	69.679	2111.82	2108.05	2113.95	2110.20	9.847	2.162	4.790
412	413	0.200	0.030	0.159	61.217	2107.72	2097.99	2110.20	2100.60	28.686	3.897	8.690
413	414	0.200	0.034	0.106	80.754	2097.99	2089.43	2100.60	2092.10	21.390	3.356	7.020
414	479	0.200	0.046	0.039	63.149	2089.43	2086.97	2092.10	2089.85	10.463	2.333	4.130
431	446	0.200	0.011	0.175	57.261	2150.15	2140.13	2151.55	2141.92	12.311	2.187	8.080
433	448	0.200	0.011	0.167	65.600	2142.50	2131.55	2143.90	2133.30	11.889	2.147	7.890
436	437	0.200	0.013	0.108	22.418	2134.10	2131.68	2135.50	2133.10	8.588	1.815	6.290
437	449	0.200	0.014	0.064	54.437	2131.68	2128.20	2133.10	2129.85	5.812	1.482	4.790
444	451	0.200	0.014	0.083	95.260	2151.28	2143.37	2152.68	2144.85	7.056	1.639	5.490
451	452	0.200	0.012	0.115	96.071	2143.37	2132.33	2144.85	2133.90	9.000	1.859	6.500
452	453	0.200	0.015	0.086	94.880	2132.19	2124.03	2133.90	2125.85	7.849	1.756	5.660
453	454	0.200	0.014	0.110	24.774	2124.03	2121.30	2125.85	2123.15	9.528	1.944	6.440
454	455	0.200	0.015	0.095	10.665	2121.28	2120.27	2123.15	2122.35	8.850	1.882	6.010
446	452	0.200	0.012	0.127	65.623	2140.52	2132.19	2141.92	2133.90	9.692	1.932	6.840
448	454	0.200	0.012	0.145	72.256	2131.90	2121.42	2133.30	2123.15	10.700	2.033	7.330
455	458	0.200	0.019	0.022	52.298	2120.81	2119.66	2122.35	2121.25	2.617	0.980	2.740
458	459	0.200	0.021	0.016	50.439	2119.66	2118.85	2121.25	2120.45	2.071	0.868	2.320
459	457	0.200	0.017	0.033	14.028	2118.85	2118.39	2120.45	2120.00	3.544	1.147	3.390
457	456	0.200	0.014	0.065	60.722	2118.39	2114.44	2120.00	2116.10	5.879	1.491	4.830
456	419	0.200	0.018	0.027	87.980	2114.44	2112.07	2116.10	2113.95	3.050	1.061	3.060
442	428	0.200	0.014	0.065	27.115	2162.25	2160.49	2163.65	2161.90	5.879	1.491	4.830
428	429	0.200	0.015	0.057	46.042	2160.49	2157.86	2161.90	2159.30	5.330	1.417	4.510
429	430	0.200	0.015	0.063	81.299	2157.86	2152.74	2159.30	2154.25	5.744	1.473	4.750
430	431	0.200	0.015	0.051	53.932	2152.74	2149.99	2154.25	2151.55	4.905	1.358	4.260
431	432	0.200	0.015	0.051	75.383	2149.99	2146.15	2151.55	2147.75	4.905	1.358	4.260

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
432	433	0.200	0.016	0.048	81.471	2146.15	2142.24	2147.75	2143.90	4.688	1.326	4.130
433	434	0.200	0.014	0.067	62.809	2142.24	2138.03	2143.90	2139.75	6.014	1.509	4.910
434	435	0.200	0.021	0.052	47.978	2137.62	2135.12	2139.75	2137.30	6.679	1.672	4.500
435	436	0.200	0.023	0.039	46.729	2135.12	2133.30	2137.30	2135.50	5.566	1.530	3.880
436	408	0.200	0.028	0.021	47.214	2133.30	2132.31	2135.50	2134.55	3.548	1.214	2.810
408	409	0.200	0.022	0.064	32.271	2132.31	2130.24	2134.55	2132.50	8.628	1.940	5.080
409	410	0.200	0.034	0.013	65.000	2130.24	2129.40	2132.50	2131.70	2.676	1.062	2.200
410	411	0.200	0.021	0.096	86.991	2129.40	2121.05	2131.70	2123.40	12.479	2.372	6.330
411	412	0.200	0.018	0.201	68.126	2121.05	2107.35	2123.40	2110.20	23.016	3.282	9.390
424	425	0.200	0.012	0.150	45.205	2162.40	2155.62	2163.80	2157.10	10.974	2.060	7.460
425	426	0.200	0.012	0.133	43.634	2155.62	2149.82	2157.10	2151.35	10.032	1.967	7.010
426	427	0.200	0.012	0.140	43.707	2149.69	2143.57	2151.35	2145.30	10.423	2.006	7.200
427	434	0.200	0.012	0.142	41.168	2143.53	2137.69	2145.30	2139.75	10.534	2.017	7.250
423	426	0.200	0.013	0.091	51.209	2154.35	2149.69	2155.75	2151.35	7.558	1.699	5.760
422	427	0.200	0.015	0.063	57.814	2147.30	2143.66	2148.70	2145.30	5.744	1.473	4.750
422	421	0.200	0.016	0.047	41.694	2147.30	2145.34	2148.70	2146.75	4.615	1.315	4.080
421	434	0.200	0.012	0.117	62.068	2145.14	2137.88	2146.75	2139.75	9.117	1.872	6.560
420	421	0.200	0.014	0.068	23.613	2146.75	2145.14	2148.15	2146.75	6.081	1.518	4.950
404	407	0.200	0.015	0.062	37.219	2144.95	2142.64	2146.35	2144.05	5.676	1.464	4.710
407	408	0.200	0.011	0.190	52.055	2142.64	2132.75	2144.05	2134.55	13.090	2.257	8.430
417	411	0.200	0.020	0.019	77.140	2123.25	2121.78	2124.65	2123.40	2.346	0.926	2.540
378	415	0.200	0.015	0.062	55.993	2097.85	2094.38	2099.25	2095.80	5.676	1.464	4.710
415	416	0.200	0.013	0.091	22.709	2094.38	2092.31	2095.80	2093.75	7.558	1.699	5.760
416	414	0.200	0.018	0.028	66.496	2092.31	2090.45	2093.75	2092.10	3.134	1.076	3.110
359	379	0.200	0.013	0.089	72.782	2094.90	2088.42	2096.30	2089.85	7.434	1.684	5.690

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
379	555	0.200	0.013	0.093	61.552	2088.42	2082.70	2089.85	2084.21	7.682	1.713	5.820
555	556	0.200	0.013	0.087	54.076	2082.70	2077.99	2084.21	2079.56	7.309	1.669	5.620
556	557	0.200	0.014	0.067	41.589	2077.99	2075.21	2079.56	2076.78	6.014	1.509	4.910
557	558	0.200	0.013	0.103	42.263	2075.21	2070.85	2076.78	2072.48	8.290	1.782	6.140
558	485	0.200	0.014	0.079	44.454	2070.85	2067.34	2072.48	2069.20	6.801	1.608	5.350
510	509	0.200	0.015	0.054	41.558	2085.10	2082.86	2086.50	2084.26	5.119	1.388	4.390
509	508	0.200	0.012	0.129	48.934	2082.86	2076.54	2084.26	2078.04	9.806	1.944	6.900
508	507	0.200	0.014	0.080	79.797	2076.54	2070.16	2078.04	2071.75	6.865	1.616	5.380
507	511	0.200	0.014	0.103	31.257	2069.72	2066.50	2071.75	2068.55	9.315	1.930	6.250
511	512	0.200	0.014	0.113	39.348	2066.50	2062.05	2068.55	2064.15	10.005	2.003	6.560
512	513	0.200	0.015	0.084	46.299	2062.05	2058.16	2064.15	2060.30	8.036	1.789	5.630
513	514	0.200	0.013	0.136	72.018	2058.16	2048.37	2060.30	2050.65	11.517	2.155	7.230
514	538	0.200	0.013	0.160	49.799	2048.37	2040.40	2050.65	2042.80	13.033	2.299	7.870
538	539	0.200	0.035	0.130	65.339	2040.31	2031.82	2042.80	2034.40	27.435	3.866	7.880
539	540	0.200	0.035	0.141	45.641	2031.82	2025.38	2034.40	2028.05	29.179	3.991	8.230
540	541	0.200	0.038	0.099	42.358	2025.38	2021.19	2028.05	2024.10	22.339	3.478	6.820
501	502	0.200	0.012	0.147	15.898	2094.95	2092.61	2096.35	2094.05	10.810	2.044	7.380
502	503	0.200	0.010	0.232	41.219	2092.61	2083.05	2094.05	2084.75	15.193	2.438	9.350
503	504	0.200	0.012	0.131	36.798	2083.05	2078.23	2084.75	2080.00	9.919	1.955	6.950
504	505	0.200	0.015	0.054	3.744	2078.23	2078.03	2080.00	2079.80	5.119	1.388	4.390
505	506	0.200	0.013	0.092	52.553	2078.03	2073.19	2079.80	2075.00	7.620	1.706	5.790
506	507	0.200	0.014	0.082	42.366	2073.19	2069.72	2075.00	2071.75	6.993	1.631	5.450
532	531	0.200	0.021	0.015	60.660	2083.75	2082.84	2085.15	2084.25	1.973	0.847	2.250
531	530	0.200	0.025	0.008	54.552	2082.84	2082.40	2084.25	2083.85	1.231	0.662	1.610
530	533	0.200	0.037	0.084	21.070	2076.70	2074.93	2083.85	2082.10	18.450	3.121	6.220

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
533	534	0.200	0.032	0.140	91.280	2074.93	2062.15	2082.10	2069.50	27.135	3.809	8.150
534	535	0.200	0.041	0.058	98.272	2062.15	2056.45	2069.50	2063.85	13.954	2.702	5.100
535	536	0.200	0.036	0.091	60.792	2056.45	2050.92	2063.85	2058.35	19.613	3.222	6.490
536	537	0.200	0.035	0.103	75.532	2050.92	2043.14	2058.35	2050.65	21.543	3.382	6.930
537	538	0.200	0.037	0.084	96.341	2043.14	2035.05	2050.65	2042.80	18.476	3.124	6.220
524	530	0.200	0.010	0.220	86.034	2100.70	2081.77	2102.10	2083.85	14.603	2.388	9.100
443	489	0.200	0.044	0.001	38.826	2158.40	2158.36	2159.80	2160.45	0.257	0.292	0.530
489	490	0.200	0.016	0.042	70.854	2158.36	2155.39	2160.45	2157.50	4.243	1.259	3.850
490	491	0.200	0.016	0.042	62.115	2155.39	2152.78	2157.50	2154.90	4.243	1.259	3.850
491	492	0.200	0.015	0.072	74.624	2152.78	2147.40	2154.90	2149.60	6.715	1.613	5.140
492	493	0.200	0.018	0.047	42.055	2147.40	2145.43	2149.60	2147.65	5.266	1.440	4.170
493	494	0.200	0.018	0.060	32.165	2145.43	2143.50	2147.65	2145.75	6.584	1.628	4.760
494	495	0.200	0.015	0.132	58.278	2143.50	2135.80	2145.75	2138.15	12.229	2.253	7.210
495	496	0.200	0.019	0.065	67.232	2135.80	2131.43	2138.15	2133.80	7.680	1.790	5.030
496	497	0.200	0.019	0.070	20.943	2131.43	2129.97	2133.80	2132.35	8.225	1.858	5.240
497	498	0.200	0.017	0.166	81.963	2129.97	2116.36	2132.35	2118.95	17.140	2.754	8.320
498	499	0.200	0.015	0.360	64.564	2116.36	2093.12	2118.95	2097.10	33.337	3.933	12.590
499	500	0.200	0.037	0.012	51.135	2093.12	2092.51	2097.10	2096.50	2.652	1.065	2.120
500	501	0.200	0.050	0.011	13.944	2092.51	2092.35	2096.50	2096.35	3.177	1.216	2.050
501	527	0.200	0.037	0.034	49.281	2092.35	2090.68	2096.35	2094.70	7.548	1.907	3.780
527	528	0.200	0.034	0.083	68.462	2090.68	2084.99	2094.70	2089.05	17.076	2.970	6.150
528	529	0.200	0.043	0.038	62.064	2084.99	2082.64	2089.05	2086.70	9.575	2.206	4.050
529	530	0.200	0.036	0.077	40.065	2082.64	2079.55	2086.70	2083.85	16.410	2.917	5.910
459	460	0.200	0.025	0.008	80.713	2119.05	2118.40	2120.45	2119.85	1.231	0.662	1.610
460	461	0.200	0.018	0.030	56.758	2118.40	2116.70	2119.85	2118.15	3.300	1.105	3.230

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
461	462	0.200	0.018	0.029	33.258	2116.70	2115.74	2118.15	2117.20	3.218	1.091	3.170
462	463	0.200	0.026	0.007	70.219	2115.74	2115.25	2117.20	2116.75	1.114	0.629	1.500
463	464	0.200	0.017	0.041	38.017	2115.25	2113.69	2116.75	2115.20	4.444	1.304	3.840
464	465	0.200	0.021	0.038	88.305	2113.69	2110.33	2115.20	2111.90	4.856	1.399	3.770
465	466	0.200	0.019	0.054	73.891	2110.33	2106.34	2111.90	2107.95	6.388	1.615	4.540
466	467	0.200	0.017	0.100	101.138	2106.34	2096.23	2107.95	2097.95	10.439	2.093	6.290
467	468	0.200	0.028	0.019	38.197	2096.23	2095.50	2097.95	2097.25	3.203	1.146	2.650
468	469	0.200	0.030	0.015	31.096	2095.50	2095.04	2097.25	2096.80	2.718	1.055	2.350
469	500	0.200	0.031	0.015	34.328	2095.04	2094.52	2096.80	2096.50	2.775	1.070	2.350
497	515	0.200	0.016	0.041	98.389	2130.95	2126.92	2132.35	2128.35	4.168	1.248	3.800
515	516	0.200	0.015	0.057	36.933	2126.92	2124.81	2128.35	2126.25	5.330	1.417	4.510
516	517	0.200	0.015	0.057	21.114	2124.81	2123.61	2126.25	2125.05	5.330	1.417	4.510
517	518	0.200	0.019	0.024	31.317	2123.61	2122.86	2125.05	2124.30	2.793	1.013	2.870
518	519	0.200	0.017	0.035	85.533	2122.86	2119.86	2124.30	2121.35	3.703	1.173	3.500
519	520	0.200	0.014	0.074	39.447	2119.86	2116.94	2121.35	2118.45	6.477	1.568	5.170
520	521	0.200	0.017	0.038	22.742	2116.94	2116.08	2118.45	2117.60	3.938	1.211	3.650
521	522	0.200	0.012	0.127	45.785	2116.08	2110.26	2117.60	2111.85	9.692	1.932	6.840
522	523	0.200	0.012	0.127	37.196	2110.26	2105.54	2111.85	2107.20	9.751	1.940	6.850
523	524	0.200	0.016	0.059	87.558	2105.54	2100.37	2107.20	2102.10	6.056	1.541	4.670
524	525	0.200	0.018	0.053	47.007	2100.37	2097.88	2102.10	2099.65	5.889	1.531	4.450
525	526	0.200	0.018	0.071	54.641	2097.88	2094.00	2099.65	2095.80	7.766	1.784	5.230
526	527	0.200	0.029	0.015	90.811	2094.00	2092.64	2095.80	2094.70	2.598	1.023	2.330
379	380	0.200	0.015	0.053	66.930	2088.45	2084.90	2089.85	2086.35	5.048	1.378	4.350
380	381	0.200	0.013	0.099	75.389	2084.90	2077.44	2086.35	2078.95	8.048	1.755	6.010
381	382	0.200	0.011	0.216	35.088	2077.44	2069.86	2078.95	2071.55	14.405	2.372	9.010

