



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**PREDISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO
DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS DEL
PROYECTO URBANISTICO DENOMINADO
PARCELACIÓN ESSENZA, UBICADO EN EL
MUNICIPIO DE RIONEGRO, ANTIOQUIA.**

Autor

Camilo Andres Lopera Duque

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Escuela ambiental

Medellín, Colombia

2019



PREDISEÑO DE LA RED DE ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES Y
LLUVIAS DEL PROYECTO URBANISTICO DENOMINADO PARCELACIÓN
ESSENZA, UBICADO EN EL MUNICIPIO DE RIONEGRO, ANTIOQUIA.

Camilo Andres Lopera Duque

Informe de practica
Como requisito para optar al título de:
Ingeniero Civil

Asesores

Interno: Álvaro Wills Toro

Ingeniero Civil

Externo: Luis Alberto Chávez Henao

Ingeniero Civil

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental
Medellín, Colombia

2019.

1 Contenido

2	Introducción.....	6
3	Objetivos.....	7
3.1	Objetivo general.....	7
3.2	Objetivos Específicos	7
4	Marco teórico.....	8
4.1	Tipos de sistema.....	8
4.2	Normativa para alcantarillado de aguas residuales	9
4.2.1	Nivel de complejidad	9
4.2.2	Diámetro interno mínimo de la tubería.....	9
4.2.3	Caudal de diseño.....	9
4.2.4	Demanda	10
4.2.5	Caudal por conexiones erradas	11
4.2.6	Caudal por infiltración.....	11
4.2.7	Caudal medio diario de aguas residuales.....	12
4.2.8	Caudal máximo horario	12
4.2.9	Caudal de diseño.....	13
4.2.10	Profundidad máxima del flujo.....	13
4.2.11	Velocidad del fluido	14
4.3	Profundidad de la clave.	16
4.3.1	Distancia a otras redes.....	16
4.3.2	Distancia a paramentos.....	17
4.3.3	Cajas de inspección	17
4.4	Normatividad para alcantarillado de aguas lluvias.....	18
4.4.1	Caudal de diseño.....	18
4.4.2	Tubería.....	19
4.5	Zanjas.....	20
5	Resultados y análisis	21
5.1	Ubicación del proyecto	21
5.2	Aspectos generales del proyecto	23
5.3	Red de aguas residuales.....	23
5.3.1	Aspectos generales de la red de aguas residuales.	23
5.3.2	Trazado de la red de aguas residuales.....	24
5.3.3	Perfil red de agua residuales.....	28

5.3.4	Predimensionamiento de la red de alcantarillado de aguas residuales	30
5.3.5	Sección ejemplo	30
5.3.6	Resultados de la red de aguas residuales.....	34
5.3.7	Análisis.....	50
5.4	Red de aguas lluvias	51
5.4.1	Aspectos generales de la red de aguas lluvia	51
5.4.2	Trazado de la red de aguas lluvia	51
5.4.3	Resultados de la red de aguas lluvias	55
5.4.4	Análisis.....	57
6	Conclusiones.....	58
7	Referencias bibliográficas.....	59

Lista de tablas

Tabla 1 . Nivel de complejidad segun la normativa EPM. Tomado de [1].	9
Tabla 2 . Dotacion neta de agua potable por habitante Tomado de [1].....	11
Tabla 3 .Relación entre profundidad de flujo y diámetro de tubería. . Tomado de [1] 14	
Tabla 4 .Velocidad máxima de fluido dentro de la tubería dependiendo de su material. Tomado de [1]	16
Tabla 5 .Separación de diferentes redes de servicios. Tomado de [1].....	17
Tabla 6. Coeficiente de escorrentía tomado de [1]	19
Tabla 7 .Ancho de zanja dependiendo del material de la tubería. Tomado de [8].	20
Tabla 8 .Valores de entrada de las cámaras de inspección del alcantarillado de aguas residuales	34
Tabla 9 .Valores de entrada para el caudal de diseño para la red residual	38
Tabla 10 . Verificaciones internas de la red de recoleccion de aguas residuales.	42
Tabla 11 . Verificaciones externas de la red de recoleccion de aguas residuales.....	46
Tabla 12.Tramos que contienen características no recomendadas en la norma.....	50
Tabla 13. Ubicación de sumideros y su sección vial de influencia.	55
Tabla 14. Resumen de caudales que soportar cada sumidero.	56
Tabla 15. Resultados hidráulicos de los colectores de sumideros.	57
Tabla 16. Cantidades de obra red aguas residuales.....	58

Lista de ilustraciones

Ilustración 1- Mapa de ubicación del proyecto Essenza.....	21
Ilustración 2. Mapa general de Essenza	22
Ilustración 3. Convenciones para la lectura del trazado de la red de aguas residuales	24
Ilustración 4. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 1	25
Ilustración 5. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 2	26
Ilustración 6. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 3	27
Ilustración 7. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 4.	28
Ilustración 8. Perfil de sección de la red.....	29
Ilustración 9. Ubicación en planta de las cámaras 19 y 20.....	31
Ilustración 10. Convenciones para la lectura del trazado de la red de aguas lluvias..	51
Ilustración 11. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 1	52
Ilustración 12. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 2.	53
Ilustración 13. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 3.	54

2 Introducción

En Colombia, la resolución 1096 del 17 de noviembre del año 2000 obliga a que todas las construcciones, sin importar su nivel de complejidad, tengan sistemas de agua potable y de saneamiento básico que cumplan estándares de calidad y redundancia en toda su vida útil, lo que conlleva que estos deben ser diseñados y aprobados por profesionales idóneos.

En este trabajo se presentará el prediseño del sistema colector de aguas residuales y de lluvias de la parcelación Essenza ubicada en el sector El Tablazo – Rionegro – Antioquia, este proyecto se compone de 132 predios que ocupan un área total aproximada de 663 500 m².

El diseño de redes sanitarias externas en el municipio de Rionegro se encuentra en jurisdicción de EPM, por lo tanto, para el diseño de las redes de aguas residuales y lluvias del proyecto Essenza, se tendrán en cuenta las consideraciones y parámetros de diseños establecidos por las normas técnicas de EPM, siguiendo los lineamientos establecidos por el RAS 2000.

El diseño de la red de lluvias se puede realizar siguiendo la norma RAS 2000, que rige en todo el territorio nacional. Pero la parcelación se diseñará siguiendo las normas técnicas de EPM [1], debido a que estas son más utilizadas en esta región.

Se presentarán los análisis y decisiones que involucraron el trazado y predimensionamiento final de las redes, sean estos presentados por razones técnicas, estética, facilidad constructiva o por decisiones de la promotora.

La descarga de la red pluvial se hará en las corrientes hídricas que atraviesan la parcelación Essenza y la descarga de la red de aguas residuales domésticas, será recolectada por la empresa privada de aguas residuales de la vereda El Tablazo.

Luego se procederá a realizar el prediseño del trazado y el predimensionamiento de la red de alcantarillado de aguas residuales y de lluvias que posteriormente será evaluado y modelado para verificar su correcto funcionamiento.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Realizar el predimensionamiento hidráulico de la red de alcantarillado para aguas residuales domésticas y de lluvias para la parcelación Essenza, con la utilización de información primaria y secundaria aportada por las empresas LC INGYTOP S.A.S (Diseñadora del proyecto) y GRUPO CIUDADELA S.A.S. (promotora del proyecto).

3.2 Objetivos Específicos

- Evaluar información concerniente a la zona donde se realizará la parcelación Essenza, como la topografía y obras existentes en el sector o aledañas que puedan influir en el prediseño hidráulico de la red de aguas residuales domésticas y pluviales.
- Analizar la información entregada por el grupo ciudadela concerniente a las obras que se tienen pensado realizar en la zona (vías, casas, predios, entre otros) que puedan influenciar en el predimensionamiento de las redes.
- Analizar la información entregada por la empresa prestadora del servicio de alcantarillado de aguas residuales del sector y examinar cómo esta información influye en el trazado de la red colectora de aguas residuales domésticas.
- Determinar al interior de la parcelación Essenza las zonas donde se requiera red de alcantarillado pluvial, incluyendo el posible punto de descarga (botadero).
- Realizar posibles opciones de trazado para la red de alcantarillado de aguas residuales y de lluvias para luego verificar su factibilidad constructiva.
- Predimensionar las redes de alcantarillado basándose en el trazado previamente definido y en la norma EPM vigente. [1]
- Determinar las cantidades de obra asociadas al predimensionamiento de la red de alcantarillado de aguas residuales al interior de la parcelación Essenza.
- Determinar y solucionar las posibles interferencias que las redes del proyecto se puedan presentar entre sí mismas (Alcantarillado residual, de lluvias y acueducto)

4 Marco teórico

Una alcantarilla es una tubería en la que generalmente el flujo que hay en ella no circula a sección llena y además, se destina a la conducción de aguas residuales y/o pluviales, mientras que un alcantarillado es una red de estas tuberías [4].

En Colombia las leyes para normalizar las redes hidrosanitarias son bastante recientes y apenas en la resolución 1096 del 17 de noviembre del año 2000, se adoptó el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico – RAS -, también actualizado en noviembre del año 2 000 [3], Que posteriormente fue actualizado mediante la resolución 0330 del año 2017.