Tabla 18. (Continuación) Resultados CIE-AGUA del diseño optimizado de las red de alcantarillado del proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d [m]	yn [m]	s [-]	L [m]	∇Batea-i [msnm]	∇Batea-f [msnm]	∇Terreno-i [msnm]	∇Terreno-f [msnm]	τ [Pa]	v [m/s]	Fr [-]
382	383	0.200	0.011	0.212	26.840	2069.86	2064.17	2071.55	2066.00	14.205	2.354	8.920
383	384	0.200	0.014	0.069	35.218	2064.17	2061.74	2066.00	2063.60	6.147	1.526	4.980
384	385	0.200	0.015	0.049	79.878	2061.74	2057.83	2063.60	2059.75	4.761	1.337	4.170
385	386	0.200	0.011	0.174	35.472	2057.83	2051.65	2059.75	2053.70	12.259	2.182	8.060
386	387	0.200	0.012	0.147	51.841	2051.65	2044.03	2053.70	2046.20	10.810	2.044	7.380
387	388	0.200	0.012	0.117	87.990	2044.03	2033.74	2046.20	2036.00	9.117	1.872	6.560
388	389	0.200	0.013	0.107	78.204	2033.74	2025.37	2036.00	2027.75	8.529	1.808	6.260
389	390	0.200	0.010	0.233	68.852	2025.37	2009.33	2027.75	2012.15	15.242	2.442	9.370
390	391	0.200	0.013	0.104	60.217	2009.33	2003.07	2012.15	2005.95	8.350	1.788	6.170
391	392	0.200	0.011	0.187	65.407	2003.07	1990.83	2005.95	1993.95	12.936	2.243	8.360
392	546	0.200	0.014	0.076	85.963	1990.83	1984.30	1993.95	1987.65	6.607	1.584	5.240

La **Tabla 19** muestra los costos obtenidos con el diseño optimizado, utilizando programa CIE-AGUA, de la red de alcantarillado del proyecto No 2 para los ítems tenidos en cuenta, presentando los siguientes datos:

- Columna 1: Nudo o cámara de inspección inicial de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].
- Columna 2: Nudo o cámara de inspección final de un tramo para el programa CIE-AGUA [ID].
- Columna 3: Diámetro de la tubería [m].
- Columna 4: Costo total de instalación de cada tramo de la red [COP].
- Columna 5: Costo total asociado con la tubería de cada tramo de la red [COP].
- Columna 6: Costo total de excavación para cada tramo analizado [COP].
- Columna 7: Costo total de entibado para cada tramo [COP].
- Columna 8: Costo total del relleno para cada tramo [COP].
- Columna 9: Costo total de cámara de inspección que se debe colocar al final de cada tramo [COP].

Tabla 19. Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
275	277		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
277	278		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
278	188		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
188	189		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
189	190		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
190	191		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
191	23		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
23	24		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
24	25		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
25	26		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
26	27		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
27	28		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
28	29		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
29	30		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
30	31		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
31	32		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
32	33		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
33	34		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
34	35		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
35	36		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
36	37		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
37	38		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
38	39		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
39	40		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
40	41		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
41	559		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
273	274	0.200	\$ 18,992,661	\$ 2,595,505	\$ 3,130,958	\$ 6,790,823	\$ 4,716,064	\$ 1,759,311
274	275	0.200	\$ 12,773,727	\$ 1,622,512	\$ 2,012,771	\$ 4,348,470	\$ 3,030,663	\$ 1,759,311
275	276	0.200	\$ 19,744,409	\$ 2,595,678	\$ 3,303,665	\$ 7,112,956	\$ 4,972,799	\$ 1,759,311
276	187	0.200	\$ 21,505,502	\$ 1,983,867	\$ 4,747,901	\$ 7,538,124	\$ 5,476,300	\$ 1,759,311
187	188	0.250	\$ 21,242,232	\$ 2,233,583	\$ 4,143,680	\$ 6,408,472	\$ 4,804,659	\$ 3,651,838
245	246		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
246	247		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
247	248		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
248	249		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
249	250		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
250	251		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
251	252		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
252	253		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
253	254		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
254	255		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
255	256		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
256	257		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
257	258		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
258	259		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
259	260		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
260	261		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
261	262		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
262	263		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
263	264		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
264	265		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
265	266		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
266	267		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
267	268		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
268	269		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
269	270		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
270	271		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
271	272		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
272	179		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
179	180		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
180	181		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
181	182		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
182	183		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
183	184		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
184	185		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
185	186		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
186	187		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
244	247	0.200	\$ 21,772,223	\$ 2,699,581	\$ 3,741,395	\$ 7,947,276	\$ 5,624,660	\$ 1,759,311
243	248	0.200	\$ 25,057,952	\$ 3,105,567	\$ 4,367,614	\$ 9,260,472	\$ 6,564,988	\$ 1,759,311
242	241	0.200	\$ 15,702,680	\$ 2,052,575	\$ 2,551,984	\$ 5,497,290	\$ 3,841,520	\$ 1,759,311
241	249	0.200	\$ 15,922,364	\$ 1,634,472	\$ 3,326,740	\$ 5,359,668	\$ 3,842,173	\$ 1,759,311
239	240	0.200	\$ 12,031,016	\$ 1,565,116	\$ 1,860,932	\$ 4,042,205	\$ 2,803,452	\$ 1,759,311
240	241	0.200	\$ 11,370,883	\$ 1,356,406	\$ 1,776,486	\$ 3,805,881	\$ 2,672,799	\$ 1,759,311
231	229	0.200	\$ 12,423,540	\$ 1,425,176	\$ 1,995,312	\$ 4,243,720	\$ 3,000,020	\$ 1,759,311
229	232	0.200	\$ 44,519,300	\$ 1,859,288	\$ 7,602,694	\$ 22,670,026	\$ 8,735,454	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
232	233	0.200	\$ 43,814,293	\$ 1,621,313	\$ 7,535,437	\$ 22,351,439	\$ 8,654,266	\$ 3,651,838
233	261	0.200	\$ 28,142,509	\$ 937.18	\$ 4,611,806	\$ 13,646,233	\$ 5,295,448	\$ 3,651,838
230	228	0.200	\$ 16,013,344	\$ 1,323,820	\$ 3,469,432	\$ 5,462,091	\$ 3,998,690	\$ 1,759,311
228	229	0.200	\$ 23,212,533	\$ 948.54	\$ 3,612,351	\$ 10,846,736	\$ 4,153,064	\$ 3,651,838
208	227	0.200	\$ 7,048,733	\$ 806.43	\$ 958.27	\$ 2,081,135	\$ 1,443,590	\$ 1,759,311
227	228	0.200	\$ 10,882,348	\$ 1,297,594	\$ 1,682,866	\$ 3,610,310	\$ 2,532,268	\$ 1,759,311
173	234	0.200	\$ 18,279,834	\$ 2,483,177	\$ 3,003,638	\$ 6,509,742	\$ 4,523,966	\$ 1,759,311
234	262	0.200	\$ 28,313,296	\$ 3,510,644	\$ 4,985,486	\$ 10,564,531	\$ 7,493,325	\$ 1,759,311
235	236	0.200	\$ 15,656,939	\$ 2,104,733	\$ 2,521,464	\$ 5,473,152	\$ 3,798,280	\$ 1,759,311
236	263	0.200	\$ 21,249,181	\$ 2,748,729	\$ 3,600,678	\$ 7,722,532	\$ 5,417,931	\$ 1,759,311
237	238	0.200	\$ 14,882,723	\$ 1,984,429	\$ 2,381,721	\$ 5,169,508	\$ 3,587,754	\$ 1,759,311
238	264	0.200	\$ 30,728,592	\$ 3,372,889	\$ 6,786,426	\$ 10,969,724	\$ 7,840,242	\$ 1,759,311
236	238	0.200	\$ 15,211,500	\$ 1,911,323	\$ 2,481,682	\$ 5,324,855	\$ 3,734,328	\$ 1,759,311
101	145	0.200	\$ 13,272,655	\$ 1,664,070	\$ 2,114,079	\$ 4,552,926	\$ 3,182,269	\$ 1,759,311
145	173	0.200	\$ 21,829,657	\$ 2,715,240	\$ 3,744,695	\$ 7,979,172	\$ 5,631,238	\$ 1,759,311
173	174	0.200	\$ 58,555,679	\$ 1,993,907	\$ 10,375,952	\$ 30,622,565	\$ 11,911,417	\$ 3,651,838
174	175	0.200	\$ 70,516,676	\$ 2,374,140	\$ 12,655,677	\$ 37,307,936	\$ 14,527,086	\$ 3,651,838
175	176	0.200	\$ 93,436,643	\$ 3,105,740	\$ 17,020,617	\$ 50,122,718	\$ 19,535,729	\$ 3,651,838
176	177	0.200	\$ 71,079,733	\$ 2,303,040	\$ 12,792,292	\$ 37,650,649	\$ 14,681,914	\$ 3,651,838
177	178	0.200	\$ 41,391,977	\$ 1,284,966	\$ 7,162,297	\$ 21,072,841	\$ 8,220,035	\$ 3,651,838
178	179	0.200	\$ 102,250,622	\$ 3,225,323	\$ 18,759,114	\$ 55,088,325	\$ 21,526,022	\$ 3,651,838
235	175	0.200	\$ 17,068,299	\$ 2,190,622	\$ 2,818,121	\$ 6,058,870	\$ 4,241,376	\$ 1,759,311
214	215	0.200	\$ 11,389,816	\$ 1,466,533	\$ 1,744,566	\$ 3,791,146	\$ 2,628,260	\$ 1,759,311
215	216	0.200	\$ 9,273,032	\$ 1,125,919	\$ 1,368,442	\$ 2,958,724	\$ 2,060,636	\$ 1,759,311
216	217	0.200	\$ 11,000,823	\$ 1,222,997	\$ 1,734,605	\$ 3,676,687	\$ 2,607,223	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
217	218	0.200	\$ 13,632,904	\$ 1,393,919	\$ 2,780,245	\$ 4,487,860	\$ 3,211,568	\$ 1,759,311
218	211	0.200	\$ 10,567,237	\$ 897.55	\$ 2,114,655	\$ 3,356,693	\$ 2,439,030	\$ 1,759,311
211	204	0.200	\$ 17,928,248	\$ 1,579,464	\$ 3,906,976	\$ 6,177,771	\$ 4,504,725	\$ 1,759,311
204	205	0.200	\$ 22,573,483	\$ 1,686,112	\$ 4,637,434	\$ 7,256,140	\$ 5,341,959	\$ 3,651,838
205	206	0.200	\$ 29,051,225	\$ 2,069,316	\$ 6,301,127	\$ 9,775,959	\$ 7,252,985	\$ 3,651,838
206	207	0.200	\$ 23,691,884	\$ 1,505,926	\$ 5,018,504	\$ 7,741,876	\$ 5,773,739	\$ 3,651,838
207	208	0.200	\$ 64,085,578	\$ 2,850,890	\$ 11,186,983	\$ 33,536,178	\$ 12,859,689	\$ 3,651,838
208	209	0.200	\$ 56,632,700	\$ 2,467,345	\$ 9,818,615	\$ 29,409,015	\$ 11,285,888	\$ 3,651,838
209	170	0.200	\$ 62,615,703	\$ 2,269,334	\$ 11,095,136	\$ 32,858,609	\$ 12,740,787	\$ 3,651,838
170	171	0.200	\$ 113,627,883	\$ 2,808,460	\$ 21,198,976	\$ 61,662,422	\$ 24,306,188	\$ 3,651,838
171	172	0.200	\$ 116,308,694	\$ 2,834,160	\$ 21,727,821	\$ 63,182,916	\$ 24,911,959	\$ 3,651,838
172	173	0.200	\$ 115,697,329	\$ 2,765,542	\$ 21,627,824	\$ 62,856,013	\$ 24,796,112	\$ 3,651,838
220	216	0.200	\$ 11,391,023	\$ 1,379,791	\$ 1,773,176	\$ 3,810,186	\$ 2,668,559	\$ 1,759,311
222	217	0.200	\$ 13,436,226	\$ 1,678,977	\$ 2,147,162	\$ 4,619,043	\$ 3,231,734	\$ 1,759,311
221	222	0.200	\$ 6,832,331	\$ 767.30	\$ 922.36	\$ 1,994,432	\$ 1,388,930	\$ 1,759,311
222	223	0.200	\$ 9,175,879	\$ 1,037,083	\$ 1,375,805	\$ 2,934,562	\$ 2,069,118	\$ 1,759,311
223	218	0.200	\$ 14,751,369	\$ 1,507,457	\$ 3,046,005	\$ 4,919,845	\$ 3,518,752	\$ 1,759,311
193	201	0.200	\$ 14,492,991	\$ 1,914,927	\$ 2,315,613	\$ 5,015,643	\$ 3,487,497	\$ 1,759,311
201	202	0.200	\$ 10,339,398	\$ 1,239,361	\$ 1,577,619	\$ 3,388,921	\$ 2,374,186	\$ 1,759,311
202	203	0.200	\$ 13,714,858	\$ 1,494,295	\$ 2,763,845	\$ 4,502,135	\$ 3,195,272	\$ 1,759,311
203	204	0.200	\$ 13,268,235	\$ 1,286,516	\$ 2,719,603	\$ 4,363,038	\$ 3,139,767	\$ 1,759,311
210	202	0.200	\$ 14,252,722	\$ 1,790,526	\$ 2,299,429	\$ 4,942,790	\$ 3,460,666	\$ 1,759,311
218	219	0.200	\$ 9,586,616	\$ 1,168,506	\$ 1,427,551	\$ 3,081,904	\$ 2,149,344	\$ 1,759,311
219	212	0.200	\$ 11,279,412	\$ 1,313,482	\$ 1,770,533	\$ 3,773,517	\$ 2,662,569	\$ 1,759,311
212	205	0.200	\$ 10,266,199	\$ 979.07	\$ 2,000,871	\$ 3,216,528	\$ 2,310,420	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
213	206	0.200	\$ 14,342,349	\$ 1,807,640	\$ 2,314,860	\$ 4,976,606	\$ 3,483,932	\$ 1,759,311
225	226	0.200	\$ 14,219,710	\$ 1,896,906	\$ 2,257,459	\$ 4,905,118	\$ 3,400,916	\$ 1,759,311
226	207	0.200	\$ 20,500,639	\$ 2,079,735	\$ 4,430,284	\$ 7,116,014	\$ 5,115,295	\$ 1,759,311
224	226	0.200	\$ 13,086,033	\$ 1,580,151	\$ 2,101,237	\$ 4,485,011	\$ 3,160,322	\$ 1,759,311
139	140	0.200	\$ 11,661,423	\$ 1,498,101	\$ 1,797,199	\$ 3,899,639	\$ 2,707,172	\$ 1,759,311
140	141	0.200	\$ 13,255,020	\$ 1,683,799	\$ 2,105,538	\$ 4,536,811	\$ 3,169,560	\$ 1,759,311
141	142	0.200	\$ 9,112,402	\$ 1,023,714	\$ 1,364,325	\$ 2,913,009	\$ 2,052,043	\$ 1,759,311
142	143	0.200	\$ 10,912,796	\$ 1,213,784	\$ 1,716,719	\$ 3,642,407	\$ 2,580,575	\$ 1,759,311
143	144	0.200	\$ 7,921,961	\$ 753.80	\$ 1,431,594	\$ 2,322,795	\$ 1,654,463	\$ 1,759,311
144	169	0.200	\$ 20,773,582	\$ 2,065,244	\$ 4,511,669	\$ 7,229,232	\$ 5,208,126	\$ 1,759,311
169	170	0.200	\$ 42,929,553	\$ 1,723,297	\$ 7,318,621	\$ 21,826,620	\$ 8,409,176	\$ 3,651,838
192	193	0.200	\$ 13,474,139	\$ 1,694,732	\$ 2,155,008	\$ 4,622,423	\$ 3,242,666	\$ 1,759,311
193	194	0.200	\$ 24,686,492	\$ 2,751,673	\$ 5,342,979	\$ 8,658,449	\$ 6,174,079	\$ 1,759,311
194	195	0.200	\$ 11,824,042	\$ 1,100,750	\$ 2,390,596	\$ 3,814,782	\$ 2,758,603	\$ 1,759,311
195	196	0.200	\$ 19,050,643	\$ 1,480,682	\$ 3,732,043	\$ 5,884,158	\$ 4,301,923	\$ 3,651,838
196	197	0.200	\$ 18,541,504	\$ 1,319,222	\$ 3,654,640	\$ 5,706,705	\$ 4,209,099	\$ 3,651,838
197	198	0.200	\$ 32,885,781	\$ 2,348,965	\$ 7,258,006	\$ 11,271,824	\$ 8,355,147	\$ 3,651,838
198	199	0.200	\$ 28,172,549	\$ 1,955,944	\$ 6,093,791	\$ 9,456,504	\$ 7,014,473	\$ 3,651,838
199	200	0.200	\$ 15,403,685	\$ 931.60	\$ 2,923,011	\$ 4,532,809	\$ 3,364,427	\$ 3,651,838
200	168	0.200	\$ 20,345,883	\$ 1,202,654	\$ 4,198,580	\$ 6,463,279	\$ 4,829,532	\$ 3,651,838
168	169	0.200	\$ 25,682,707	\$ 1,040,779	\$ 4,079,871	\$ 12,220,644	\$ 4,689,575	\$ 3,651,838
205	197	0.200	\$ 14,160,354	\$ 1,774,719	\$ 2,282,993	\$ 4,907,406	\$ 3,435,926	\$ 1,759,311
162	163	0.200	\$ 9,935,475	\$ 1,238,238	\$ 1,483,578	\$ 3,219,564	\$ 2,234,784	\$ 1,759,311
163	164	0.200	\$ 11,544,416	\$ 1,406,534	\$ 1,802,890	\$ 3,863,114	\$ 2,712,568	\$ 1,759,311
164	165	0.200	\$ 10,082,435	\$ 1,094,113	\$ 1,564,497	\$ 3,313,167	\$ 2,351,347	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
165	166	0.200	\$ 10,972,891	\$ 1,094,476	\$ 2,153,231	\$ 3,478,418	\$ 2,487,454	\$ 1,759,311
166	167	0.200	\$ 59,312,414	\$ 1,891,622	\$ 10,564,067	\$ 31,080,730	\$ 12,124,157	\$ 3,651,838
167	168	0.200	\$ 92,595,866	\$ 2,895,753	\$ 16,930,543	\$ 49,690,904	\$ 19,426,828	\$ 3,651,838
161	166	0.200	\$ 12,935,987	\$ 1,118,690	\$ 2,727,641	\$ 4,193,174	\$ 3,137,171	\$ 1,759,311
177	158	0.200	\$ 13,189,465	\$ 1,711,300	\$ 2,082,200	\$ 4,501,268	\$ 3,135,387	\$ 1,759,311
158	150	0.200	\$ 15,333,331	\$ 1,921,773	\$ 2,505,822	\$ 5,375,825	\$ 3,770,600	\$ 1,759,311
150	151	0.200	\$ 9,130,208	\$ 839,29	\$ 1,734,365	\$ 2,794,164	\$ 2,003,078	\$ 1,759,311
151	152	0.200	\$ 7,592,299	\$ 622,66	\$ 1,390,866	\$ 2,214,787	\$ 1,604,671	\$ 1,759,311
152	153	0.200	\$ 15,944,410	\$ 1,387,647	\$ 3,429,942	\$ 5,413,454	\$ 3,954,056	\$ 1,759,311
153	154	0.200	\$ 34,727,361	\$ 2,735,135	\$ 7,628,676	\$ 11,924,835	\$ 8,786,876	\$ 3,651,838
154	155	0.200	\$ 45,985,528	\$ 3,470,951	\$ 10,484,670	\$ 16,306,944	\$ 12,071,126	\$ 3,651,838
155	156	0.200	\$ 46,670,472	\$ 3,449,633	\$ 10,685,153	\$ 16,584,152	\$ 12,299,696	\$ 3,651,838
156	157	0.200	\$ 36,389,784	\$ 2,541,497	\$ 8,164,421	\$ 12,636,260	\$ 9,395,768	\$ 3,651,838
157	117	0.200	\$ 31,204,965	\$ 2,080,929	\$ 6,894,155	\$ 10,645,713	\$ 7,932,329	\$ 3,651,838
117	56	0.200	\$ 37,040,539	\$ 2,464,170	\$ 8,374,499	\$ 12,915,486	\$ 9,634,546	\$ 3,651,838
56	19	0.200	\$ 60,269,710	\$ 4,039,593	\$ 14,254,750	\$ 21,927,652	\$ 16,395,876	\$ 3,651,838
19	20	0.200	\$ 113,940,061	\$ 3,546,239	\$ 21,001,812	\$ 61,641,737	\$ 24,098,433	\$ 3,651,838
20	21	0.200	\$ 134,234,816	\$ 4,056,090	\$ 24,915,682	\$ 73,025,263	\$ 28,585,943	\$ 3,651,838
21	22	0.200	\$ 137,644,957	\$ 4,042,165	\$ 25,609,540	\$ 74,962,592	\$ 29,378,822	\$ 3,651,838
22	23	0.200	\$ 112,589,792	\$ 3,153,752	\$ 20,866,768	\$ 60,982,658	\$ 23,934,777	\$ 3,651,838
149	150	0.200	\$ 14,608,689	\$ 1,768,932	\$ 2,391,617	\$ 5,092,564	\$ 3,596,266	\$ 1,759,311
108	148	0.200	\$ 1,602,600,332	\$ 1,304,726	\$ 322,073,570	\$ 907,268,147	\$ 368,302,051	\$ 3,651,838
148	151	0.200	\$ 1,264,063,971	\$ 1,023,235	\$ 253,883,914	\$ 715,180,133	\$ 290,324,850	\$ 3,651,838
179	159	0.200	\$ 81,420,710	\$ 2,964,480	\$ 14,650,176	\$ 43,332,888	\$ 16,821,327	\$ 3,651,838
159	154	0.200	\$ 77,825,375	\$ 2,671,715	\$ 14,026,735	\$ 41,373,417	\$ 16,101,669	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
182	160	0.200	\$ 28,330,511	\$ 3,927,445	\$ 4,852,683	\$ 10,484,281	\$ 7,306,791	\$ 1,759,311
160	157	0.200	\$ 12,382,309	\$ 1,433,700	\$ 1,983,219	\$ 4,223,862	\$ 2,982,218	\$ 1,759,311
77	78		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
78	79		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
79	80		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
80	81		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
81	82		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
82	83		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
83	84		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
84	85		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
85	86		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
86	87		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
87	88		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
88	89		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
89	90		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
90	91		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
91	92		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
92	93		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
93	94		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
94	95		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
95	96		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
96	97		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
97	98		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
98	99		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
99	100		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
100	101		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
101	102		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
102	103		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
103	104		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
104	105		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
105	106		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