Luego, mediante el DECRETO 2014 - DECGGL-1980 de EPM, posible gracias al artículo 6 de la resolución 1096, se normativiza el manual “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P.” para cualquier entidad o contratista que desee trabajar con EPM. A pesar de que en la parcelación Essenza las redes de alcantarillado no serán recibidas por EPM, se seguirán las normas planteadas por la E.S.P.

4.1 Tipos de sistema.

El sistema de alcantarillado de aguas residuales y de lluvias puede ser:

- **Combinado:** Se presenta una mezcla inmediata, dentro de la propiedad privada, de las dos redes.
- **Seudoseparativo:** Dentro de la propiedad privada las dos redes permanecen separadas para luego combinarse cuando descargan.
- **Separativo:** Las dos redes permanecen separadas todo el tiempo, la red de aguas residuales va hacia un colector público o a una planta de tratamiento, mientras que la red de lluvias se dirige hacia cursos naturales de agua.

Téngase en cuenta que la norma de EPM recomienda un sistema separativo para las dos redes cuando su construcción es desde cero y se presentan características óptimas para descargar el agua lluvia en afluentes cercanos. [1]

4.2 Normativa para alcantarillado de aguas residuales

4.2.1 Nivel de complejidad

Un factor muy importante para tener en cuenta al realizar el trazado de la red de alcantarillado es su nivel de complejidad, ya que existen determinados estudios de laboratorio, análisis y procedimientos que se deben de realizar dependiendo de éste. Además de que existen factores y constantes que también dependen de este nivel.

Tabla 1 . Nivel de complejidad segun la normativa EPM. Tomado de [1].

Nivel de complejidad	Población en la zona (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios
Bajo	< 2 500	Baja
Medio	2 501 a 12 500	Baja
Medio alto	12 501 a 60 000	Media
Alto	> 60 000	Alto

Como se puede ver en la tabla anterior el nivel de complejidad depende de la población en la zona o de la capacidad económica final de los usuarios. Además, se debe de tener en cuenta que si se desea expandir una red se debe analizar todo el sistema para decidir el nivel de complejidad del proyecto.

Así mismo, si se desea enlazar una red con otra, se utilizará el nivel de complejidad más alto de las dos. Por ejemplo, toda red que esté conectada o se desee conectar al sistema de aguas residuales de Medellín tendrá un nivel de complejidad alto. Mientras que para las redes que serán conectadas directamente a plantas de tratamiento de agua residual se tendrá en cuenta solo la complejidad de sí mismas

4.2.2 Diámetro interno mínimo de la tubería.

El diámetro interno mínimo para tuberías circulares en redes de recolección de aguas residuales está regulado por EPM en 170 mm (8pul). [1]

4.2.3 Caudal de diseño

Para proyectos cuyos fines son para uso doméstico la contribución de agua residual al sistema de recolección está dado por la demanda de agua potable en el lugar

más los caudales por infiltración y conexiones erradas. Se recomienda que estos tres valores sean obtenidos mediante regresiones históricas o análisis de la red existente.

En los casos de redes a construir se utilizan valores obtenidos en análisis de proyectos de las mismas características, de lo contrario, se utilizan valores estándar dictados por la normatividad de EPM.

4.2.4 Demanda

Existen múltiples métodos para hallar la demanda de agua potable, en este documento se mostrará el método de la proyección de la demanda de agua y el método de la proyección de la población.

El método de diseño utilizando la proyección de la demanda de agua potable utiliza la siguiente fórmula:

Ecuación 1. Demanda de agua potable por proyección de demanda. Tomado de [1]

$$Q_D = C_R * D_{NETAP} * (1 + IANC) * A$$

Donde : Q_D : Caudal de aguas residuales domesticas (L/s)

C_R : Coeficiente de retorno (Adimensional)

$IANC$: Índice de agua no contabilizada (Adimensional)

A : Area tributaria bruta (Ha)

D_{NETAP} : Demanda de agua potable proyectada (L/s por Ha)

- El coeficiente de retorno debe de encontrarse con regresiones históricas, pero si no se tienen se utiliza un valor de 0,85
- El índice de agua no contabilizada se obtiene de regresiones históricas, pero si no se tienen es común asignarle un valor entre el 7 y 15%
- La demanda de agua potable se puede obtener de regresiones históricas del proyecto o de proyectos parecidos, además de que pueden existir aproximaciones en la bibliografía.

El método de diseño utilizando la proyección de clientes utiliza la siguiente formula:

Ecuación 2. Demanda de agua potable por proyección de clientes. Tomado de [1]

$$Q_D = \frac{C_R * P_C * D_{NETA}}{86400}$$

Donde: Q_D : Caudal de aguas residuales (m^3/s)

C_R : Coeficiente de retorno (Adimensional)

P_C : Numero de clientes (pp)

D_{Neta} : Demanda neta $\left(m^3 / \text{Cliente} / \text{dia} \right)$

- El coeficiente de retorno debe de encontrarse con regresiones históricas, pero si no se tienen se utiliza un valor de 0,85
- El número de clientes se obtiene de la proyección de población hecha en la región, está la puede presentar el DANE, la alcaldía o se decide por el ingeniero diseñador.
- La dotación neta por habitante se obtiene de la Tabla 2, esta depende solamente de la altura promedio sobre el nivel del mar del proyecto.

Tabla 2 . Dotacion neta de agua potable por habitante Tomado de [1]

Altura promedio sobre el nivel del mar de la zona atendida	Dotación neta máxima (L/hab/día)
> 2 000	120
1 000 – 2 000	130
< 1 000	140

4.2.5 Caudal por conexiones erradas

En Colombia es bastante común que los hogares comuniquen el sifón del patio y el bajante del tejado con la red de aguas residuales, por lo que un factor por conexiones erradas se hace necesario al momento de diseñar una red colectora.

La normativa de EPM sugiere que, si existe un sistema de recolección de aguas lluvias apropiado, este valor no debería superar $0,2 L/Ha$, si por el contrario, el sistema es deficiente, el caudal no debería superar $2,0 L/Ha$. [1]

4.2.6 Caudal por infiltración

Las infiltraciones en las redes de alcantarillado son inevitables debido a que se pueden presentar daños o perforaciones en las tuberías a lo largo de su vida útil, Además, se debe considerar que todas las uniones (Tubería - Tubería, Tubería - Caja de inspección) no son perfectas y por estas se dará infiltración. Por esta razón, la normativa de EPM sugiere que la infiltración en el sistema de alcantarillado debe estar en el rango de $0,1 a 0,3 L/s * Ha$. [1]

4.2.7 Caudal medio diario de aguas residuales

La fórmula para hallar el caudal medio diario de la red es la siguiente:

Ecuación 3. Caudal medio diario de aguas residuales. Tomado de [1]

$$Q_{MD} = Q_D + Q_I + Q_C + Q_{OF}$$

Donde Q_{MD} : Caudal medio diario de aguas residuales

Q_D : Caudal de aguas residuales domésticas

Q_I : Caudal de aguas residuales industriales

Q_C : Caudal de aguas residuales comerciales

Q_{OF} : Caudal de aguas oficiales

En el caso de proyectos puramente domésticos tenemos que $Q_I = Q_C = Q_{OF} = 0$ y, por tanto, el caudal medio diario es igual al caudal de aguas residuales domésticas.

Ecuación 4. Caudal medio diario de Aguas residuales en proyectos domésticos. Tomado de [1]

$$Q_{MD} = Q_D$$

4.2.8 Caudal máximo horario

El caudal máximo horario es la multiplicación del caudal medio diario por un factor de mayoración que es necesario debido a la tendencia de la población a utilizar los servicios públicos a la misma hora.

Se recomienda utilizar factores de mayoración obtenidos mediante regresión histórica u otras técnicas de cálculo, pero en zonas donde esto no es posible, se pueden utilizar fórmulas como las de Harmon o Flores, que dependen de la población.

Ecuación 5. Factor de mayoración según Harmon. Tomado de [1]

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + P^{0,5})}$$

Ecuación 6. Factor de mayoración de Flores. Tomado de [1]

$$F = \frac{3,5}{P^{0,1}}$$

P : Poblacion servida en miles de habitantes $\left(\frac{\text{Habitantes}}{1000}\right)$

La ecuación de Harmon tiene la condición de que la población debe ser menor a 1'000 000 de habitantes y EPM en su norma y hojas de cálculo para redes de alcantarillado recomienda utilizar esta fórmula, cuyos resultados de acuerdo con la normativa de EPM, se deben limitar desde 2 hasta 4. [1]

El caudal máximo horario, teniendo en cuenta las observaciones del caudal medio diario, se halla con la fórmula:

Ecuación 7. Caudal máximo horario en proyectos domésticos. Tomado de [1]

$$Q_{MHF} = F * Q_{MD}$$

Donde Q_{MHF} : Caudal máximo horario; F : Factor de mayoración

Q_{MD} : Caudal medio diario

4.2.9 Caudal de diseño

Con ayuda de los valores encontrados anteriormente es posible hallar el caudal de diseño, que se dará por la siguiente fórmula:

Ecuación 8. Caudal de diseño para la red de alcantarillado residual. Tomado de [1]

$$Q_{DT} = Q_{MHf} + Q_{INF} + Q_{CEf}$$

Donde Q_{DT} : Caudal de diseño para tubería (m^3/s)

Q_{MHf} : Caudal máximo horario (m^3/s)

Q_{INF} = Caudal por infiltraciones (m^3/s)

Q_{CEf} : Caudal por conexiones erradas (m^3/s)

De acuerdo con la norma EPM, si la ecuación anterior da un resultado menor a 1,5 L/s se debe usar el valor mínimo de caudal, que es 1,5 m/s. [1]

4.2.10 Profundidad máxima del flujo

La profundidad máxima de flujo es la relación entre la altura (diámetro) de la tubería y la altura del agua que circula por ella, este valor es importante tenerlo en cuenta en el diseño debido a la liberación de gases en aguas servidas.