106	107		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
107	108		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
108	109		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
109	110		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
110	111		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
111	112		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
112	113		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
113	114		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
114	115		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
115	116		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
116	117		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
118	119	0.200	\$ 18,423,848	\$ 2,308,751	\$ 3,098,882	\$ 6,597,214	\$ 4,659,690	\$ 1,759,311
119	120	0.200	\$ 25,354,766	\$ 2,634,152	\$ 5,572,608	\$ 8,954,230	\$ 6,434,465	\$ 1,759,311
120	121	0.200	\$ 33,026,664	\$ 3,348,835	\$ 7,438,591	\$ 11,894,647	\$ 8,585,279	\$ 1,759,311
121	122	0.200	\$ 45,926,521	\$ 4,507,302	\$ 10,595,046	\$ 16,842,982	\$ 12,221,881	\$ 1,759,311
122	123	0.200	\$ 17,713,245	\$ 1,523,518	\$ 3,872,018	\$ 6,095,720	\$ 4,462,678	\$ 1,759,311
123	124	0.200	\$ 13,044,755	\$ 827.05	\$ 2,305,901	\$ 3,604,010	\$ 2,655,955	\$ 3,651,838
124	125	0.200	\$ 31,936,631	\$ 2,316,983	\$ 7,011,961	\$ 10,884,292	\$ 8,071,557	\$ 3,651,838
125	126	0.200	\$ 17,089,328	\$ 1,013,695	\$ 3,366,051	\$ 5,185,596	\$ 3,872,147	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
126	127	0.200	\$ 40,812,134	\$ 1,865,468	\$ 6,847,614	\$ 20,574,187	\$ 7,873,027	\$ 3,651,838
127	128	0.200	\$ 11,471,129	\$ 371.66	\$ 1,447,923	\$ 4,335,459	\$ 1,664,251	\$ 3,651,838
128	129	0.200	\$ 39,065,691	\$ 1,629,998	\$ 6,574,107	\$ 19,654,429	\$ 7,555,318	\$ 3,651,838
129	130	0.200	\$ 30,295,635	\$ 1,184,534	\$ 4,957,572	\$ 14,804,739	\$ 5,696,953	\$ 3,651,838
130	131	0.200	\$ 47,471,505	\$ 1,940,715	\$ 8,156,887	\$ 24,348,972	\$ 9,373,093	\$ 3,651,838
131	132	0.200	\$ 31,925,755	\$ 1,244,004	\$ 5,266,815	\$ 15,711,340	\$ 6,051,758	\$ 3,651,838
132	90	0.200	\$ 55,627,075	\$ 2,196,174	\$ 9,716,505	\$ 28,900,743	\$ 11,161,815	\$ 3,651,838
43	46	0.200	\$ 12,362,739	\$ 1,605,014	\$ 1,924,175	\$ 4,175,760	\$ 2,898,478	\$ 1,759,311
46	93	0.200	\$ 7,646,771	\$ 830.64	\$ 1,087,610	\$ 2,332,679	\$ 1,636,527	\$ 1,759,311
138	136	0.200	\$ 23,265,924	\$ 2,884,479	\$ 4,020,659	\$ 8,555,975	\$ 6,045,500	\$ 1,759,311
136	94	0.200	\$ 9,016,938	\$ 754.71	\$ 1,736,221	\$ 2,763,652	\$ 2,003,044	\$ 1,759,311
91	133	0.200	\$ 19,864,124	\$ 2,712,666	\$ 3,294,093	\$ 7,136,776	\$ 4,961,278	\$ 1,759,311
133	134	0.200	\$ 21,088,816	\$ 2,777,308	\$ 3,556,391	\$ 7,643,479	\$ 5,352,327	\$ 1,759,311
134	135	0.200	\$ 18,046,632	\$ 2,185,698	\$ 3,047,477	\$ 6,472,731	\$ 4,581,415	\$ 1,759,311
135	136	0.200	\$ 19,222,568	\$ 1,989,603	\$ 4,107,780	\$ 6,621,427	\$ 4,744,447	\$ 1,759,311
137	135	0.200	\$ 14,346,057	\$ 1,803,058	\$ 2,316,426	\$ 4,980,911	\$ 3,486,350	\$ 1,759,311
144	95	0.200	\$ 29,218,193	\$ 3,899,236	\$ 5,064,249	\$ 10,874,397	\$ 7,620,999	\$ 1,759,311
146	102	0.200	\$ 17,113,061	\$ 2,210,646	\$ 2,821,984	\$ 6,073,517	\$ 4,247,603	\$ 1,759,311
175	147	0.200	\$ 24,635,922	\$ 3,449,953	\$ 4,154,973	\$ 9,013,095	\$ 6,258,589	\$ 1,759,311
147	104	0.200	\$ 13,369,585	\$ 1,621,376	\$ 2,150,020	\$ 4,604,205	\$ 3,234,673	\$ 1,759,311
65	71	0.200	\$ 17,648,471	\$ 2,397,362	\$ 2,885,388	\$ 6,260,114	\$ 4,346,295	\$ 1,759,311
71	104	0.200	\$ 15,666,921	\$ 1,932,852	\$ 2,579,315	\$ 5,515,429	\$ 3,880,014	\$ 1,759,311
72	105	0.200	\$ 13,767,915	\$ 1,700,888	\$ 2,217,879	\$ 4,752,855	\$ 3,336,982	\$ 1,759,311
73	106	0.200	\$ 8,409,108	\$ 954.62	\$ 1,224,347	\$ 2,628,399	\$ 1,842,433	\$ 1,759,311
74	107	0.200	\$ 16,714,443	\$ 2,115,763	\$ 2,763,166	\$ 5,918,951	\$ 4,157,252	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
67	75	0.200	\$ 16,178,711	\$ 2,173,889	\$ 2,619,282	\$ 5,680,895	\$ 3,945,334	\$ 1,759,311
75	108	0.200	\$ 17,391,980	\$ 2,150,258	\$ 2,907,621	\$ 6,201,921	\$ 4,372,869	\$ 1,759,311
69	76	0.200	\$ 20,399,798	\$ 2,811,072	\$ 3,385,828	\$ 7,343,619	\$ 5,099,968	\$ 1,759,311
76	111	0.200	\$ 14,281,188	\$ 1,552,118	\$ 2,903,503	\$ 4,710,754	\$ 3,355,503	\$ 1,759,311
47	48	0.200	\$ 14,321,787	\$ 1,892,873	\$ 2,282,233	\$ 4,949,731	\$ 3,437,639	\$ 1,759,311
48	60	0.200	\$ 14,111,056	\$ 1,366,877	\$ 2,920,964	\$ 4,691,325	\$ 3,372,579	\$ 1,759,311
60	61	0.200	\$ 37,017,383	\$ 2,966,478	\$ 8,172,937	\$ 12,810,120	\$ 9,416,010	\$ 3,651,838
61	62	0.200	\$ 15,017,898	\$ 1,003,919	\$ 2,786,640	\$ 4,365,190	\$ 3,210,312	\$ 3,651,838
62	63	0.200	\$ 29,676,149	\$ 2,282,567	\$ 6,387,097	\$ 9,997,006	\$ 7,357,640	\$ 3,651,838
63	64	0.200	\$ 26,604,120	\$ 1,992,369	\$ 5,641,940	\$ 8,819,450	\$ 6,498,522	\$ 3,651,838
64	65	0.200	\$ 53,353,885	\$ 4,193,657	\$ 12,265,169	\$ 19,119,379	\$ 14,123,842	\$ 3,651,838
65	66	0.200	\$ 42,916,850	\$ 3,199,961	\$ 9,731,095	\$ 15,130,702	\$ 11,203,253	\$ 3,651,838
66	67	0.200	\$ 17,091,846	\$ 1,074,914	\$ 3,344,474	\$ 5,172,016	\$ 3,848,603	\$ 3,651,838
67	68	0.200	\$ 32,467,474	\$ 2,082,513	\$ 7,245,802	\$ 11,152,730	\$ 8,334,591	\$ 3,651,838
68	69	0.200	\$ 36,438,479	\$ 2,327,181	\$ 8,261,064	\$ 12,697,171	\$ 9,501,225	\$ 3,651,838
69	70	0.200	\$ 58,077,750	\$ 2,700,771	\$ 10,036,227	\$ 30,149,942	\$ 11,538,972	\$ 3,651,838
70	113	0.200	\$ 41,992,677	\$ 1,690,572	\$ 7,153,634	\$ 21,278,873	\$ 8,217,759	\$ 3,651,838
94	58	0.200	\$ 10,891,440	\$ 1,387,030	\$ 1,656,121	\$ 3,594,266	\$ 2,494,711	\$ 1,759,311
58	59	0.200	\$ 17,501,349	\$ 2,296,256	\$ 2,885,573	\$ 6,216,497	\$ 4,343,713	\$ 1,759,311
59	60	0.200	\$ 22,377,984	\$ 2,491,542	\$ 4,794,903	\$ 7,790,184	\$ 5,542,043	\$ 1,759,311
95	59	0.200	\$ 15,017,032	\$ 1,906,434	\$ 2,437,691	\$ 5,244,547	\$ 3,669,048	\$ 1,759,311
97	61	0.200	\$ 22,888,348	\$ 3,033,048	\$ 3,886,753	\$ 8,359,340	\$ 5,849,897	\$ 1,759,311
101	64	0.200	\$ 30,328,327	\$ 4,018,278	\$ 5,281,335	\$ 11,322,869	\$ 7,946,535	\$ 1,759,311
54	69	0.200	\$ 17,019,083	\$ 2,190,641	\$ 2,806,934	\$ 6,037,486	\$ 4,224,712	\$ 1,759,311
301	12	0.200	\$ 24,699,997	\$ 2,417,267	\$ 5,472,273	\$ 8,736,223	\$ 6,314,923	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
12	13	0.200	\$ 21,536,072	\$ 1,306,147	\$ 4,493,011	\$ 6,916,844	\$ 5,168,231	\$ 3,651,838
13	14	0.200	\$ 47,227,835	\$ 3,052,983	\$ 10,996,392	\$ 16,880,776	\$ 12,645,847	\$ 3,651,838
14	15	0.200	\$ 49,107,968	\$ 2,204,813	\$ 8,400,639	\$ 25,193,613	\$ 9,657,065	\$ 3,651,838
15	16	0.200	\$ 30,275,203	\$ 1,198,765	\$ 4,962,898	\$ 14,760,617	\$ 5,701,085	\$ 3,651,838
16	17	0.200	\$ 63,878,034	\$ 2,287,563	\$ 11,347,320	\$ 33,562,363	\$ 13,028,949	\$ 3,651,838
17	18	0.200	\$ 55,041,065	\$ 1,903,440	\$ 9,699,219	\$ 28,651,173	\$ 11,135,395	\$ 3,651,838
18	19	0.200	\$ 79,814,767	\$ 2,682,542	\$ 14,428,387	\$ 42,491,471	\$ 16,560,529	\$ 3,651,838
42	43	0.200	\$ 16,294,217	\$ 2,125,355	\$ 2,664,234	\$ 5,735,087	\$ 4,010,230	\$ 1,759,311
43	44	0.200	\$ 8,542,851	\$ 789.47	\$ 1,589,101	\$ 2,569,080	\$ 1,835,889	\$ 1,759,311
44	45	0.200	\$ 10,808,282	\$ 958.10	\$ 2,157,009	\$ 3,444,638	\$ 2,489,227	\$ 1,759,311
45	1	0.200	\$ 20,278,071	\$ 1,938,172	\$ 4,422,586	\$ 7,054,772	\$ 5,103,231	\$ 1,759,311
1	2	0.200	\$ 25,026,787	\$ 2,346,736	\$ 5,595,141	\$ 8,872,763	\$ 6,452,836	\$ 1,759,311
2	3	0.200	\$ 35,037,815	\$ 2,935,636	\$ 7,634,903	\$ 12,016,092	\$ 8,799,345	\$ 3,651,838
3	4	0.200	\$ 31,841,848	\$ 2,525,590	\$ 6,899,500	\$ 10,815,917	\$ 7,949,003	\$ 3,651,838
4	5	0.200	\$ 25,369,554	\$ 1,909,003	\$ 5,328,332	\$ 8,342,234	\$ 6,138,147	\$ 3,651,838
5	6	0.200	\$ 9,823,664	\$ 540.40	\$ 1,514,988	\$ 2,371,241	\$ 1,745,195	\$ 3,651,838
6	7	0.200	\$ 54,698,665	\$ 4,385,219	\$ 12,564,230	\$ 19,626,495	\$ 14,470,883	\$ 3,651,838
7	8	0.200	\$ 16,677,095	\$ 1,092,700	\$ 3,216,563	\$ 5,012,118	\$ 3,703,876	\$ 3,651,838
8	9	0.200	\$ 43,698,823	\$ 3,301,514	\$ 9,911,447	\$ 15,422,402	\$ 11,411,622	\$ 3,651,838
9	10	0.200	\$ 37,272,678	\$ 2,715,903	\$ 8,342,863	\$ 12,957,990	\$ 9,604,083	\$ 3,651,838
10	11	0.200	\$ 23,358,001	\$ 1,563,059	\$ 4,900,982	\$ 7,600,967	\$ 5,641,155	\$ 3,651,838
11	12	0.200	\$ 39,512,590	\$ 2,728,754	\$ 8,963,852	\$ 13,853,670	\$ 10,314,476	\$ 3,651,838
291	292	0.200	\$ 9,459,157	\$ 1,174,122	\$ 1,394,267	\$ 3,030,873	\$ 2,100,583	\$ 1,759,311
292	293	0.200	\$ 6,397,323	\$ 706.50	\$ 840.25	\$ 1,825,424	\$ 1,265,838	\$ 1,759,311
293	294	0.200	\$ 15,888,028	\$ 2,127,486	\$ 2,568,278	\$ 5,564,800	\$ 3,868,153	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
294	1	0.200	\$ 11,469,658	\$ 1,329,833	\$ 1,809,036	\$ 3,851,287	\$ 2,720,191	\$ 1,759,311
59	47	0.200	\$ 15,715,361	\$ 2,104,426	\$ 2,534,910	\$ 5,498,432	\$ 3,818,282	\$ 1,759,311
47	3	0.200	\$ 21,646,953	\$ 2,760,334	\$ 3,688,530	\$ 7,890,017	\$ 5,548,761	\$ 1,759,311
49	4	0.200	\$ 18,117,150	\$ 2,343,988	\$ 3,010,929	\$ 6,471,488	\$ 4,531,435	\$ 1,759,311
62	50	0.200	\$ 17,938,500	\$ 2,433,268	\$ 2,940,894	\$ 6,375,454	\$ 4,429,573	\$ 1,759,311
50	6	0.200	\$ 15,285,627	\$ 1,878,347	\$ 2,509,049	\$ 5,364,640	\$ 3,774,279	\$ 1,759,311
64	51	0.200	\$ 16,252,009	\$ 2,203,299	\$ 2,626,418	\$ 5,706,256	\$ 3,956,725	\$ 1,759,311
51	7	0.200	\$ 16,182,300	\$ 2,034,286	\$ 2,666,051	\$ 5,711,475	\$ 4,011,176	\$ 1,759,311
65	52	0.200	\$ 15,373,683	\$ 2,065,165	\$ 2,468,727	\$ 5,361,460	\$ 3,719,020	\$ 1,759,311
52	9	0.200	\$ 16,878,504	\$ 2,144,876	\$ 2,789,651	\$ 5,986,843	\$ 4,197,824	\$ 1,759,311
66	53	0.200	\$ 17,551,328	\$ 2,392,366	\$ 2,866,025	\$ 6,216,596	\$ 4,317,030	\$ 1,759,311
53	10	0.200	\$ 14,512,516	\$ 1,782,079	\$ 2,361,378	\$ 5,057,075	\$ 3,552,673	\$ 1,759,311
54	13	0.200	\$ 18,436,125	\$ 2,385,216	\$ 3,071,111	\$ 6,598,623	\$ 4,621,864	\$ 1,759,311
113	55	0.200	\$ 17,484,544	\$ 2,305,926	\$ 2,877,727	\$ 6,209,063	\$ 4,332,517	\$ 1,759,311
55	16	0.200	\$ 16,789,511	\$ 2,046,480	\$ 2,800,868	\$ 5,970,758	\$ 4,212,094	\$ 1,759,311
396	397	0.200	\$ 18,664,077	\$ 2,032,496	\$ 3,948,180	\$ 6,363,990	\$ 4,560,100	\$ 1,759,311
397	398	0.200	\$ 20,497,062	\$ 1,522,256	\$ 4,123,281	\$ 6,450,095	\$ 4,749,593	\$ 3,651,838
398	399	0.200	\$ 15,051,598	\$ 925.22	\$ 2,830,270	\$ 4,386,734	\$ 3,257,534	\$ 3,651,838
399	400	0.200	\$ 14,336,812	\$ 815.84	\$ 2,671,100	\$ 4,124,692	\$ 3,073,339	\$ 3,651,838
400	401	0.200	\$ 17,569,387	\$ 1,032,887	\$ 3,489,530	\$ 5,380,627	\$ 4,014,504	\$ 3,651,838
401	402	0.200	\$ 39,345,437	\$ 2,589,321	\$ 8,972,877	\$ 13,810,267	\$ 10,321,134	\$ 3,651,838
402	403	0.200	\$ 41,309,817	\$ 2,622,459	\$ 9,509,854	\$ 14,589,911	\$ 10,935,754	\$ 3,651,838
403	404	0.200	\$ 21,743,492	\$ 885.48	\$ 3,338,097	\$ 10,030,091	\$ 3,837,986	\$ 3,651,838
404	405	0.200	\$ 59,863,161	\$ 2,712,895	\$ 10,388,072	\$ 31,168,142	\$ 11,942,214	\$ 3,651,838
405	406	0.200	\$ 29,679,044	\$ 1,222,257	\$ 4,823,295	\$ 14,437,875	\$ 5,543,779	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
406	372	0.200	\$ 45,527,855	\$ 1,898,924	\$ 7,778,661	\$ 23,258,676	\$ 8,939,756	\$ 3,651,838
372	373	0.200	\$ 58,154,269	\$ 2,456,247	\$ 10,132,614	\$ 30,269,412	\$ 11,644,158	\$ 3,651,838
373	374	0.200	\$ 47,521,479	\$ 1,938,577	\$ 8,169,512	\$ 24,374,358	\$ 9,387,194	\$ 3,651,838
374	375	0.200	\$ 77,689,580	\$ 3,202,080	\$ 13,810,183	\$ 41,158,364	\$ 15,867,115	\$ 3,651,838
375	376	0.200	\$ 33,055,750	\$ 1,166,582	\$ 5,520,597	\$ 16,376,416	\$ 6,340,316	\$ 3,651,838
376	377	0.200	\$ 23,276,855	\$ 774.46	\$ 3,686,941	\$ 10,929,478	\$ 4,234,142	\$ 3,651,838
377	378	0.200	\$ 76,173,116	\$ 2,814,592	\$ 13,639,950	\$ 40,403,411	\$ 15,663,326	\$ 3,651,838
378	358	0.200	\$ 21,068,645	\$ 657.78	\$ 3,281,705	\$ 9,709,188	\$ 3,768,132	\$ 3,651,838
358	359	0.200	\$ 42,378,678	\$ 1,446,376	\$ 7,303,495	\$ 21,591,467	\$ 8,385,502	\$ 3,651,838
359	360	0.200	\$ 61,403,915	\$ 2,136,578	\$ 10,898,355	\$ 32,204,680	\$ 12,512,463	\$ 3,651,838
360	361	0.200	\$ 81,189,841	\$ 2,828,461	\$ 14,645,319	\$ 43,250,718	\$ 16,813,504	\$ 3,651,838
361	362	0.200	\$ 88,125,865	\$ 3,051,925	\$ 15,966,007	\$ 47,127,168	\$ 18,328,927	\$ 3,651,838
362	363	0.200	\$ 86,434,755	\$ 2,963,991	\$ 15,655,542	\$ 46,191,508	\$ 17,971,876	\$ 3,651,838
363	364	0.200	\$ 59,031,815	\$ 1,972,758	\$ 10,476,739	\$ 30,903,895	\$ 12,026,585	\$ 3,651,838
364	322	0.200	\$ 47,668,709	\$ 1,962,810	\$ 8,188,000	\$ 24,456,724	\$ 9,409,338	\$ 3,651,838
322	323	0.200	\$ 55,700,793	\$ 2,280,825	\$ 9,698,306	\$ 28,926,277	\$ 11,143,547	\$ 3,651,838
323	324	0.200	\$ 52,865,269	\$ 2,132,957	\$ 9,178,395	\$ 27,356,549	\$ 10,545,529	\$ 3,651,838
324	325	0.200	\$ 40,849,119	\$ 1,595,070	\$ 6,942,954	\$ 20,682,513	\$ 7,976,744	\$ 3,651,838
325	19	0.200	\$ 76,992,894	\$ 3,025,869	\$ 13,730,926	\$ 40,811,862	\$ 15,772,400	\$ 3,651,838
370	393	0.200	\$ 13,024,894	\$ 1,485,931	\$ 2,114,099	\$ 4,487,509	\$ 3,178,045	\$ 1,759,311
393	394	0.200	\$ 29,607,876	\$ 3,038,633	\$ 6,602,867	\$ 10,584,628	\$ 7,622,436	\$ 1,759,311
394	404	0.200	\$ 41,403,462	\$ 4,041,701	\$ 9,510,229	\$ 15,121,527	\$ 10,970,694	\$ 1,759,311
334	335	0.200	\$ 10,857,577	\$ 1,381,775	\$ 1,649,405	\$ 3,582,323	\$ 2,484,764	\$ 1,759,311
335	338	0.200	\$ 11,221,794	\$ 1,407,165	\$ 1,726,406	\$ 3,729,453	\$ 2,599,458	\$ 1,759,311
338	339	0.200	\$ 12,118,376	\$ 1,484,383	\$ 1,907,115	\$ 4,097,468	\$ 2,870,098	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
339	340	0.200	\$ 18,368,911	\$ 1,686,177	\$ 3,986,986	\$ 6,337,315	\$ 4,599,122	\$ 1,759,311
340	342	0.200	\$ 9,004,307	\$ 487.56	\$ 1,307,315	\$ 2,051,298	\$ 1,506,298	\$ 3,651,838
342	343	0.200	\$ 15,993,688	\$ 1,076,818	\$ 3,031,077	\$ 4,742,412	\$ 3,491,543	\$ 3,651,838
343	345	0.200	\$ 21,053,251	\$ 1,508,378	\$ 4,277,705	\$ 6,688,087	\$ 4,927,242	\$ 3,651,838
345	346	0.200	\$ 13,868,097	\$ 833.57	\$ 2,532,538	\$ 3,934,681	\$ 2,915,468	\$ 3,651,838
346	393	0.200	\$ 18,400,438	\$ 1,143,061	\$ 3,679,452	\$ 5,691,892	\$ 4,234,195	\$ 3,651,838
333	334	0.200	\$ 10,471,083	\$ 1,280,253	\$ 1,592,906	\$ 3,440,222	\$ 2,398,391	\$ 1,759,311
334	339	0.200	\$ 19,871,720	\$ 2,094,191	\$ 4,254,135	\$ 6,851,007	\$ 4,913,075	\$ 1,759,311
332	334	0.200	\$ 10,325,340	\$ 1,230,407	\$ 1,575,998	\$ 3,387,729	\$ 2,371,895	\$ 1,759,311
331	333	0.200	\$ 10,462,440	\$ 1,311,860	\$ 1,581,948	\$ 3,426,765	\$ 2,382,556	\$ 1,759,311
333	340	0.200	\$ 24,902,259	\$ 3,110,366	\$ 4,328,107	\$ 9,197,519	\$ 6,506,956	\$ 1,759,311
341	342	0.200	\$ 8,250,788	\$ 933.28	\$ 1,194,311	\$ 2,566,483	\$ 1,797,401	\$ 1,759,311
344	345	0.200	\$ 17,158,796	\$ 2,144,592	\$ 2,856,753	\$ 6,101,265	\$ 4,296,876	\$ 1,759,311
395	405	0.200	\$ 18,652,187	\$ 2,431,549	\$ 3,105,634	\$ 6,681,320	\$ 4,674,373	\$ 1,759,311
410	406	0.200	\$ 16,927,308	\$ 2,185,937	\$ 2,787,195	\$ 5,999,567	\$ 4,195,298	\$ 1,759,311
310	337	0.200	\$ 13,610,549	\$ 1,791,839	\$ 2,150,951	\$ 4,668,338	\$ 3,240,111	\$ 1,759,311
337	347	0.200	\$ 31,098,691	\$ 2,886,601	\$ 7,078,517	\$ 11,211,538	\$ 8,162,723	\$ 1,759,311
347	370	0.200	\$ 37,403,617	\$ 3,256,110	\$ 8,168,017	\$ 12,910,299	\$ 9,417,353	\$ 3,651,838
370	371	0.200	\$ 39,563,626	\$ 3,318,552	\$ 8,752,261	\$ 13,755,126	\$ 10,085,850	\$ 3,651,838
371	372	0.200	\$ 36,121,810	\$ 2,689,238	\$ 8,034,804	\$ 12,495,443	\$ 9,250,488	\$ 3,651,838
335	336	0.200	\$ 14,781,866	\$ 1,841,521	\$ 2,409,942	\$ 5,146,314	\$ 3,624,778	\$ 1,759,311
336	337	0.200	\$ 16,117,782	\$ 1,577,415	\$ 3,403,869	\$ 5,448,253	\$ 3,928,934	\$ 1,759,311
352	372	0.200	\$ 29,917,650	\$ 4,036,103	\$ 5,182,061	\$ 11,141,000	\$ 7,799,175	\$ 1,759,311
354	365	0.200	\$ 14,365,109	\$ 1,903,449	\$ 2,289,760	\$ 4,963,760	\$ 3,448,828	\$ 1,759,311
365	374	0.200	\$ 20,798,245	\$ 2,605,393	\$ 3,545,195	\$ 7,556,928	\$ 5,331,417	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
356	369	0.200	\$ 18,120,151	\$ 2,455,062	\$ 2,977,313	\$ 6,444,668	\$ 4,483,796	\$ 1,759,311
369	368	0.200	\$ 15,266,059	\$ 1,944,393	\$ 2,482,600	\$ 5,342,994	\$ 3,736,761	\$ 1,759,311
368	375	0.200	\$ 5,874,202	\$ 455.37	\$ 973.10	\$ 1,562,880	\$ 1,123,549	\$ 1,759,311
366	367	0.200	\$ 16,021,977	\$ 2,133,007	\$ 2,597,417	\$ 5,620,673	\$ 3,911,568	\$ 1,759,311
367	368	0.200	\$ 18,618,049	\$ 2,280,086	\$ 3,147,882	\$ 6,697,654	\$ 4,733,117	\$ 1,759,311
312	348	0.200	\$ 28,337,037	\$ 4,026,898	\$ 4,821,000	\$ 10,467,391	\$ 7,262,437	\$ 1,759,311
348	352	0.200	\$ 8,832,790	\$ 1,062,461	\$ 1,286,713	\$ 2,786,450	\$ 1,937,854	\$ 1,759,311
352	353	0.200	\$ 18,938,518	\$ 2,530,817	\$ 3,139,480	\$ 6,781,797	\$ 4,727,114	\$ 1,759,311
353	354	0.200	\$ 12,820,756	\$ 1,608,103	\$ 2,028,577	\$ 4,371,053	\$ 3,053,712	\$ 1,759,311
354	355	0.200	\$ 13,053,252	\$ 1,530,259	\$ 2,110,978	\$ 4,479,444	\$ 3,173,259	\$ 1,759,311
355	356	0.200	\$ 25,155,198	\$ 2,658,985	\$ 5,506,537	\$ 8,870,716	\$ 6,359,648	\$ 1,759,311
356	357	0.200	\$ 37,105,129	\$ 3,833,447	\$ 8,394,094	\$ 13,429,734	\$ 9,688,543	\$ 1,759,311
357	358	0.200	\$ 20,054,264	\$ 1,800,753	\$ 4,413,775	\$ 6,990,617	\$ 5,089,808	\$ 1,759,311
314	349	0.200	\$ 18,971,019	\$ 2,597,002	\$ 3,127,178	\$ 6,777,491	\$ 4,710,037	\$ 1,759,311
349	354	0.200	\$ 15,549,550	\$ 2,004,004	\$ 2,528,695	\$ 5,450,838	\$ 3,806,703	\$ 1,759,311
315	350	0.200	\$ 22,242,449	\$ 3,067,640	\$ 3,728,475	\$ 8,071,905	\$ 5,615,119	\$ 1,759,311
350	356	0.200	\$ 11,309,181	\$ 1,297,292	\$ 1,782,258	\$ 3,790,630	\$ 2,679,689	\$ 1,759,311
317	351	0.200	\$ 29,519,660	\$ 4,070,156	\$ 5,081,254	\$ 10,959,212	\$ 7,649,728	\$ 1,759,311
351	357	0.200	\$ 23,025,046	\$ 2,806,426	\$ 3,991,045	\$ 8,468,856	\$ 5,999,407	\$ 1,759,311
412	376	0.200	\$ 24,915,811	\$ 3,324,267	\$ 4,259,342	\$ 9,162,121	\$ 6,410,770	\$ 1,759,311
16	303	0.200	\$ 20,251,538	\$ 2,711,568	\$ 3,383,663	\$ 7,302,648	\$ 5,094,348	\$ 1,759,311
303	322	0.200	\$ 13,843,688	\$ 1,652,514	\$ 2,249,253	\$ 4,799,746	\$ 3,382,865	\$ 1,759,311
335	306	0.200	\$ 20,858,075	\$ 2,885,234	\$ 3,467,004	\$ 7,524,005	\$ 5,222,521	\$ 1,759,311
306	307	0.200	\$ 7,721,400	\$ 786.72	\$ 1,119,302	\$ 2,373,615	\$ 1,682,456	\$ 1,759,311
307	308	0.200	\$ 16,547,687	\$ 1,622,330	\$ 3,507,079	\$ 5,611,058	\$ 4,047,909	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
308	309	0.200	\$ 17,878,228	\$ 1,648,439	\$ 3,865,276	\$ 6,146,316	\$ 4,458,886	\$ 1,759,311
309	310	0.200	\$ 18,341,418	\$ 1,670,200	\$ 3,985,902	\$ 6,328,589	\$ 4,597,416	\$ 1,759,311
310	311	0.200	\$ 18,483,280	\$ 1,643,331	\$ 4,039,173	\$ 6,384,470	\$ 4,656,996	\$ 1,759,311
311	312	0.200	\$ 42,341,488	\$ 3,564,631	\$ 9,430,607	\$ 14,826,512	\$ 10,867,900	\$ 3,651,838
312	313	0.200	\$ 23,305,864	\$ 1,754,780	\$ 4,811,230	\$ 7,544,774	\$ 5,543,243	\$ 3,651,838
313	314	0.200	\$ 24,183,037	\$ 1,818,719	\$ 5,032,550	\$ 7,882,314	\$ 5,797,617	\$ 3,651,838
314	315	0.200	\$ 51,324,358	\$ 4,117,465	\$ 11,725,662	\$ 18,323,859	\$ 13,505,534	\$ 3,651,838
315	316	0.200	\$ 24,485,801	\$ 1,763,105	\$ 5,138,699	\$ 8,014,473	\$ 5,917,687	\$ 3,651,838
316	317	0.200	\$ 35,192,246	\$ 2,613,059	\$ 7,802,017	\$ 12,142,277	\$ 8,983,055	\$ 3,651,838
317	318	0.200	\$ 26,992,509	\$ 1,877,029	\$ 5,795,102	\$ 8,997,585	\$ 6,670,955	\$ 3,651,838
318	319	0.200	\$ 33,836,473	\$ 2,381,934	\$ 7,510,921	\$ 11,646,652	\$ 8,645,127	\$ 3,651,838
319	320	0.200	\$ 23,070,616	\$ 1,514,817	\$ 4,842,014	\$ 7,489,936	\$ 5,572,010	\$ 3,651,838
320	321	0.200	\$ 24,246,883	\$ 1,518,175	\$ 5,171,704	\$ 7,956,578	\$ 5,948,588	\$ 3,651,838
321	322	0.200	\$ 71,770,440	\$ 3,182,022	\$ 12,631,472	\$ 37,787,559	\$ 14,517,549	\$ 3,651,838
332	305	0.200	\$ 13,176,990	\$ 1,738,478	\$ 2,068,429	\$ 4,494,618	\$ 3,116,153	\$ 1,759,311
305	306	0.200	\$ 6,913,677	\$ 738.57	\$ 949.64	\$ 2,037,202	\$ 1,428,954	\$ 1,759,311
2	307	0.200	\$ 24,035,658	\$ 3,174,623	\$ 4,104,967	\$ 8,819,052	\$ 6,177,705	\$ 1,759,311
3	309	0.200	\$ 20,290,761	\$ 2,661,950	\$ 3,408,567	\$ 7,330,756	\$ 5,130,177	\$ 1,759,311
5	295	0.200	\$ 10,339,252	\$ 1,300,313	\$ 1,556,828	\$ 3,377,728	\$ 2,345,072	\$ 1,759,311
295	296	0.200	\$ 12,034,904	\$ 1,521,166	\$ 1,875,316	\$ 4,055,177	\$ 2,823,934	\$ 1,759,311
296	311	0.200	\$ 16,835,922	\$ 2,069,429	\$ 2,803,504	\$ 5,986,935	\$ 4,216,744	\$ 1,759,311
297	298	0.200	\$ 10,700,095	\$ 1,338,945	\$ 1,628,695	\$ 3,520,663	\$ 2,452,481	\$ 1,759,311
298	312	0.200	\$ 19,491,248	\$ 2,369,459	\$ 3,319,896	\$ 7,051,608	\$ 4,990,974	\$ 1,759,311
7	314	0.200	\$ 32,794,325	\$ 4,375,137	\$ 5,736,461	\$ 12,292,478	\$ 8,630,938	\$ 1,759,311
9	299	0.200	\$ 16,235,697	\$ 2,182,155	\$ 2,630,518	\$ 5,701,687	\$ 3,962,026	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
299	315	0.200	\$ 16,947,411	\$ 2,109,331	\$ 2,817,017	\$ 6,024,142	\$ 4,237,611	\$ 1,759,311
11	300	0.200	\$ 18,700,184	\$ 2,530,917	\$ 3,085,459	\$ 6,677,892	\$ 4,646,606	\$ 1,759,311
300	317	0.200	\$ 14,682,784	\$ 1,744,616	\$ 2,414,071	\$ 5,135,100	\$ 3,629,686	\$ 1,759,311
13	302	0.200	\$ 20,400,305	\$ 2,800,028	\$ 3,389,227	\$ 7,346,917	\$ 5,104,823	\$ 1,759,311
302	319	0.200	\$ 10,031,282	\$ 1,151,223	\$ 1,534,200	\$ 3,278,798	\$ 2,307,749	\$ 1,759,311
304	324	0.200	\$ 16,218,779	\$ 2,068,579	\$ 2,661,927	\$ 5,722,687	\$ 4,006,275	\$ 1,759,311
325	326	0.200	\$ 28,915,341	\$ 4,045,718	\$ 4,949,004	\$ 10,708,440	\$ 7,452,868	\$ 1,759,311
326	327	0.200	\$ 23,150,321	\$ 3,076,036	\$ 3,932,913	\$ 8,462,440	\$ 5,919,622	\$ 1,759,311
327	328	0.200	\$ 12,065,243	\$ 1,466,092	\$ 1,899,897	\$ 4,080,783	\$ 2,859,160	\$ 1,759,311
328	329	0.200	\$ 10,273,177	\$ 1,203,459	\$ 1,572,886	\$ 3,370,965	\$ 2,366,556	\$ 1,759,311
329	330	0.200	\$ 21,105,943	\$ 2,637,424	\$ 3,605,207	\$ 7,682,489	\$ 5,421,512	\$ 1,759,311
330	21	0.200	\$ 10,258,648	\$ 1,004,928	\$ 1,985,816	\$ 3,214,139	\$ 2,294,454	\$ 1,759,311
189	57	0.200	\$ 21,295,612	\$ 2,921,409	\$ 3,556,044	\$ 7,703,119	\$ 5,355,729	\$ 1,759,311
57	22	0.200	\$ 15,093,126	\$ 1,847,781	\$ 2,474,241	\$ 5,289,895	\$ 3,721,898	\$ 1,759,311
287	288	0.200	\$ 24,196,067	\$ 3,398,638	\$ 4,070,029	\$ 8,836,926	\$ 6,131,164	\$ 1,759,311
288	283	0.200	\$ 14,610,358	\$ 1,931,707	\$ 2,335,953	\$ 5,064,919	\$ 3,518,469	\$ 1,759,311
283	284	0.200	\$ 13,257,970	\$ 1,259,709	\$ 2,725,979	\$ 4,366,296	\$ 3,146,675	\$ 1,759,311
284	290	0.200	\$ 44,778,961	\$ 3,844,086	\$ 10,545,331	\$ 16,483,900	\$ 12,146,334	\$ 1,759,311
290	31	0.200	\$ 42,356,327	\$ 2,756,292	\$ 9,751,502	\$ 14,981,691	\$ 11,215,003	\$ 3,651,838
285	281	0.200	\$ 24,945,527	\$ 3,495,971	\$ 4,211,160	\$ 9,135,809	\$ 6,343,277	\$ 1,759,311
281	282	0.200	\$ 11,273,404	\$ 1,253,106	\$ 1,786,998	\$ 3,788,000	\$ 2,685,989	\$ 1,759,311
282	283	0.200	\$ 15,112,719	\$ 1,417,472	\$ 3,182,181	\$ 5,081,481	\$ 3,672,274	\$ 1,759,311
279	280	0.200	\$ 19,145,000	\$ 2,617,808	\$ 3,158,799	\$ 6,851,089	\$ 4,757,994	\$ 1,759,311
280	281	0.200	\$ 11,979,919	\$ 1,435,981	\$ 1,890,114	\$ 4,050,668	\$ 2,843,845	\$ 1,759,311
286	282	0.200	\$ 30,545,635	\$ 4,041,562	\$ 5,323,839	\$ 11,410,651	\$ 8,010,272	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
289	284	0.200	\$ 28,327,691	\$ 3,823,678	\$ 4,884,180	\$ 10,509,113	\$ 7,351,409	\$ 1,759,311
468	471		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
471	472		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
472	473		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
473	474		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
474	475		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
475	476		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
476	477		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
477	478		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
478	479		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
479	480		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
480	481		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
481	482		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
482	483		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
483	484		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
484	485		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
485	486		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
486	487		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
487	488		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
488	541		\$ 1,759,311		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1,759,311
541	542		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
542	543		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
543	544		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
544	545		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
545	546		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
546	547		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
547	548		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
548	549		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
549	550		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
550	551		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
551	552		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
552	553		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
553	554		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
554	36		\$ 3,651,838		\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 3,651,838
470	476	0.200	\$ 14,893,580	\$ 1,643,936	\$ 3,039,837	\$ 4,937,102	\$ 3,513,395	\$ 1,759,311
438	439	0.200	\$ 19,220,787	\$ 2,657,328	\$ 3,163,707	\$ 6,874,243	\$ 4,766,199	\$ 1,759,311
439	440	0.200	\$ 6,265,717	\$ 675.97	\$ 819.59	\$ 1,776,412	\$ 1,234,440	\$ 1,759,311
440	441	0.200	\$ 5,200,123	\$ 510.47	\$ 627.61	\$ 1,357,612	\$ 945.12	\$ 1,759,311
441	442	0.200	\$ 14,095,517	\$ 1,812,066	\$ 2,256,044	\$ 4,871,309	\$ 3,396,787	\$ 1,759,311
442	443	0.200	\$ 20,571,957	\$ 2,688,415	\$ 3,464,600	\$ 7,445,494	\$ 5,214,137	\$ 1,759,311
443	444	0.200	\$ 22,291,839	\$ 2,829,906	\$ 3,815,586	\$ 8,148,035	\$ 5,739,001	\$ 1,759,311
444	445	0.200	\$ 19,459,379	\$ 2,363,961	\$ 3,312,379	\$ 7,043,542	\$ 4,980,186	\$ 1,759,311
445	446	0.200	\$ 34,889,972	\$ 4,057,754	\$ 7,684,227	\$ 12,505,715	\$ 8,882,965	\$ 1,759,311
446	447	0.200	\$ 31,093,642	\$ 3,417,366	\$ 6,871,650	\$ 11,106,668	\$ 7,938,647	\$ 1,759,311
447	448	0.200	\$ 19,830,870	\$ 2,060,190	\$ 4,250,310	\$ 6,851,941	\$ 4,909,119	\$ 1,759,311
448	449	0.200	\$ 26,547,793	\$ 2,799,412	\$ 5,840,534	\$ 9,403,488	\$ 6,745,047	\$ 1,759,311
449	450	0.200	\$ 30,148,887	\$ 3,161,025	\$ 6,706,894	\$ 10,777,438	\$ 7,744,219	\$ 1,759,311
450	455	0.200	\$ 11,424,843	\$ 1,057,890	\$ 2,290,722	\$ 3,672,457	\$ 2,644,463	\$ 1,759,311
455	418	0.200	\$ 24,553,037	\$ 2,440,115	\$ 5,422,446	\$ 8,672,700	\$ 6,258,465	\$ 1,759,311
418	419	0.200	\$ 16,889,887	\$ 1,587,103	\$ 3,614,573	\$ 5,758,513	\$ 4,170,386	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
419	412	0.200	\$ 29,766,671	\$ 2,821,237	\$ 6,731,848	\$ 10,689,558	\$ 7,764,716	\$ 1,759,311
412	413	0.200	\$ 32,061,882	\$ 2,478,633	\$ 6,980,669	\$ 10,910,355	\$ 8,040,387	\$ 3,651,838
413	414	0.200	\$ 42,665,847	\$ 3,269,641	\$ 9,635,594	\$ 15,013,441	\$ 11,095,333	\$ 3,651,838
414	479	0.200	\$ 35,726,221	\$ 2,556,836	\$ 7,971,240	\$ 12,370,684	\$ 9,175,623	\$ 3,651,838
431	446	0.200	\$ 18,459,616	\$ 2,318,443	\$ 3,100,240	\$ 6,618,684	\$ 4,662,938	\$ 1,759,311
433	448	0.200	\$ 20,737,555	\$ 2,656,091	\$ 3,515,961	\$ 7,517,265	\$ 5,288,926	\$ 1,759,311
436	437	0.200	\$ 7,713,851	\$ 907.69	\$ 1,078,803	\$ 2,342,879	\$ 1,625,165	\$ 1,759,311
437	449	0.200	\$ 17,341,811	\$ 2,204,117	\$ 2,877,040	\$ 6,172,160	\$ 4,329,182	\$ 1,759,311
444	451	0.200	\$ 27,522,273	\$ 3,857,002	\$ 4,689,142	\$ 10,154,728	\$ 7,062,090	\$ 1,759,311
451	452	0.200	\$ 28,965,317	\$ 3,889,822	\$ 5,011,445	\$ 10,763,069	\$ 7,541,670	\$ 1,759,311
452	453	0.200	\$ 34,003,318	\$ 3,841,584	\$ 7,520,371	\$ 12,191,589	\$ 8,690,463	\$ 1,759,311
453	454	0.200	\$ 10,436,358	\$ 1,003,082	\$ 2,035,966	\$ 3,286,193	\$ 2,351,806	\$ 1,759,311
454	455	0.200	\$ 5,740,932	\$ 431.83	\$ 945.21	\$ 1,513,523	\$ 1,091,058	\$ 1,759,311
446	452	0.200	\$ 20,636,752	\$ 2,657,034	\$ 3,491,051	\$ 7,477,054	\$ 5,252,302	\$ 1,759,311
448	454	0.200	\$ 22,571,528	\$ 2,925,581	\$ 3,850,717	\$ 8,242,796	\$ 5,793,123	\$ 1,759,311
455	458	0.200	\$ 16,968,224	\$ 2,117,500	\$ 2,818,513	\$ 6,032,691	\$ 4,240,210	\$ 1,759,311
458	459	0.200	\$ 16,654,613	\$ 2,042,242	\$ 2,770,476	\$ 5,915,571	\$ 4,167,013	\$ 1,759,311
459	457	0.200	\$ 5,922,241	\$ 567.99	\$ 775.20	\$ 1,653,868	\$ 1,165,873	\$ 1,759,311
457	456	0.200	\$ 20,035,931	\$ 2,458,577	\$ 3,414,944	\$ 7,268,276	\$ 5,134,824	\$ 1,759,311
456	419	0.200	\$ 31,755,686	\$ 3,562,221	\$ 6,999,341	\$ 11,346,475	\$ 8,088,338	\$ 1,759,311
442	428	0.200	\$ 8,966,326	\$ 1,097,877	\$ 1,305,584	\$ 2,836,673	\$ 1,966,882	\$ 1,759,311
428	429	0.200	\$ 14,133,673	\$ 1,864,204	\$ 2,248,249	\$ 4,875,492	\$ 3,386,416	\$ 1,759,311
429	430	0.200	\$ 24,208,565	\$ 3,291,708	\$ 4,107,681	\$ 8,865,441	\$ 6,184,424	\$ 1,759,311
430	431	0.200	\$ 17,171,838	\$ 2,183,647	\$ 2,844,369	\$ 6,104,344	\$ 4,280,168	\$ 1,759,311
431	432	0.200	\$ 23,858,135	\$ 3,052,205	\$ 4,103,494	\$ 8,770,581	\$ 6,172,544	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
432	433	0.200	\$ 26,310,605	\$ 3,298,704	\$ 4,588,326	\$ 9,765,138	\$ 6,899,126	\$ 1,759,311
433	434	0.200	\$ 21,246,687	\$ 2,543,071	\$ 3,666,249	\$ 7,767,667	\$ 5,510,389	\$ 1,759,311
434	435	0.200	\$ 21,181,337	\$ 1,942,597	\$ 4,673,628	\$ 7,415,476	\$ 5,390,325	\$ 1,759,311
435	436	0.200	\$ 20,946,652	\$ 1,892,026	\$ 4,627,566	\$ 7,331,272	\$ 5,336,477	\$ 1,759,311
436	408	0.200	\$ 23,298,178	\$ 1,911,670	\$ 4,748,114	\$ 7,511,747	\$ 5,474,809	\$ 3,651,838
408	409	0.200	\$ 17,209,591	\$ 1,306,615	\$ 3,281,794	\$ 5,185,682	\$ 3,783,662	\$ 3,651,838
409	410	0.200	\$ 31,333,949	\$ 2,631,797	\$ 6,714,181	\$ 10,596,048	\$ 7,740,085	\$ 3,651,838
410	411	0.200	\$ 41,238,266	\$ 3,522,194	\$ 9,138,105	\$ 14,393,560	\$ 10,532,568	\$ 3,651,838
411	412	0.200	\$ 35,672,529	\$ 2,758,368	\$ 7,883,885	\$ 12,299,203	\$ 9,079,235	\$ 3,651,838
424	425	0.200	\$ 13,916,213	\$ 1,830,298	\$ 2,210,714	\$ 4,786,503	\$ 3,329,386	\$ 1,759,311
425	426	0.200	\$ 13,968,457	\$ 1,766,690	\$ 2,242,606	\$ 4,824,456	\$ 3,375,395	\$ 1,759,311
426	427	0.200	\$ 15,235,741	\$ 1,769,637	\$ 2,533,091	\$ 5,366,478	\$ 3,807,224	\$ 1,759,311
427	434	0.200	\$ 16,665,087	\$ 1,666,835	\$ 3,520,070	\$ 5,654,496	\$ 4,064,375	\$ 1,759,311
423	426	0.200	\$ 16,326,560	\$ 2,073,413	\$ 2,685,862	\$ 5,766,194	\$ 4,041,780	\$ 1,759,311
422	427	0.200	\$ 18,156,736	\$ 2,340,832	\$ 3,020,635	\$ 6,490,064	\$ 4,545,894	\$ 1,759,311
422	421	0.200	\$ 12,841,362	\$ 1,688,148	\$ 2,007,420	\$ 4,362,230	\$ 3,024,252	\$ 1,759,311
421	434	0.200	\$ 22,462,325	\$ 2,513,062	\$ 4,811,446	\$ 7,817,325	\$ 5,561,181	\$ 1,759,311
420	421	0.200	\$ 8,387,906	\$ 956.09	\$ 1,217,971	\$ 2,621,270	\$ 1,833,265	\$ 1,759,311
404	407	0.200	\$ 11,653,595	\$ 1,506,980	\$ 1,792,452	\$ 3,894,496	\$ 2,700,356	\$ 1,759,311
407	408	0.200	\$ 16,982,588	\$ 2,107,662	\$ 2,828,409	\$ 6,033,437	\$ 4,253,770	\$ 1,759,311
417	411	0.200	\$ 23,512,546	\$ 3,123,313	\$ 4,001,020	\$ 8,606,906	\$ 6,021,996	\$ 1,759,311
378	415	0.200	\$ 16,683,546	\$ 2,267,109	\$ 2,705,589	\$ 5,875,707	\$ 4,075,830	\$ 1,759,311
415	416	0.200	\$ 7,867,667	\$ 919.48	\$ 1,110,250	\$ 2,406,394	\$ 1,672,228	\$ 1,759,311
416	414	0.200	\$ 20,881,865	\$ 2,692,368	\$ 3,534,238	\$ 7,578,115	\$ 5,317,834	\$ 1,759,311
359	379	0.200	\$ 21,158,794	\$ 2,946,892	\$ 3,517,456	\$ 7,636,424	\$ 5,298,710	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
379	555	0.200	\$ 18,692,823	\$ 2,492,169	\$ 3,096,010	\$ 6,683,929	\$ 4,661,403	\$ 1,759,311
555	556	0.200	\$ 17,224,134	\$ 2,189,485	\$ 2,855,014	\$ 6,124,323	\$ 4,296,000	\$ 1,759,311
556	557	0.200	\$ 13,865,727	\$ 1,683,900	\$ 2,244,390	\$ 4,801,771	\$ 3,376,356	\$ 1,759,311
557	558	0.200	\$ 14,223,397	\$ 1,711,181	\$ 2,318,352	\$ 4,947,728	\$ 3,486,824	\$ 1,759,311
558	485	0.200	\$ 16,675,717	\$ 1,799,891	\$ 3,470,053	\$ 5,635,830	\$ 4,010,632	\$ 1,759,311
510	509	0.200	\$ 12,784,246	\$ 1,682,645	\$ 1,996,106	\$ 4,338,896	\$ 3,007,288	\$ 1,759,311
509	508	0.200	\$ 15,028,634	\$ 1,981,296	\$ 2,417,726	\$ 5,229,488	\$ 3,640,811	\$ 1,759,311
508	507	0.200	\$ 24,644,589	\$ 3,230,924	\$ 4,227,678	\$ 9,065,422	\$ 6,361,254	\$ 1,759,311
507	511	0.200	\$ 13,770,753	\$ 1,265,549	\$ 2,865,988	\$ 4,572,769	\$ 3,307,136	\$ 1,759,311
511	512	0.200	\$ 17,078,331	\$ 1,593,148	\$ 3,663,496	\$ 5,835,600	\$ 4,226,776	\$ 1,759,311
512	513	0.200	\$ 20,158,797	\$ 1,874,613	\$ 4,414,687	\$ 7,017,663	\$ 5,092,523	\$ 1,759,311
513	514	0.200	\$ 31,317,168	\$ 2,915,954	\$ 7,130,936	\$ 11,288,210	\$ 8,222,758	\$ 1,759,311
514	538	0.200	\$ 25,092,507	\$ 2,016,305	\$ 5,211,788	\$ 8,205,701	\$ 6,006,875	\$ 3,651,838
538	539	0.200	\$ 34,030,400	\$ 2,645,524	\$ 7,464,994	\$ 11,669,657	\$ 8,598,387	\$ 3,651,838
539	540	0.200	\$ 25,515,226	\$ 1,847,960	\$ 5,394,581	\$ 8,408,797	\$ 6,212,050	\$ 3,651,838
540	541	0.200	\$ 25,189,413	\$ 1,715,052	\$ 5,354,089	\$ 8,305,615	\$ 6,162,819	\$ 3,651,838
501	502	0.200	\$ 5,982,964	\$ 643.68	\$ 765.56	\$ 1,661,227	\$ 1,153,186	\$ 1,759,311
502	503	0.200	\$ 13,485,070	\$ 1,668,924	\$ 2,165,517	\$ 4,633,577	\$ 3,257,740	\$ 1,759,311
503	504	0.200	\$ 14,004,399	\$ 1,489,907	\$ 2,844,718	\$ 4,622,437	\$ 3,288,026	\$ 1,759,311
504	505	0.200	\$ 3,035,785	\$ 151.60	\$ 297.87	\$ 482.80	\$ 344.21	\$ 1,759,311
505	506	0.200	\$ 19,792,590	\$ 2,127,837	\$ 4,214,112	\$ 6,822,163	\$ 4,869,167	\$ 1,759,311
506	507	0.200	\$ 17,215,620	\$ 1,715,367	\$ 3,653,853	\$ 5,868,314	\$ 4,218,775	\$ 1,759,311
532	531	0.200	\$ 17,897,410	\$ 2,456,070	\$ 2,923,788	\$ 6,353,452	\$ 4,404,789	\$ 1,759,311
531	530	0.200	\$ 16,469,679	\$ 2,208,774	\$ 2,674,701	\$ 5,798,266	\$ 4,028,627	\$ 1,759,311
530	533	0.200	\$ 39,461,410	\$ 853.12	\$ 6,923,489	\$ 20,096,085	\$ 7,936,880	\$ 3,651,838