Este valor depende del diámetro de la tubería y del diseño de la red. En la siguiente tabla se muestra la relación de profundidad dependiendo del diámetro de la tubería.

Tabla 3 .Relación entre profundidad de flujo y diámetro de tubería. . Tomado de [1]

Diámetro interno real (mm)	Relación máxima entre la profundidad y el diámetro de la tubería (%)
Menor a 500	70,0
Entre 500 y 1 000	80,0
Mayor a 1 000	85,0

Decidir la relación máxima dependiendo del diseño es más complicado, debido a que cada tubería debe ser calculada individualmente y depende de aspectos constructivos.

La fórmula para hallar esta relación relaciona el caudal de diseño y el caudal a tubo lleno.

Ecuación 9. Relación entre profundidad de flujo y diámetro de tubería. Tomado de [1]

$$R = \frac{q}{Q_u}$$

Donde: *R*: Relación entre profundidad y diámetro (Adimensional)

q = Caudal de diseño de la tubería (L/s); *Q_u*: Caudal a tubo lleno (L/s)

4.2.11 Velocidad del fluido

4.2.11.1 Velocidad mínima

Debido a la suciedad que se transporta en las aguas residuales es común que en las tuberías se presente suciedad y asentamiento de sólidos en su perímetro, lo que reduce la capacidad de caudal de la red de alcantarillado.

Por esta razón se debe asegurar que el fluido viaje a una velocidad tal, que los materiales suspendidos y disueltos en el agua residual sean transportados correctamente a través de todo el recorrido de la tubería.

Es importante mencionar que esta velocidad es la medida en el tiempo de mayor demanda (Caudal máximo), o sea, es la velocidad mínima que debe alcanzar la velocidad máxima del fluido en la tubería.

La normativa de EPM recomienda una velocidad mínima de 0,45 m/s en toda la vida útil del alcantarillado, además, el diseño debe asegurar que el esfuerzo cortante en las paredes de las tuberías sea de $1,5 N/m^2$ [1]

El caudal utilizado en este cálculo es diferente al caudal de diseño y se halla utilizando la siguiente ecuación (recordar que la siguiente formula es para un proyecto puramente domestico):

Ecuación 10. Caudal máximo horario para verificación de fuerza cortante. Tomado de [1]

$$Q_{MH} = \frac{F * Q_D}{k_1}$$

Donde Q_{MH} : Caudal maximo horario (m^3/s)

F : Factor de mayoracion (Adimensional) – Harmon.

Q_D : Caudal de aguas residuales domesticas (m^3/s)

k_1 : Coeficiente de caudal maximo diario (Adimensional)

El coeficiente k_1 se obtiene de la relación entre el mayor caudal de consumo diario y el caudal de consumo medio diario utilizando los datos de mínimo un año, si no se tienen datos suficientes se utiliza un valor de $k_1 = 1,2$.

Y para hallar el esfuerzo cortante, se utiliza la siguiente formula:

Ecuación 11. Esfuerzo cortante en las paredes de la tubería. Tomado de [1]

$$\tau = \gamma * R * S$$

Donde τ : Esfuerzo cortante en la pared (N/m^2)

γ : Peso especifico del agua residual (N/m^3)

R : Radio hidráulico (m)

S : Pendiente (m/m)

Nota: En los casos que sea imposible asegurar la velocidad mínima (0,45 m/s) se debe asegurar el esfuerzo cortante mínimo ($1,5 N/m^2$)

4.2.11.2 Velocidad máxima

La velocidad máxima que puede soportar una red de alcantarillado de aguas residuales depende del material de las tuberías.

Tabla 4 .Velocidad máxima de fluido dentro de la tubería dependiendo de su material.
Tomado de [1]

Material	Velocidad máxima (m/s)
Concreto, GRP y acero	5,0
Polietileno y PVC	10,0

Los valores de la tabla anterior no son absolutos y si se desea utilizar una velocidad mayor es necesario presentar una justificación técnica válida.

Además, se debe considerar que después de 4,0 m/s es necesario presentar análisis hidráulico y de desgastes por erosión. Pero es posible presentar la ficha técnica dada por los distribuidores de tuberías donde se garantice su resistencia y durabilidad.

4.3 Profundidad de la clave.

La clave (parte superior) de la tubería debe estar a una profundidad tal, que las redes de edificaciones circundantes puedan servirse en ellas con una pendiente mínima del 2%. Además, se debe asegurar que las cargas vivas que estarán sobre la red no la dañen.

Según la norma de diseño de alcantarillados de EPM la altura de la clave mínima en todos los casos es de 1,2 m, mientras que si se desea localizar la tubería en un nivel más superficial es necesario demostrar que no habrá problemas con las conexiones domiciliarias ni con las cargas vivas que pasaran sobre ellas. Pero según la resolución 0330 [9] en zonas verdes esta profundidad se puede reducir, sin problemas hasta 0,75 m.

Por el contrario, no se recomienda que la profundidad de la clave sea mayor a 4,0 m debido a las dificultades técnicas que su implementación provocaría.

4.3.1 Distancia a otras redes

Las redes de alcantarillado de aguas residuales y aguas lluvias necesitan estar a una distancia prudencial de la red de agua potable, con el fin de evitar contaminación. De igual manera todas las redes que transporten líquidos necesitan estar a una distancia prudencial de redes eléctricas.

La norma de diseño de alcantarillados de EPM recomienda unas distancias que se muestran a continuación.

Tabla 5 .Separación de diferentes redes de servicios. Tomado de [1]

Tipo de red	Distancia horizontal (m)	Distancia Vertical (m)
Aguas residuales y agua potable	1,5	0,5
Aguas lluvia y agua potable	1,0	0,5
Aguas lluvias, residuales y combinación de otras redes.	1,5	0,5

Nota* la distancia vertical se mide desde la clave inferior y la batea superior.

Si no es posible mantener estas distancias se puede disminuir la distancia de 1,0 m en la horizontal y 0,3 m en la vertical. Si ni siquiera esta distancia se puede garantizar, se deben utilizar metodologías para aislar y proteger las redes.

4.3.2 Distancia a paramentos

La distancia de la red de alcantarillado a los paramentos debe permitir la operación, mantenimiento, rehabilitación y/o renovación de la red sin generar peligro en las estructuras.

Se aclara que no se recomienda instalar las tuberías en zonas verdes, debido a los posibles daños que se les pueda causar. Si es inevitable instalarlas en estas zonas, se debe respetar una distancia de al menos 1,5 m a elementos de arborización.

4.3.3 Cajas de inspección

Las estructuras de inspección cumplen dos factores fundamentales en una red de alcantarillado, por un lado, permiten la conexión de dos o más tuberías, y por el otro, conectan la superficie con la tubería, lo que permite realizar labores de inspección y mantenimiento.

Las cajas de inspección deben de instalarse en las siguientes situaciones:

- Arranques de tuberías
- Cambios de dirección de tuberías
- Cambios de pendientes en tuberías.
- Cambios de diámetros de tuberías.
- Unión entre dos o más tuberías.
- Cuando hay tramos rectos que superan la distancia máxima entre las cajas.

En el diseño de la red es de suma importancia considerar aspectos Hidráulicos y geométricos de las cámaras de inspección para que la red funcione correctamente, en primer lugar, las cámaras solo pueden presentar 4 conexiones de tuberías y además la conexión de la red dominante no puede tener un Angulo de deflexión mayor a 90° con la salida.

La distancia máxima entre cajas de inspección para redes de alcantarillado es de 80 m si en estas hay sumideros, y de 120 m si no los hay, pero si la separación supera los 100 m se debe soportar hidráulicamente que no habrá problemas en la tubería. Tomado de [1]

4.4 Normatividad para alcantarillado de aguas lluvias

El alcantarillado de aguas lluvias se construye si por alguna razón el recorrido ordinario del agua es interrumpido por una obra no natural, como pueden ser vías, explanaciones, edificaciones, entre otros.

El Predimensionamiento de la red de lluvias necesita el estudio hidrológico del área de drenaje aferente en la que se encontrará para calcular el caudal de diseño.

4.4.1 Caudal de diseño

El caudal de diseño es el caudal hallado con la hidrología de la cuenca para un tiempo de retorno de 5 años (según EPM) [1] y un tiempo de concentración igual a 10 minutos. Luego con esta intensidad se calcula, mediante el método racional, el caudal que llegará a la red de aguas lluvias.

4.4.1.1 Método racional

El estimativo del caudal, se obtiene mediante la siguiente expresión:

Ecuación 12. Método racional. Tomado de [1]

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{3.6}$$

Donde: Q: Caudal generado en el area (m³/s)

I: Intensidad de la lluvia(mm/h)

A: Area de influencia de la seccion de la red (km²)

C: Coeficiente de escorrenria (Adimensional)

4.4.1.2 Coeficiente de escorrentía

El cálculo del coeficiente de escorrentía se obtiene ponderado, según los siguientes parámetros:

- Tipo de suelo: Permeable o impermeable.
- Tipo de cobertura vegetal o árido.