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
533	534	0.200	\$ 159,887,065	\$ 3,695,858	\$ 30,219,570	\$ 87,678,215	\$ 34,641,584	\$ 3,651,838
534	535	0.200	\$ 175,803,234	\$ 3,978,950	\$ 33,325,952	\$ 96,645,479	\$ 38,201,015	\$ 3,651,838
535	536	0.200	\$ 110,458,638	\$ 2,461,420	\$ 20,679,662	\$ 59,961,274	\$ 23,704,444	\$ 3,651,838
536	537	0.200	\$ 137,169,980	\$ 3,058,240	\$ 25,858,576	\$ 74,961,010	\$ 29,640,317	\$ 3,651,838
537	538	0.200	\$ 177,814,305	\$ 3,900,765	\$ 33,760,200	\$ 97,805,988	\$ 38,695,514	\$ 3,651,838
524	530	0.200	\$ 30,027,464	\$ 3,483,416	\$ 6,556,263	\$ 10,650,689	\$ 7,577,784	\$ 1,759,311
443	489	0.200	\$ 14,838,736	\$ 1,572,016	\$ 3,044,587	\$ 4,943,991	\$ 3,518,832	\$ 1,759,311
489	490	0.200	\$ 29,809,076	\$ 2,868,830	\$ 6,725,019	\$ 10,697,834	\$ 7,758,082	\$ 1,759,311
490	491	0.200	\$ 26,528,239	\$ 2,514,985	\$ 5,945,540	\$ 9,450,048	\$ 6,858,354	\$ 1,759,311
491	492	0.200	\$ 31,974,401	\$ 3,021,437	\$ 7,271,500	\$ 11,535,687	\$ 8,386,466	\$ 1,759,311
492	493	0.200	\$ 19,157,341	\$ 1,702,776	\$ 4,201,068	\$ 6,649,912	\$ 4,844,274	\$ 1,759,311
493	494	0.200	\$ 17,100,891	\$ 1,302,344	\$ 3,253,035	\$ 5,142,990	\$ 3,750,684	\$ 3,651,838
494	495	0.200	\$ 28,452,875	\$ 2,359,626	\$ 6,016,962	\$ 9,488,580	\$ 6,935,868	\$ 3,651,838
495	496	0.200	\$ 33,065,696	\$ 2,722,150	\$ 7,163,704	\$ 11,271,893	\$ 8,256,111	\$ 3,651,838
496	497	0.200	\$ 12,873,878	\$ 847,95	\$ 2,248,192	\$ 3,535,036	\$ 2,590,866	\$ 3,651,838
497	498	0.200	\$ 40,852,079	\$ 3,318,588	\$ 9,112,638	\$ 14,271,148	\$ 10,497,866	\$ 3,651,838
498	499	0.200	\$ 39,407,677	\$ 2,614,149	\$ 8,997,787	\$ 13,797,440	\$ 10,346,462	\$ 3,651,838
499	500	0.200	\$ 53,522,169	\$ 2,070,420	\$ 9,330,873	\$ 27,750,330	\$ 10,718,708	\$ 3,651,838
500	501	0.200	\$ 17,278,382	\$ 564,58	\$ 2,549,963	\$ 7,582,795	\$ 2,929,204	\$ 3,651,838
501	527	0.200	\$ 51,951,037	\$ 1,995,354	\$ 9,040,524	\$ 26,878,424	\$ 10,384,897	\$ 3,651,838
527	528	0.200	\$ 71,018,901	\$ 2,771,972	\$ 12,614,712	\$ 37,490,277	\$ 14,490,102	\$ 3,651,838
528	529	0.200	\$ 65,174,311	\$ 2,512,899	\$ 11,525,791	\$ 34,244,796	\$ 13,238,987	\$ 3,651,838
529	530	0.200	\$ 44,399,442	\$ 1,622,180	\$ 7,649,154	\$ 22,691,317	\$ 8,784,952	\$ 3,651,838
459	460	0.200	\$ 23,458,282	\$ 3,268,011	\$ 3,942,235	\$ 8,550,643	\$ 5,938,081	\$ 1,759,311
460	461	0.200	\$ 17,226,089	\$ 2,298,078	\$ 2,820,083	\$ 6,101,774	\$ 4,246,842	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
461	462	0.200	\$ 10,867,049	\$ 1,346,600	\$ 1,662,749	\$ 3,594,608	\$ 2,503,782	\$ 1,759,311
462	463	0.200	\$ 21,300,659	\$ 2,843,111	\$ 3,582,200	\$ 7,723,285	\$ 5,392,751	\$ 1,759,311
463	464	0.200	\$ 12,479,973	\$ 1,539,286	\$ 1,971,910	\$ 4,241,540	\$ 2,967,927	\$ 1,759,311
464	465	0.200	\$ 27,103,774	\$ 3,575,381	\$ 4,682,043	\$ 10,041,970	\$ 7,045,069	\$ 1,759,311
465	466	0.200	\$ 23,501,768	\$ 2,991,789	\$ 4,040,943	\$ 8,631,616	\$ 6,078,110	\$ 1,759,311
466	467	0.200	\$ 32,630,528	\$ 4,095,003	\$ 5,787,760	\$ 12,287,782	\$ 8,700,673	\$ 1,759,311
467	468	0.200	\$ 14,569,285	\$ 1,546,575	\$ 2,979,195	\$ 4,840,759	\$ 3,443,446	\$ 1,759,311
468	469	0.200	\$ 12,297,431	\$ 1,259,067	\$ 2,455,966	\$ 3,984,783	\$ 2,838,304	\$ 1,759,311
469	500	0.200	\$ 14,051,632	\$ 1,389,908	\$ 2,895,415	\$ 4,663,088	\$ 3,343,911	\$ 1,759,311
497	515	0.200	\$ 28,102,326	\$ 3,983,684	\$ 4,781,052	\$ 10,376,303	\$ 7,201,976	\$ 1,759,311
515	516	0.200	\$ 11,753,160	\$ 1,495,369	\$ 1,819,006	\$ 3,939,911	\$ 2,739,563	\$ 1,759,311
516	517	0.200	\$ 7,487,038	\$ 854,91	\$ 1,043,199	\$ 2,258,550	\$ 1,571,073	\$ 1,759,311
517	518	0.200	\$ 10,276,693	\$ 1,267,977	\$ 1,552,186	\$ 3,359,659	\$ 2,337,560	\$ 1,759,311
518	519	0.200	\$ 25,316,079	\$ 3,463,140	\$ 4,307,013	\$ 9,301,690	\$ 6,484,926	\$ 1,759,311
519	520	0.200	\$ 12,795,425	\$ 1,597,183	\$ 2,026,177	\$ 4,362,852	\$ 3,049,902	\$ 1,759,311
520	521	0.200	\$ 8,191,489	\$ 920,79	\$ 1,183,975	\$ 2,545,489	\$ 1,781,925	\$ 1,759,311
521	522	0.200	\$ 14,905,022	\$ 1,853,808	\$ 2,429,943	\$ 5,205,995	\$ 3,655,965	\$ 1,759,311
522	523	0.200	\$ 12,836,017	\$ 1,506,033	\$ 2,065,362	\$ 4,399,525	\$ 3,105,785	\$ 1,759,311
523	524	0.200	\$ 28,927,318	\$ 3,545,145	\$ 5,111,155	\$ 10,829,578	\$ 7,682,128	\$ 1,759,311
524	525	0.200	\$ 17,590,758	\$ 1,903,275	\$ 3,685,295	\$ 5,983,591	\$ 4,259,287	\$ 1,759,311
525	526	0.200	\$ 20,464,336	\$ 2,212,369	\$ 4,368,625	\$ 7,076,087	\$ 5,047,944	\$ 1,759,311
526	527	0.200	\$ 35,110,703	\$ 3,676,843	\$ 7,892,456	\$ 12,669,776	\$ 9,112,317	\$ 1,759,311
379	380	0.200	\$ 19,740,013	\$ 2,709,938	\$ 3,266,426	\$ 7,084,247	\$ 4,920,091	\$ 1,759,311
380	381	0.200	\$ 22,597,387	\$ 3,052,439	\$ 3,814,647	\$ 8,228,071	\$ 5,742,919	\$ 1,759,311
381	382	0.200	\$ 11,944,140	\$ 1,420,673	\$ 1,889,632	\$ 4,032,518	\$ 2,842,007	\$ 1,759,311