A continuación, se presenta el resumen de los cálculos utilizados para la determinación del coeficiente de escorrentía ponderado para los diferentes períodos de retorno. Los coeficientes de escorrentía utilizados en la tabla para la ponderación se obtienen del manual de diseño de alcantarillados de EPM.

Tabla 6. Coeficiente de escorrentía tomado de [1]

Tipo de superficie	C
Pavimentos asfálticos	0,9
Residencial con predominio de zonas verdes	0,3

4.4.2 Tubería

El diámetro interno de la tubería debe ser como mínimo de 215 mm. Por otro lado, no existe pendiente mínima, pero es necesario que se presente un esfuerzo cortante mínimo de $3,0 \text{ N/m}^2$ con el caudal de diseño y un esfuerzo cortante mínimo de $1,5 \text{ N/m}^2$ para un 10% de la capacidad a tubo lleno.

La velocidad sigue los mismos patrones que las redes de alcantarillado de aguas residuales, donde la velocidad mínima es de 0,75 m/s y la máxima es de 10 m/s. tomado de [1]

De acuerdo con la norma EPM, la profundidad mínima de la tubería es de 1,2 m sin importar el lugar de instalación y la profundidad máxima recomendada es de 4 m por temas constructivos y de seguridad. Pero en la Resolución 0330 de 2017 se permite profundidades mínimas en zonas verdes de 0,75 m y en vías de 1,20m.

La tubería puede ser de muchos materiales, pero el más usado actualmente (en Colombia) es la fabricada en PVC. Los demás aspectos relacionados al diseño dependen del diseñador y de estudios de laboratorio, que actualmente no se tienen, Por lo tanto, se asumirán valores basados en la experiencia de los ingenieros de la empresa LC. INGYTOP.

4.5 Zanjas

Las zanjas se realizan para la instalación de las tuberías bajo tierra y deben seguir una normativa de construcción cuya finalidad es asegurar que las tuberías queden sujetas firmemente al suelo.

El primer factor que debe de cuidarse es la profundidad de la zanja, que debe ser igual o mayor al diseñado para explanar el terreno donde reposará la tubería.

El segundo factor es la verticalidad de las paredes que rodean la tubería, este se hace con el fin de compactar satisfactoriamente el suelo alrededor de la tubería y evitar deformaciones en la superficie que quedara encima de la red. La altura mínima de esta verticalidad es de 30 cm por encima de la clave de la tubería.

El tercer factor por considerar es el ancho de la zanja que depende directamente del material de la tubería y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 7 .Ancho de zanja dependiendo del material de la tubería. Tomado de [8].

Material de la tubería	Ancho de zanja (m)
Acero	1,5 DE + 0,20 m
CCP y concreto	DE + 0,50 m
Glass Fiber Plastic Pipe (GRP)	1,25 DE + 0,30 m
Hierro dúctil	DE + 0,60 m
Policloruro de vinilo (PVC)	DE +0,40 m

Nota: DE: Diámetro externo de la tubería (m) – El ancho mínimo de la zanja es de 0,7 m [8]

Este ancho es importante debido a que posibilita el trabajo de los obreros para manipular la tubería, realizar su instalación y posteriormente compactar el suelo a su alrededor.

5 Resultados y análisis

5.1 Ubicación del proyecto

El proyecto Essenza se localiza en el km 3 de la vía Las palmas en el sector del Tablazo en Rionegro- Antioquia. Se localiza a 20 minutos de Medellín y a 10 minutos de llano grande.

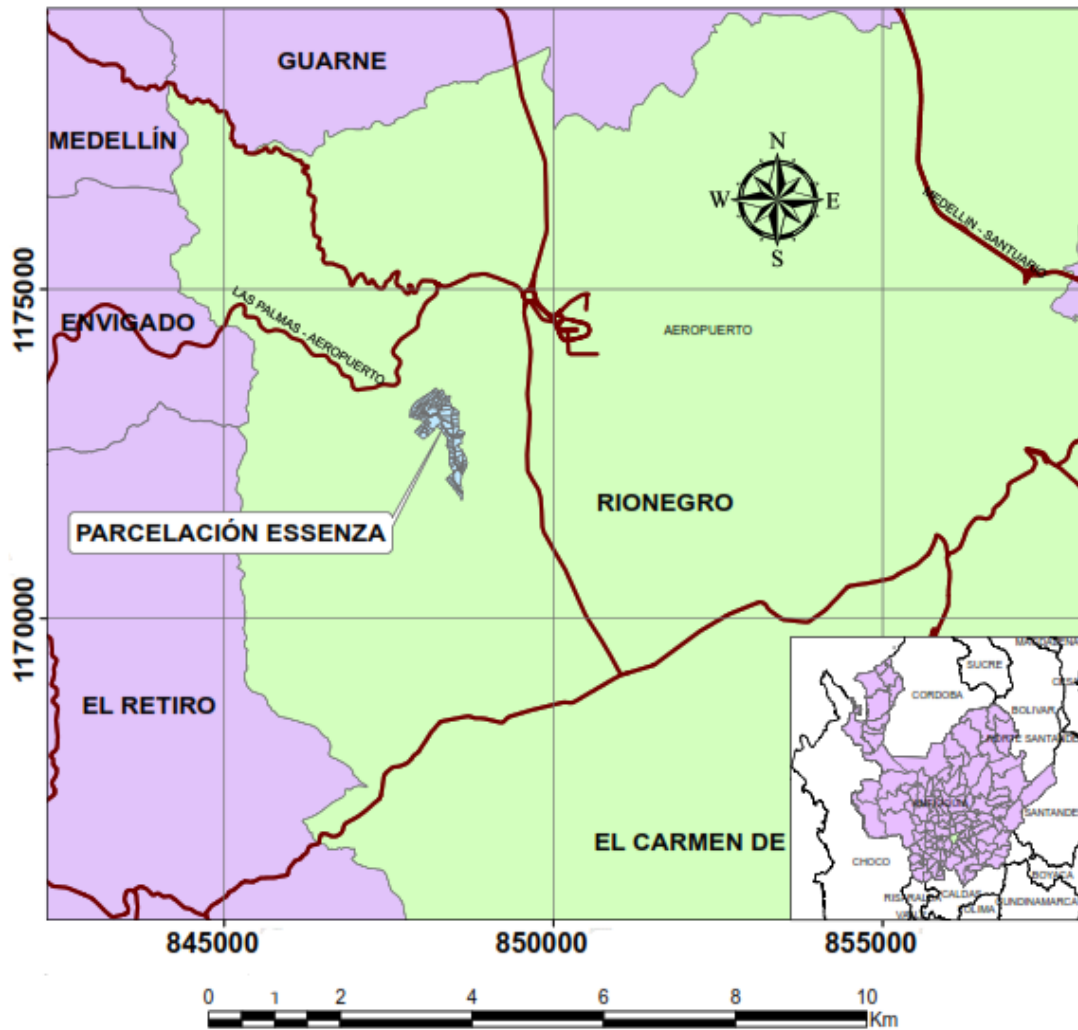


Ilustración 1- Mapa de ubicación del proyecto Essenza.

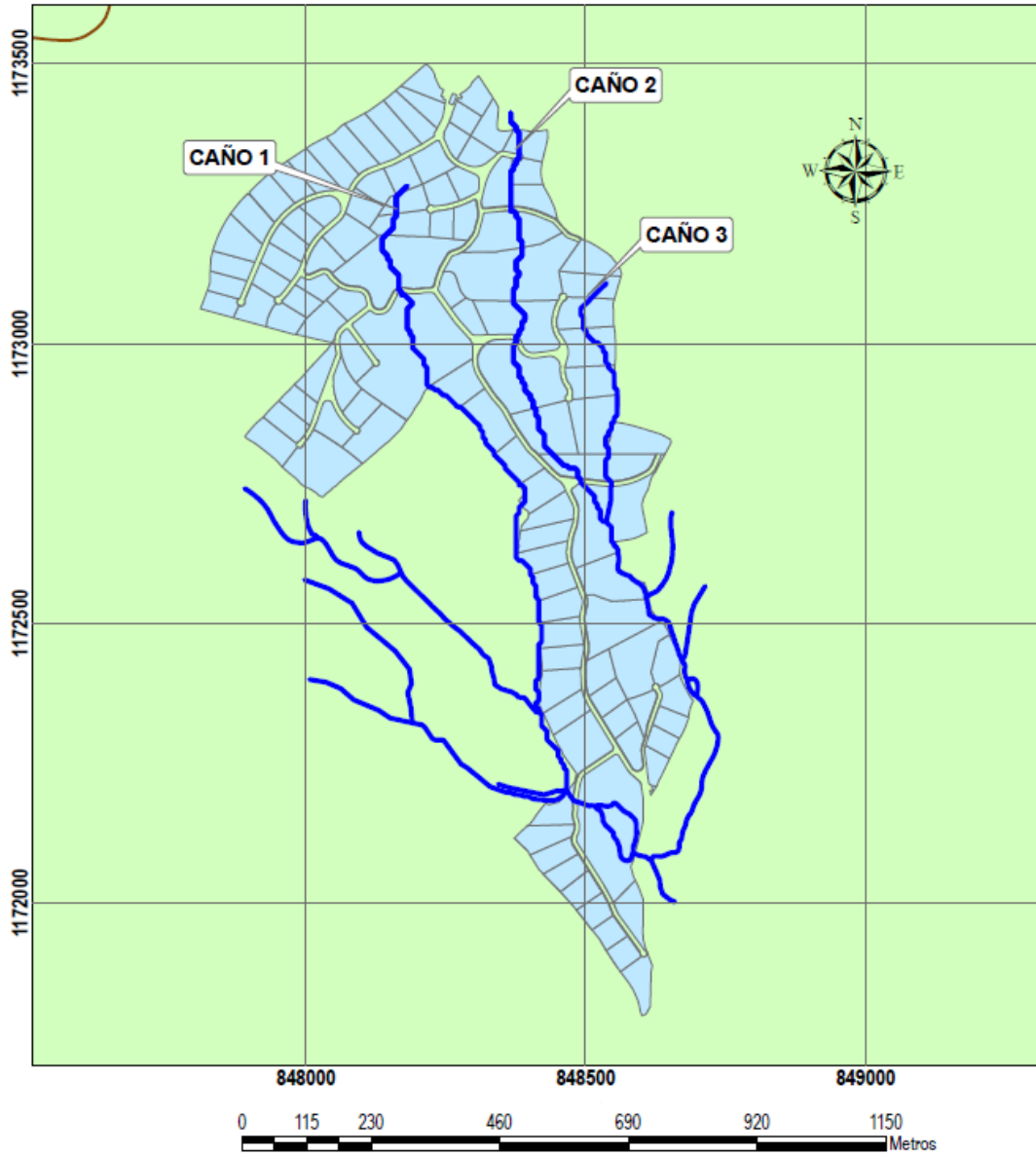


Ilustración 2. Mapa general de Eszenza

5.2 Aspectos generales del proyecto

Las proyecciones de la población en Essenza es de aproximadamente 800 personas (número de predios por número de habitantes), catalogándose según la Norma como un proyecto con un nivel de complejidad bajo. Lo que permite realizar un análisis sencillo de la red, obvio sin detrimento a su funcionamiento.

Para Essenza, se recomienda una red separada debido a estos tres factores:

1. Tanto el predimensionamiento hidráulico del sistema colector de aguas residuales como de aguas lluvias se realizarán desde cero.
2. La descarga del agua pluvial se realizará a caños naturales que pasan al interior del proyecto.
3. Debido a la topografía, la red de aguas residuales necesita la implementación de un sistema de bombeo.

Las tuberías pueden ser de muchos materiales como PVC, Concreto, polietileno de alta densidad (HDPE o PEAD), entre otros. En Colombia las redes de alcantarillado son comúnmente de PVC o de concreto, siendo las de PVC las que más se usan actualmente. Por lo que serán, en un principio, la primera opción para realizar el predimensionamiento hidráulico de las redes de aguas residuales y lluvias de la parcelación Essenza, a no ser que el promotor del proyecto (Grupo ciudadela) indique otra posición.

5.3 Red de aguas residuales

5.3.1 Aspectos generales de la red de aguas residuales.

El grupo promotor dio las siguientes pautas al diseño de la red:

1. Internamente ningún predio, a menos de que el dueño final construya sótanos, tendrá sistema de bombeo interno. Por tanto, la red debe ser capaz de recibir las aguas de todos los lotes por gravedad.
2. Cada lote tendrá un espacio alrededor de sus linderos de 5 metros por donde se podrán pasar redes, pero en ningún caso las redes (incluidas las redes de alcantarillado) podrán adentrarse más en el predio.
3. La red recolectora debe respetar una zona de 10 metros alrededor de los caños del proyecto.

5.3.2 Trazado de la red de aguas residuales

Se traza la red cumpliendo las instrucciones dadas por el promotor del proyecto. El resultado final se puede ver en la Ilustración 4, Ilustración 5, Ilustración 6 e Ilustración 7. Para facilitar la lectura de los resultados se da una tabla de convenciones en la Ilustración 3.

En el trazado se concibieron un total de 184 cajas de inspección. Se encontraron 3 zonas de bombeos. Hay necesidad de cruzar 7 veces los caños, y en 3 ocasiones es necesario el uso de puenteductos.



Ilustración 3. Convenciones para la lectura del trazado de la red de aguas residuales

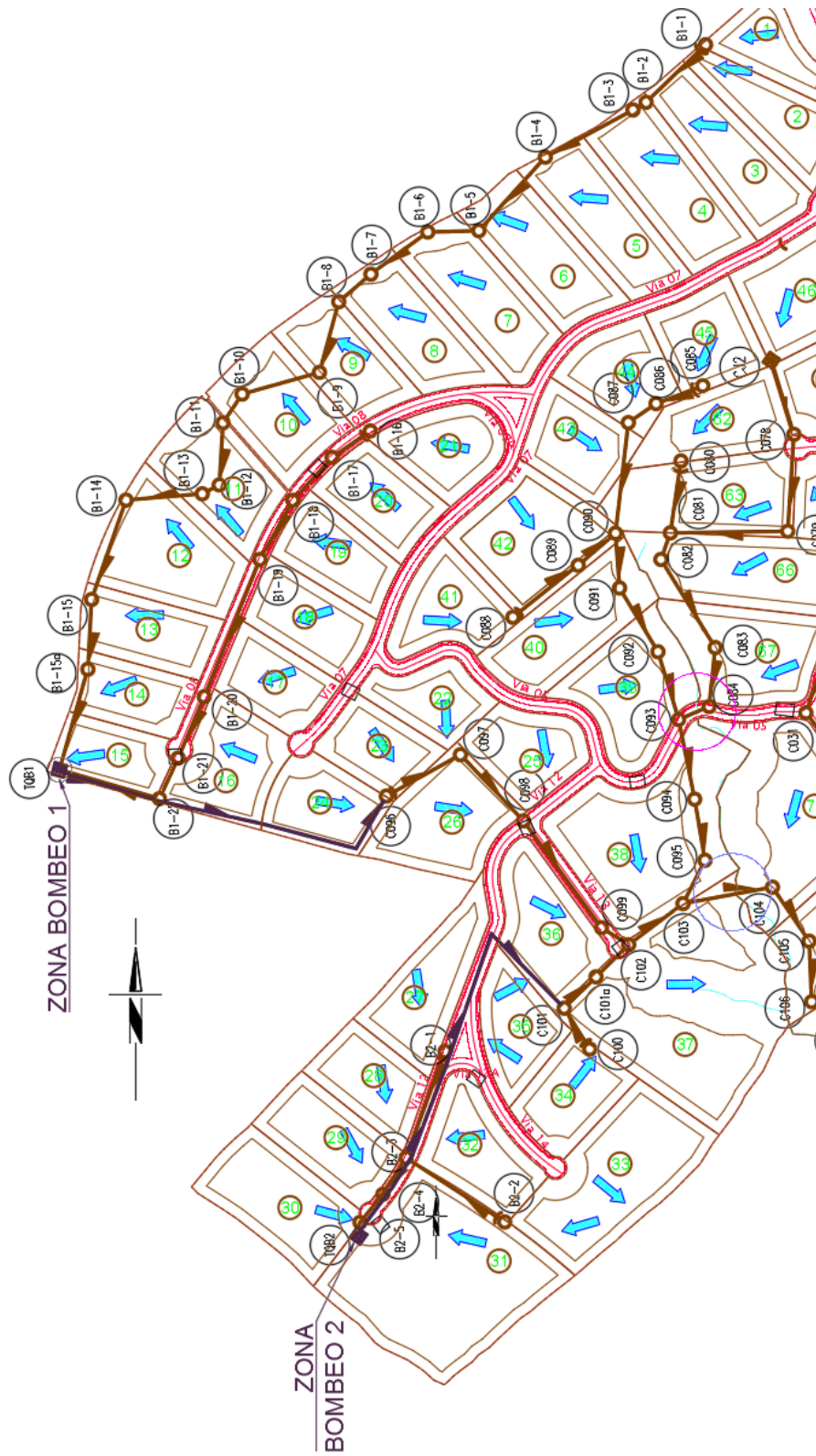


Ilustración 4. Mapa general de Eszenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 1