Tabla 19. (Continuación) Costos asociados a la alternativa diseñada con el CIE-AGUA para el proyecto No 2.

Nudo-i	Nudo-f	d (m)	Costo Tramo [\$COP]	Costo Tubo [\$COP]	Costo Excavación [\$COP]	Costo Entibado [\$COP]	Costo Relleno [\$COP]	Costo Cámara [\$COP]
382	383	0.200	\$ 10,684,290	\$ 1,086,709	\$ 2,074,820	\$ 3,365,674	\$ 2,397,777	\$ 1,759,311
383	384	0.200	\$ 14,183,911	\$ 1,425,940	\$ 2,918,731	\$ 4,708,573	\$ 3,371,355	\$ 1,759,311
384	385	0.200	\$ 30,591,755	\$ 3,234,167	\$ 6,801,863	\$ 10,941,775	\$ 7,854,639	\$ 1,759,311
385	386	0.200	\$ 14,941,436	\$ 1,436,247	\$ 3,128,513	\$ 5,006,338	\$ 3,611,026	\$ 1,759,311
386	387	0.200	\$ 22,135,593	\$ 2,098,998	\$ 4,881,761	\$ 7,763,963	\$ 5,631,561	\$ 1,759,311
387	388	0.200	\$ 38,034,050	\$ 3,562,651	\$ 8,756,635	\$ 13,858,303	\$ 10,097,149	\$ 1,759,311
388	389	0.200	\$ 37,297,403	\$ 3,166,387	\$ 8,175,146	\$ 12,881,090	\$ 9,422,942	\$ 3,651,838
389	390	0.200	\$ 35,785,933	\$ 2,787,771	\$ 7,906,454	\$ 12,334,631	\$ 9,105,240	\$ 3,651,838
390	391	0.200	\$ 34,863,320	\$ 2,438,141	\$ 7,777,442	\$ 12,044,977	\$ 8,950,922	\$ 3,651,838
391	392	0.200	\$ 38,728,802	\$ 2,648,266	\$ 8,779,914	\$ 13,547,389	\$ 10,101,394	\$ 3,651,838
392	546	0.200	\$ 53,705,350	\$ 3,480,578	\$ 12,638,381	\$ 19,400,481	\$ 14,534,072	\$ 3,651,838
Costos Totales			\$ 16,808,405,235	\$ 341,699,565	\$ 3,122,687,316	\$ 7,224,816,365	\$ 3,815,559,669	\$ 1,582,590,911