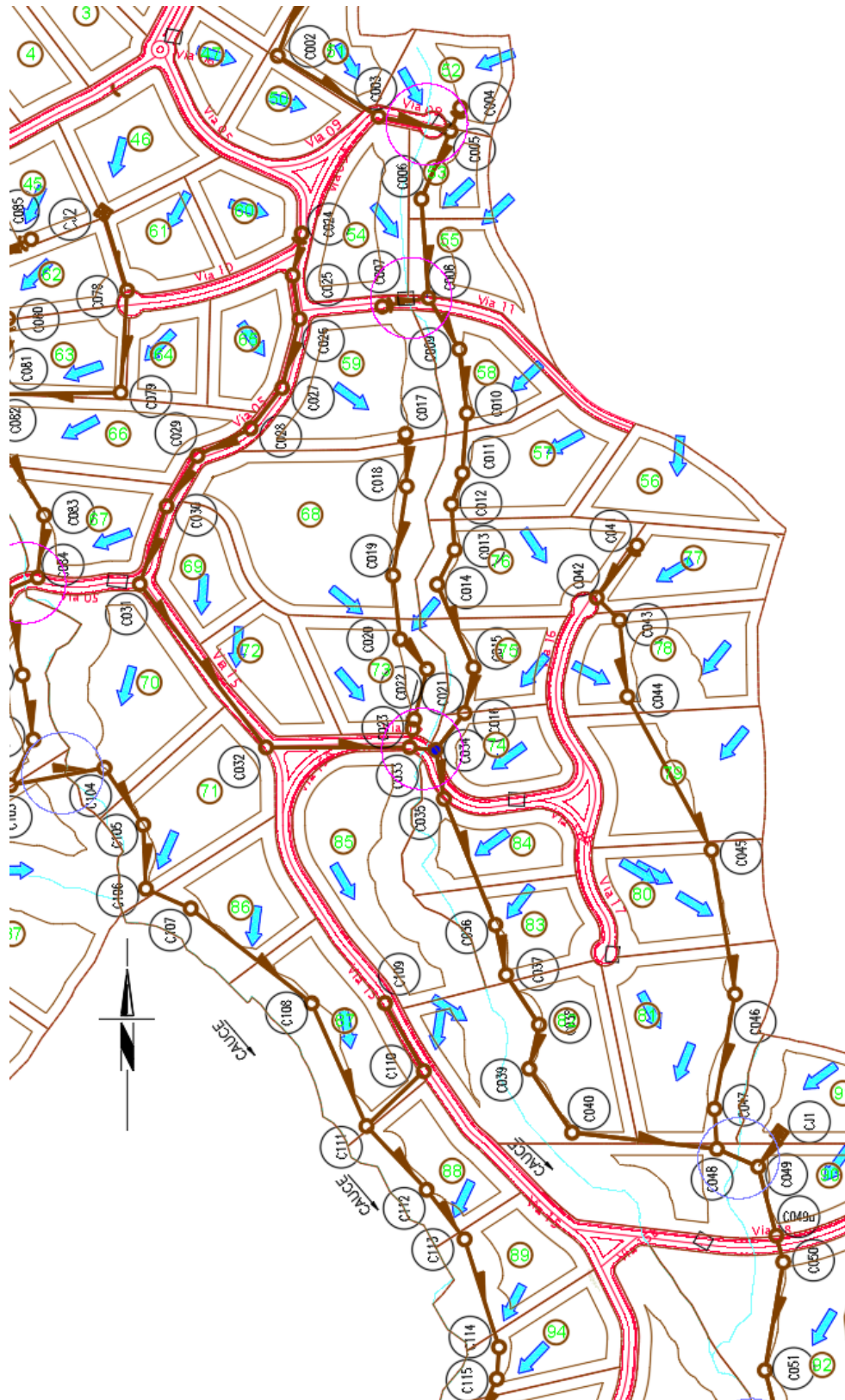


Ilustración 5. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 2

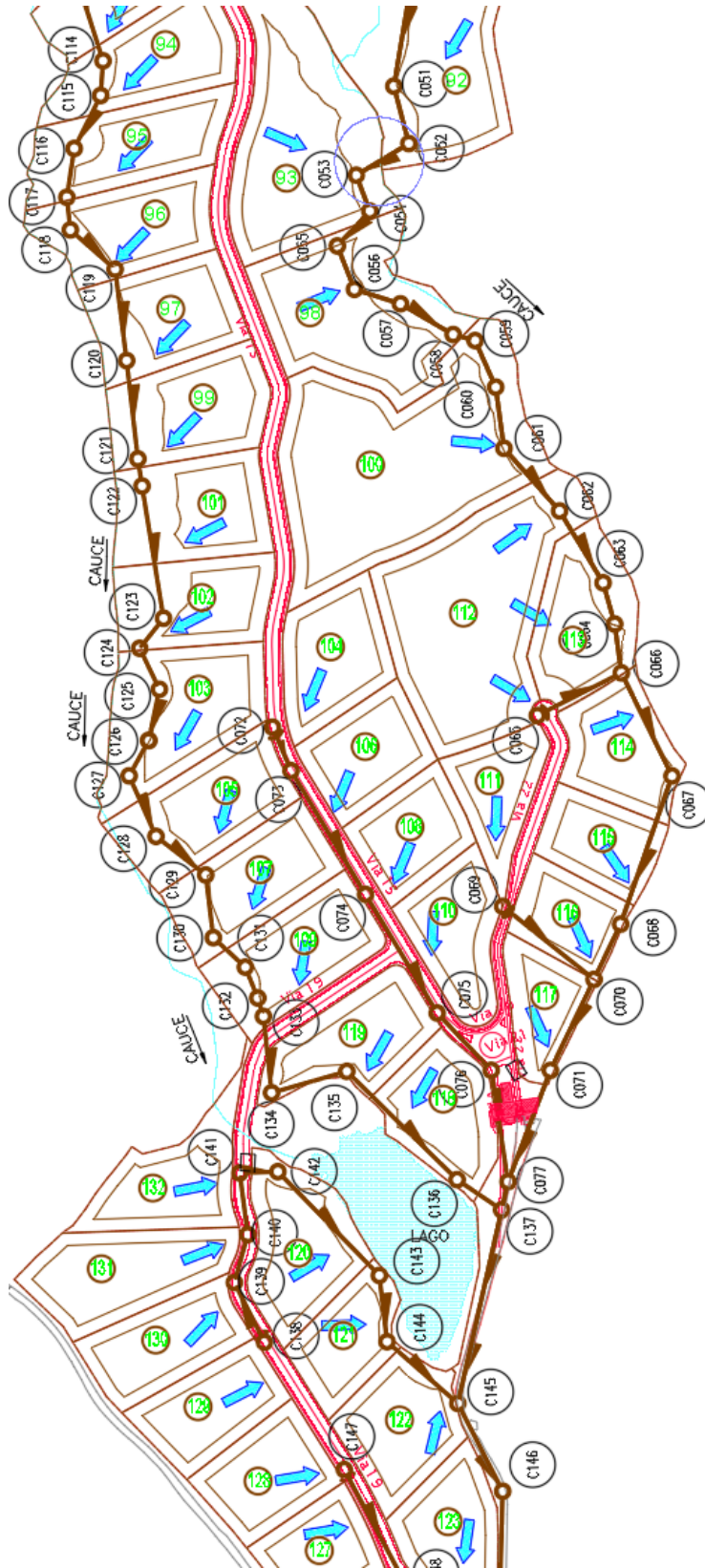


Ilustración 6. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 3

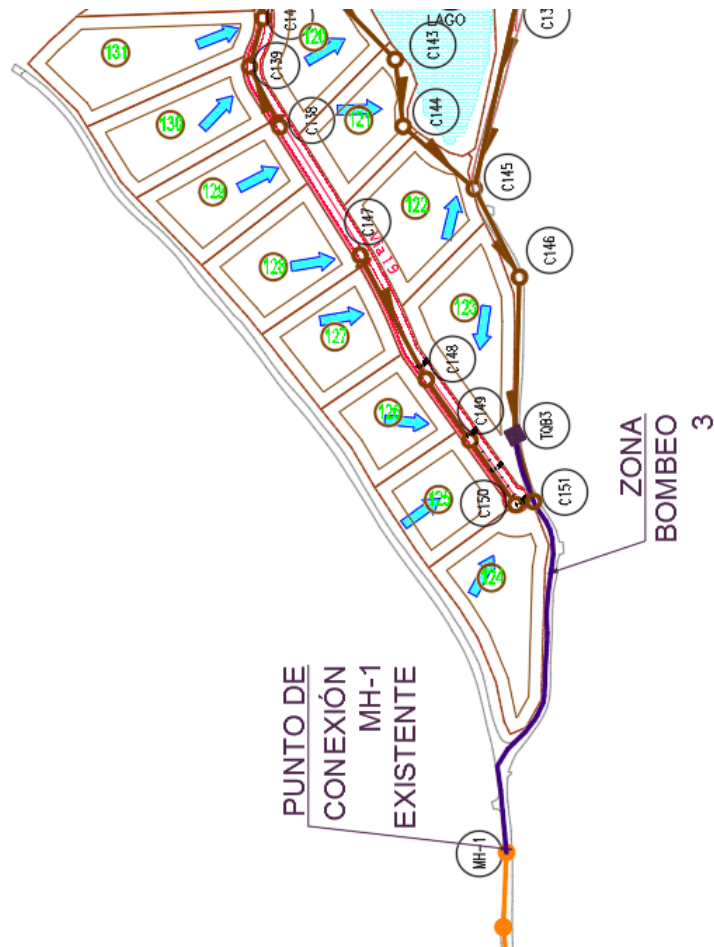
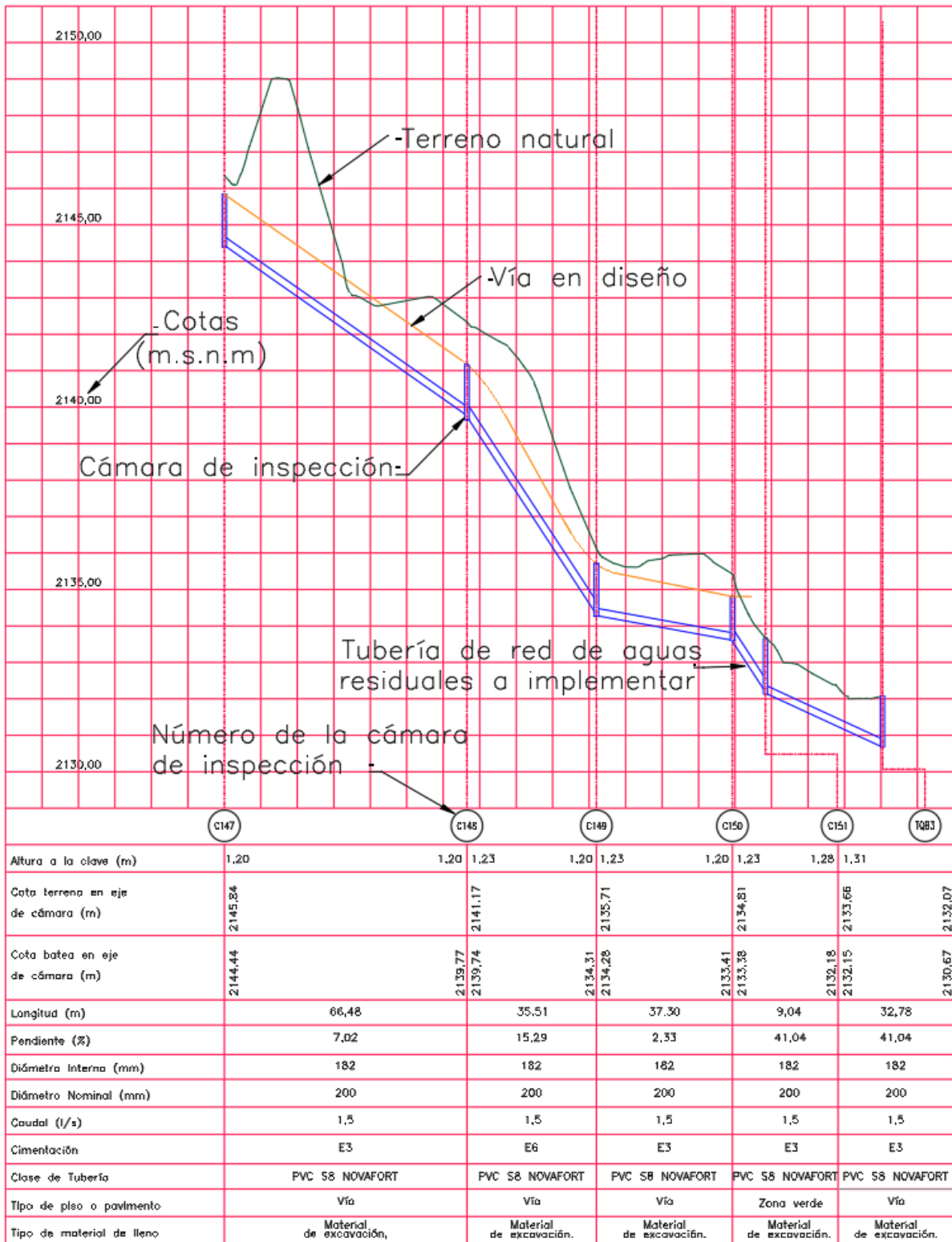


Ilustración 7. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 4.

5.3.3 Perfil red de agua residuales

Los perfiles se presentan siguiendo la normativa de EPM, Como se puede observar en la siguiente figura la escala vertical esta multiplicada por 10, o sea la relación H:V es 1:10.

La siguiente figura presenta uno de los trazados en perfiles de la red de alcantarillado del proyecto Essenza.



PERFIL ALCANTARILLADO DE AGUAS RESIDUALES C146 HASTA TQB3
 ESCALA H=1:1000 V=1:100

Ilustración 8. Perfil de sección de la red

5.3.3.1 Verificaciones en el perfil

- Se verifica la altura de la clave que debe ser mayor a 1,2 y recomendable menor a 4,0 m.
- Se verifica la distancia entre cámaras que se recomienda no mayor a 120 metros.
- Con profundidad de la tubería y el tipo de piso o pavimento final se define el tipo de cimentación a utilizar en la tubería.
- Si la pendiente es mayor a 15% es necesario implementar dados de cimentación para asegurar la tubería al suelo.
- Se verifica el diámetro interno mínimo de la tubería (170mm).

El resto de los ítems descritos bajo el perfil son para uso constructivo y/o informativo.

5.3.4 Predimensionamiento de la red de alcantarillado de aguas residuales

El método de proyección de clientes utiliza la dotación neta por habitante (**Ver Tabla 2**) y la densidad habitacional del sector. En Antioquia es práctica común utilizar para estrato alto una población fija de 4 personas y 1 persona flotante, para un total de 5 personas por hogar. Siendo así, se procede a mostrar un cálculo y posteriormente mostrar los resultados de toda la red.

Debido al nivel de complejidad de la red y a la población proyectada en el sector, se supondrá un diámetro inicial de 8 pulgadas o 182 mm.

5.3.5 Sección ejemplo

Para ilustrar correctamente el procedimiento de verificación de una red de alcantarillado se mostrarán algunos cálculos que se necesitan realizar para una tubería o sección (conexión entre dos cámaras). La tubería por ejemplificar será la que está entre las cámaras 19 y 20.

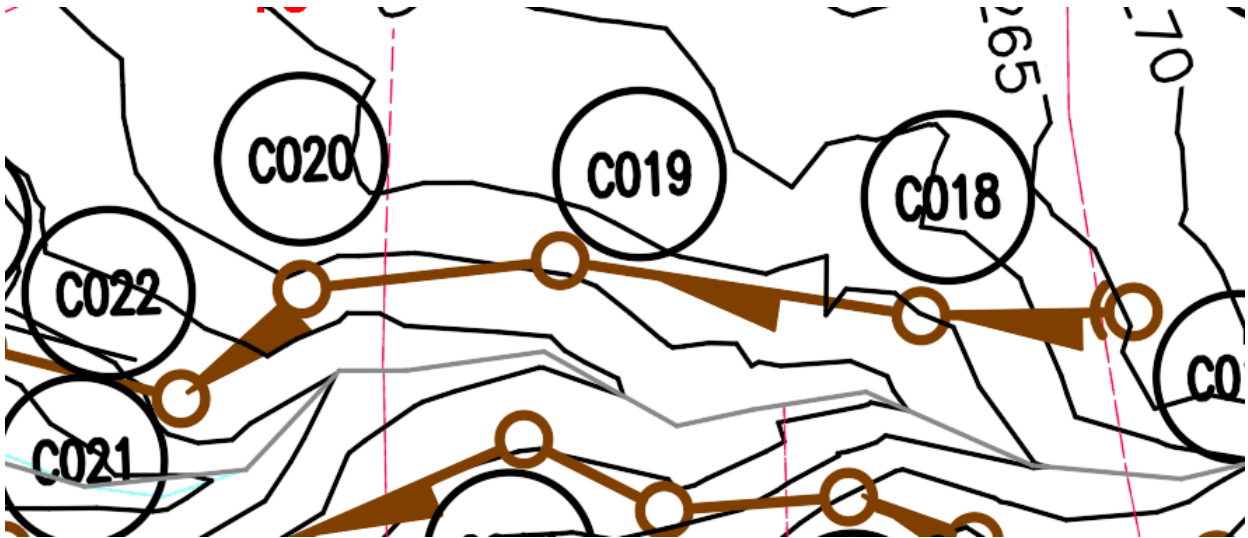


Ilustración 9. Ubicación en planta de las cámaras 19 y 20

5.3.5.1 Valores primarios

- ❖ Ubicación (Dadas en Magna sirgas origen Bogotá)
 - Cámara 19: Norte= 1'173 098,96 Este= 848 359,64
 - Cámara 20: Norte= 1'173 065,72 Este= 848 363,32
- ❖ Cotas (m.s.n.m)
 - Cámara 19: Terreno =2251,10 Batea=2249,67
 - Cámara 20: Terreno=2248,71 Batea=2247,31
 La altura promedio es mayor a 2000 m.s.n.m
- ❖ Área tributaria propia de aguas residuales = 0,60 Ha
- ❖ Área tributaria de tramos anteriores =0,29 Ha
- ❖ Número de viviendas asociadas al tramo= 1 vivienda.
- ❖ Número de viviendas en tramos anteriores=1 vivienda
- ❖ Total de viviendas que transitan por el tramo = 2 viviendas
- ❖ Población total = 10 personas
- ❖ La tubería será en PVC

5.3.5.2 Cálculos de verificación para la red

1. Distancia entre cámaras

$$Distancia = \sqrt{(x_1 + x_2)^2 + (y_1 + y_2)^2}$$

$$Distancia = \sqrt{(1'173\ 098,96 - 1'173\ 065,72)^2 + (848\ 359,64 - 848\ 363,32)^2}$$

$$Distancia = 33,44 \text{ m}$$

2. Pendiente tubería

$$Pendiente (\%) = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{2249,67 - 2247,31}{33,44} * 100 = 7,06$$

3. Profundidad clave

$$Profund. Terreno - Profund. Clave$$

Cámara 19: 1,23 m

Cámara 20: 1,20 m

4. Caudal de diseño

4.1. Se halla el caudal medio diario, que es igual a la demanda Ecuación 2

$$Q_D = \frac{0,85 * 10 * 120}{86400} = 0,011 \text{ L/s}$$

4.2. Se halla el factor de mayoración con la Ecuación 5.

$$F = 1 + \frac{14}{(4 + 0,01^{0,5})} = 1 + 3,41 = 4,41 \approx 4$$

4.3. Se halla el Caudal máximo horario

$$Q_{MHF} = 4 * 0,011 = 0,044 \text{ L/s}$$

4.4. Se decide el caudal por conexiones erradas e infiltración, que en este caso se tomará de 0,1 L/s/Ha.

4.5. Se halla el caudal de diseño

$$Q_{DT} = 0,044 + 0,089 = 0,529 \text{ L/s}$$

Como el resultado es menor a 1,5 L/s , se tomara 1,5 L/s como el caudal de diseño.