En la **Tabla 20** se muestra un resumen comparativo entre los costos del diseño original del proyecto No 2 y los costos encontrados con el diseño realizado con el programa CIE-AGUA para los ítems tenidos en cuenta. Se debe tener en cuenta que los costos presentados en esta tabla para el diseño realizado con el programa CIE-AGUA para el proyecto No 2 no son comparables con los costos obtenidos en el diseño original; dado que al no poderse diseñar un número considerable de tramos el programa no los pudo cuantificar los costos de los mismos.

Tabla 20. Comparación de entre los costos del diseño original del proyecto No 2 y los costos encontrados con el diseño realizado con el programa CIE-AGUA.

Ítem	Costos proyecto No 2 diseño original	Costos proyecto No 2 diseño CIE-AGUA
Costos tuberías [\$COP]	\$ 2,052,342,885.20	\$ 341,699,565
Costos excavación en sí y entibado [\$COP]	\$ 3,768,506,994.62	\$ 10,347,503,681
Costos rellenos [\$COP]	\$ 1,525,057,176.00	\$ 3,815,559,669
Costos cámaras [\$COP]	\$ 423,454,376.80	\$ 1,582,590,911
Costo total [\$COP]	\$ 7,769,361,432.62	\$ 16,808,405,2358

5 CONCLUSIONES

- Se pueden obtener diseños optimizados a partir de la metodología materializada en el programa CIE-AGUA del CIACUA de la Universidad de los Andes.
- Implementando el programa CIA-AGUA del CIACUA se obtiene un diseños para redes de drenaje urbano en el que se dejan de cumplir las restricciones de autolimpieza establecidas en la norma RAS 2000 para los tramos iniciales (arranques), dado que estos manejan un caudal muy bajo que obliga al programa seleccionar pendientes muy bajas para alcanzar una relación de llenado máxima.
- Para sistemas de drenaje urbano de aguas residuales, dado sus caudales bajos, se deben incumplir restricciones en tramos iniciales para poder establecer un diseño que optimice los costos, así como también en algunos tramos no iniciales se debe incumplir el criterio de flujo cuasicrítico ara relaciones de llenado mayores al 70%, corriendo el riesgo de presurización y sobrecarga de las tuberías.
- Debe permitirse en la legislación del sector agua potable y saneamiento básico de Colombia (RAS 2000) diseños para los tramos iniciales que incumplen los criterios de autolimpieza con el objeto de optimizar la utilización de los recursos públicos invertidos en obras de infraestructura para el servicio de alcantarillado y dejar en las manos de las empresas operadoras de estos sistemas el mantenimiento frecuente de dichos tramos.
- Para hacer comparable los costos del diseño original de un proyecto dado con los costos de un diseño obtenido implementando una metodología de diseño optimizado deben considerarse los mismos ítems y manejarse las mismas ecuaciones o curvas de costo.
- El costo encontrado con el programa CIE-AGUA para la red de drenaje urbano del proyecto No 1 resulta mayor que el costo del diseño original, dado a que en este se identificaron errores en el cálculo de las cantidades de obras correspondientes a los ítems tenidos en cuenta para el análisis.
- El programa CIE-AGUA, dado sus algoritmos de diseño y búsqueda, presenta conflicto al encontrar una solución o combinación óptima para una serie de 26 tramos como la ruta principal y algunas secundarias del proyecto No 2.

6 RECOMENDACIONES

- Debe seguirse probando el programa CIE-AGUA para realizar el diseño de proyectos con topografías reales, como las de los proyectos No 1 y 2, a fin de encontrar posibles conflictos que este pueda presentar en su ejecución para el diseño optimizado de las mismas.
- El programa CIE-AGUA debe permitir una interacción con el usuario tal que permita establecer criterios de tipo constructivo de decisión que flexibilicen el incumplimiento de algunas restricciones dados algunos accidentes topográficos propios del terreno que lo produzcan.
- Se recomienda que el programa CIE-AGUA permita visualizar los resultados de un determinado diseño así no se cumplan con ciertas restricciones para que el usuario identifique sus posibles causas.
- Debe seguirse investigando sobre el criterio de Potencia Unitaria, Pendientes Propias y Pendientes Promedio para encontrar diseños optimizados de redes de drenaje urbano y que cumplan con las restricciones de diseño.

7 BIBLIOGRAFÍA

ALCALDIA MUNICIPAL DE VELEZ. Construcción plan maestro de acueducto y alcantarillado, cabecera municipal de Vélez, Departamento de Santander, 2013. 259 p.

BUTLER, David y DAVIES, John W. Urban drainage. 3 ed. Londres : Spon Press, 2011. 619 p.

CENTRO DE INVESTIGACIONES EN ACUEDUCTOS Y ALCANTARILLADOS (CIACUA). Desarrollo de Técnicas Computacionales Exhaustivas para el Diseño Optimizado de Redes de Drenaje Urbano. Informe 2 CIE-AGUA. Universidad de los Andes. Bogotá, 2013. 120 p

COLOMBIA. MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS 2000 : Título D. Bogotá D.C. : Ministerio de Desarrollo Económico, 2000. 92 p.

COPETE RIVERA, Diego. Diseño hidráulico optimizado de redes de alcantarillado usando los conceptos de potencia unitaria y pendiente lógica. Bogotá D. C., 2012, 143 p. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

LÓPEZ SABOGAL, Daniel. Diseño optimizado de redes de drenaje urbano usando el concepto de potencia unitaria. Bogotá D. C., 2012, 70 p. Trabajo de grado (Ingeniero Ambiental). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

NAVARRO PEREZ, Ivonne. Diseño optimizado de redes de drenaje urbano. Bogotá D. C., 2009, 177 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS) y CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS). Guía para el diseño de tecnologías de alcantarillado. Lima : Guía de diseño, 2005. 73 p.

OVALLE BUENO, Freddy. Criterios de diseño de tuberías fluyendo parcialmente llenas: velocidad mínima, esfuerzo cortante mínimo, y número de Froude cuasicrítico. Bogotá D. C., 2011, 100 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

PROACTIVA SA. ESP. AGUAS DE MONTERÍA. Construcción extensión de redes de alcantarillado sanitario en el barrio Mocarí de la ciudad de Montería-Departamento de Córdoba, 2013. 29 p.

SALCEDO BALLESTEROS, Camilo. Diseño optimizado de sistemas de alcantarillado utilizando los conceptos de índice de resiliencia y potencia unitaria. Bogotá D. C., 2012, 121 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad de los Andes. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental.

SALDARRIAGA VALDERRAMA, Juan. Clase Drenaje Urbano. Bogotá : Universidad de los Andes, 2013.

TE CHOW, Ven. Hidráulica de canales abiertos. Colombia : McGraw Hill, 2004. 667 p.

8 ANEXOS



ANEXO No 1

CD1-PROYECTO No 1



ANEXO No 2

CD2-PROYECTO No 2



ANEXO No 3

CARTAS DE RADICACIÓN DE LOS PROYECTOS No 1 y No 2 EN EL MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO



Alcaldía de Montería Despacho

Montería, 21 de Octubre del 2013

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO
23/10/2013 12:36:11 FOLIOS:2 ANEXOS:1 FOLDER
AL CONTESTAR CITE: 4120-E1-104953
TIPO DOCUMENTAL: PROYECTO
REMITE: ALCALDIA DE MONTERIA
DESTINATARIO: DIRECCION DE PROGRAMAS

Doctor

IVAN FERNANDO MUSTAFÁ DURÁN

Viceministro de Agua y Saneamiento Básico
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio
Calle 18 No. 7-59
Santafé de Bogotá, D.C.

Referencia: Solicitud de recursos de inversión para el proyecto **EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO MOCARÍ DE LA CIUDAD DE MONTERÍA.**

Anexo al presente remito a ustedes las correcciones del proyecto EXTENSIÓN DE REDES DE ALCANTARILLADO SANITARIO EN EL BARRIO MOCARÍ DE LA CIUDAD DE MONTERÍA, radicado en el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio con el No 4120-E1-43611 relacionadas en la lista de chequeo de la Evaluación de Proyectos 2-2012-660, con el fin de solicitar apoyo financiero de la nación, así como aquellos que han sido priorizados en el marco de los planes departamentales de agua y los programas que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, para lo cual entrego la siguiente información:

1. Carta de presentación ajustada al formato en el cual se especifican los requisitos de presentación, viabilización y aprobación de proyectos del sector de agua potable y saneamiento básico relacionados en la Resolución 0379 del 25 de Junio de 2012.
2. Formato diagnóstico empresarial avalada por Contador Público.
3. Certificado de cancelación de los subsidios al Operador del Servicio.
4. Certificado donde se evidencia que el proyecto no hace parte de las inversiones de los convenios o contratos con la municipalidad.
5. Solicitud de radicación ante la Corporación de los Valles del Sinú y San Jorge del permiso para el Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimiento del la PTAR Garzones, a la cual se realizará el vertimiento de las aguas residuales del proyecto
6. Archivo de transmisión de la MGA con extensión.DAT en medio digital.
7. Certificaciones expedidas por Planeación Municipal en donde se manifiesta que los componentes del proyecto (EBAR, colectores y Línea de Impulsión) serán ubicadas en espacio público.
8. Radicado del inicio de trámite ante la ANI para intervención de la vía Montería - Cerete.
9. Formato resumen del proyecto completamente diligenciado.
10. Cronograma de obra y flujo de fondos del proyecto.



**Alcaldía de Montería
Despacho**

11. Estudio eléctrico del proyecto.
12. Memorias de cálculo de la Estación de Bombeo, selección de equipos de bombeo y escogencia del diámetro económico de la tubería de impulsión.
13. Diseño eléctrico de la Estación de Bombeo.
14. Perfiles del proyecto.
15. Estudios Estructurales de las Estaciones de Bombeo.
16. Presupuesto corregido.
17. Planos de Áreas Aferentes.
18. Planos de estructuras de inspección.
19. Certificado del geotecnista sobre el requerimiento del uso del geotextil.
20. Planos diseños electromecánicos.
21. Diseños Corregidos
22. Plano general de vías
23. Especificaciones de las dos Estaciones de Bombeo de aguas residuales.

Certifico, bajo la gravedad de juramento, que los documentos presentados son legítimos y que la información que aquí suministro es veraz, por tanto, exonero de responsabilidad al Ministerio en caso de presentarse inconsistencias con la información suministrada y anexa al presente documento.

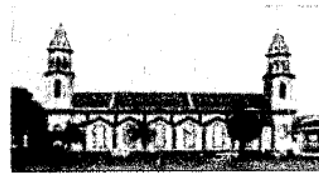
Cordialmente,

CARLOS EDUARDO CORREA ESCAF
Alcalde Municipio de Montería



**“POR EL VÉLEZ QUE
TODOS QUEREMOS”**

**DEPARTAMENTO DE SANTANDER
MUNICIPIO DE VÉLEZ
Nit. 890205677-6**



**Yanéd Cristina Grandas
Alcaldesa 2012-2015**

CARTA DE PRESENTACIÓN

Vélez, Enero 07 de 2013

Doctor:

IVAN FERNANDO MUSTAFA DURAN
Viceministerio De Agua Y Saneamiento
Santa Fe De Bogotá, D.C.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO
20/01/2012 12:58:22 FOLIOS:2 ANEXOS:3
AL CONTESTAR CITE: 4120-E1-62562
TIPO DOCUMENTAL:PROYECTO
REMITE:ALCALDIA DE VELEZ SANTANDER
DESTINATARIO:DIRECCION DE PROGRAMAS

Referencia: Solicitud de Recursos de inversión.

Anexo al presente remito a ustedes el proyecto “**Plan Maestro de Acueducto y Alcantarillado, Cabecera Municipal de Vélez, Departamento de Santander**”, con el fin de solicitar apoyo financiero de la Nación, así como aquellos que han sido priorizados en el marco de los Planes Departamentales de Agua y los Programas que implemente el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio a través del Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico, para lo cual resumo la siguiente información:

1. El costo total del proyecto asciende a: Treinta y Dos Mil Trescientos Setenta y Tres Millones Sesenta y Seis Mil Ochocientos Sesenta y Ocho Pesos Con Tres Centavos M/Cte. (\$32.363'066.868,03).
2. El valor solicitado al Ministerio: Treinta y Dos Mil Trescientos Setenta y Tres Millones Sesenta y Seis Mil Ochocientos Sesenta y Ocho Pesos Con Tres Centavos M/Cte. (\$32.363'066.868,03).
3. El proyecto beneficiará a 10.720 habitantes, contando además con la población proyectada de 13.750 habitantes para el horizonte de diseño del proyecto, el cual es de 25años.
4. El ejecutor del proyecto será el Municipio de Vélez.
5. El proyecto contiene 3 Tomos, 1150 Folios y 100 planos.

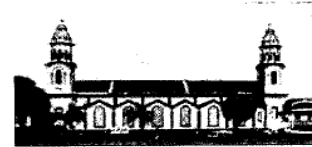
Igualmente, certifico para los fines de este proyecto que el municipio cumple con lo siguiente:

	Requisitos de presentación, viabilización y aprobación	Si	En Trámite
1	Para efectos de la prestación de los servicios de acueducto, alcantarillado y aseo, el municipio ha cumplido con lo previsto en la ley 142 de 1994.	X	
2	Que el proyecto se encuentra inscrito en el Banco de Proyectos de inversión del municipio.	X	
3	En el Plan de Ordenamiento Territorial y en el Plan de Desarrollo del municipio está incluido el proyecto y definido como prioritario.	X	
4	Permisos ambientales según corresponda (permiso de concesión, permiso de vertimiento, permiso de exploración de pozo profundo), en caso de encontrarse en trámite se deberá anexar la carta de radicación ante la autoridad ambiental competente.	X	



**“POR EL VÉLEZ QUE
TODOS QUEREMOS”**

**DEPARTAMENTO DE SANTANDER
MUNICIPIO DE VÉLEZ
Nít. 890205677-6**



*Yaned Cristina Grandas
Alcaldesa 2012-2015*

Además, se remiten los siguientes documentos en el proyecto formulado:

6. Documento que acredite la propiedad (certificado de libertad y tradición), o posesión y/o permiso(s) de servidumbres necesarios para la ejecución del proyecto, según corresponda.
7. Estudios y diseños del proyecto que cumplen con el Reglamento Técnico del Sector:
 - 7.3. Formato resumen del proyecto (anexo).
 - 7.4. Presupuesto general de obra y análisis de precios unitarios, lista de equipos, materiales y elementos a adquirir y especificaciones técnicas de construcción.
 - 7.5. Plan Financiero del Proyecto.
 - 7.6. Cronograma de obras y flujos de fondos de inversión.
8. Licencia ambiental, para el caso referido en el numeral 4.4.3 del artículo 4 de la presente Resolución.
9. Autorización de giro directo de subsidios en favor de (los) prestador (es) de los servicios de acueducto, alcantarillado y/o aseo.
10. Copia impresa y medio magnético de los estudios, diseños y planos de los componentes del proyecto (memorias de cálculo, diseños hidráulicos y estructurales etc., según las características del proyecto).

En caso de resultar favorecido con los recursos solicitados la entidad territorial se compromete a ejecutar el proyecto en un plazo máximo de 18 meses, incluido el proceso de contratación.

Certifico, bajo la gravedad de juramento, que los documentos presentados son legítimos y que la información que aquí suministro es veraz, por tanto, exonero de responsabilidad al Ministerio en caso de presentarse inconsistencias con la información suministrada y anexa al presente documento.

Agradezco su atención.

YANED CRISTINA GRANDAS CASTAÑEDA

Alcaldesa Municipal Vélez, Santander



Palacio Municipal Calle 9 No. 2-37 Velez Santander Tel. 7563553 – 7564356 Cel. 3143696100
Web. www.velez-santander.gov.co Correo Electrónico alcaldia@velez-santander.gov.co