Posteriormente, se mostrarán los resultados cuyos procedimientos son más complejos y, por tanto, se utilizará la hoja de Excel denominada "9. calculo-de-redes-de-alcantarillado" propiedad de EPM para hallarse.

5. Numero de Froude

$$Fr = 3,27$$

Por lo tanto, el régimen de flujo es super crítico.

6. Velocidad a tubo lleno

$$V_u = 3,76 \text{ m/s}$$

7. Velocidad real

$$V_r = 1,19 \text{ m/s}$$

8. Relación de velocidad real y a tubo lleno

$$V_r/V_u = 0,32$$

9. Caudal a tubo lleno

$$Q_u = 97.89 \text{ L/s}$$

10. Relación caudal real y caudal a tubo lleno

$$q_r/Q_u = 0,02$$

11. Diámetro de las cámaras

Cámara 19 = 1,20 m

Cámara 20 = 1,20 m

5.3.6 Resultados de la red de aguas residuales

Tabla 8 .Valores de entrada de las cámaras de inspección del alcantarillado de aguas residuales

Cámara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara	
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Inicial	Final	Inicial	Final
		[m]	[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]
B1-16	B1-17	1173249,26	847988,69	1173234,73	847967,76	2276,00	2273,60	2274,60	2272,20
B1-17	B1-18	1173234,73	847967,76	1173211,16	847946,22	2273,60	2274,08	2272,17	2271,53
B1-18	B1-19	1173211,16	847946,22	1173178,71	847928,15	2274,08	2274,40	2271,50	2270,75
B1-19	B1-20	1173178,71	847928,15	1173103,32	847897,62	2274,40	2259,01	2270,72	2257,59
B1-20	B1-21	1173103,32	847897,62	1173069,63	847883,28	2259,01	2257,85	2257,56	2256,45
B1-21	B1-22	1173069,63	847883,28	1173047,36	847872,99	2257,85	2258,06	2256,42	2255,93
B1-22	TQB1	1173047,36	847872,99	1173063,28	847818,17	2258,06	2247,86	2255,90	2246,46
B1-1	B1-2	1173461,33	848172,76	1173429,79	848140,10	2300,88	2296,05	2298,88	2294,65
B1-2	B1-3	1173429,79	848140,10	1173425,52	848132,93	2296,05	2291,43	2294,62	2290,03
B1-3	B1-4	1173425,52	848132,93	1173399,59	848084,76	2291,43	2282,47	2290,00	2281,07
B1-4	B1-5	1173399,59	848084,76	1173359,22	848048,29	2282,47	2275,24	2281,04	2273,84
B1-5	B1-6	1173359,22	848048,29	1173358,50	848020,27	2275,24	2274,26	2273,81	2272,86
B1-6	B1-7	1173358,50	848020,27	1173335,34	847989,05	2274,26	2274,13	2272,83	2272,44
B1-7	B1-8	1173335,34	847989,05	1173320,22	847971,44	2274,13	2270,48	2272,41	2269,08
B1-8	B1-9	1173320,22	847971,44	1173281,42	847960,83	2270,48	2268,27	2269,05	2266,87
B1-9	B1-10	1173281,42	847960,83	1173269,51	847918,42	2268,27	2268,36	2266,84	2266,40
B1-10	B1-11	1173269,51	847918,42	1173253,74	847907,92	2268,36	2267,29	2266,37	2265,89
B1-11	B1-12	1173253,74	847907,92	1173219,61	847905,86	2267,29	2261,60	2265,86	2260,20
B1-12	B1-13	1173219,61	847905,86	1173214,75	847896,51	2261,60	2260,78	2260,17	2259,38
B1-13	B1-14	1173214,75	847896,51	1173211,31	847854,66	2260,78	2264,00	2259,35	2258,93
B1-14	B1-15	1173211,31	847854,66	1173156,74	847835,78	2264,00	2250,69	2258,90	2249,29
B1-15	B1-15a	1173156,74	847835,78	1173118,38	847833,74	2250,69	2249,36	2249,26	2247,96
B1-15a	TQB1	1173118,38	847833,74	1173063,28	847818,17	2249,36	2247,86	2247,93	2246,46
B2-2	B2-3	1172814,88	848062,50	1172850,15	848008,36	2258,85	2244,40	2257,45	2241,76
B2-1	B2-3	1172908,53	848029,72	1172850,15	848008,36	2256,84	2244,40	2255,437	2242,35
B2-3	B2-4	1172850,15	848008,36	1172830,10	847995,64	2244,40	2240,14	2241,76	2238,74
B2-4	B2-5	1172830,10	847995,64	1172814,66	847983,09	2240,14	2239,26	2238,71	2237,86
B2-5	CJB2	1172814,66	847983,09	1172807,19	847982,29	2239,26	2239,08	2237,83	2237,79
C004	C005	1173342,63	848394,74	1173330,42	848389,52	2294,11	2291,00	2292,71	2288,42
C007	C008	1173239,06	848354,03	1173243,56	848378,16	2276,33	2276,00	2273,70	2272,90
C017	C018	1173172,71	848366,23	1173145,40	848366,74	2265,74	2255,02	2264,34	2253,62
C018	C019	1173145,40	848366,74	1173098,96	848359,64	2255,02	2251,10	2253,59	2249,70
C019	C020	1173098,96	848359,64	1173065,72	848363,32	2251,10	2248,71	2249,67	2247,31
C020	C021	1173065,72	848363,32	1173050,18	848377,38	2248,71	2241,72	2247,28	2240,32
C021	C022	1173050,18	848377,38	1173024,04	848370,73	2241,72	2236,42	2240,29	2235,02
C022	C023	1173024,04	848370,73	1173018,98	848369,87	2236,42	2233,56	2234,99	2232,16
C023	C033	1173018,98	848369,87	1173009,50	848368,27	2233,56	2233,26	2232,16	2231,86
C024	C025	1173277,07	848312,07	1173255,22	848307,40	2290,02	2286,45	2288,62	2285,05
C025	C026	1173255,22	848307,40	1173232,55	848310,99	2286,45	2282,77	2285,02	2281,37
C026	C027	1173232,55	848310,99	1173196,66	848301,90	2282,77	2276,85	2281,34	2275,45
C027	C028	1173196,66	848301,90	1173175,54	848285,54	2276,85	2272,58	2275,42	2271,18
C028	C029	1173175,54	848285,54	1173161,33	848257,79	2272,58	2267,59	2271,15	2266,19

Cámara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara	
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Inicial	Final	Inicial	Final
		[m]	[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]
C029	C030	1173161,33	848257,79	1173135,04	848241,77	2267,59	2262,66	2266,16	2261,26
C030	C031	1173135,04	848241,77	1173094,50	848227,80	2262,66	2256,12	2261,04	2254,27
C031	C032	1173094,50	848227,80	1173009,41	848293,56	2256,12	2237,63	2254,24	2236,09
C032	C033	1173009,41	848293,56	1173009,50	848368,27	2237,63	2233,26	2235,90	2231,86
C033	C034	1173009,50	848368,27	1173007,12	848381,16	2233,26	2232,67	2231,83	2231,27
C041	C042	1173114,63	848486,57	1173087,42	848465,73	2254,48	2248,29	2253,08	2245,09
C042	C043	1173087,42	848465,73	1173075,66	848477,56	2248,29	2243,00	2245,06	2241,60
C043	C044	1173075,66	848477,56	1173035,80	848481,72	2243,00	2237,34	2241,57	2235,94
C044	C045	1173035,80	848481,72	1172955,97	848525,50	2237,34	2218,88	2235,91	2217,48
C045	C046	1172955,97	848525,50	1172880,91	848537,68	2218,88	2208,92	2217,45	2207,52
C046	C047	1172880,91	848537,68	1172821,17	848526,98	2208,92	2201,51	2207,49	2200,11
C047	C048	1172821,17	848526,98	1172800,34	848528,26	2201,51	2199,00	2200,08	2197,60
CJ1	C049	1172808,24	848560,79	1172791,04	848549,76	2206,69	2200,09	2205,29	2197,42
C065	C066	1172384,82	848621,63	1172405,13	848661,69	2161,76	2146,46	2157,62	2145,06
C069	C070	1172293,81	848605,16	1172258,93	848648,66	2152,26	2144,86	2149,62	2143,46
C072	C073	1172379,25	848495,52	1172358,49	848504,33	2162,36	2159,43	2160,96	2158,03
C073	C074	1172358,49	848504,33	1172299,46	848539,83	2159,43	2147,02	2158,00	2145,13
C074	C075	1172299,46	848539,83	1172242,89	848573,96	2147,02	2145,00	2145,10	2143,60
C075	C076	1172242,89	848573,96	1172215,61	848599,67	2145,00	2143,50	2143,57	2142,10
C076	C077	1172215,61	848599,67	1172162,43	848607,70	2143,50	2139,23	2142,07	2137,83
C080	C081	1173232,77	848159,21	1173193,30	848153,42	2273,75	2269,13	2272,17	2267,73
C088	C089	1173146,95	848066,96	1173175,48	848102,85	2278,20	2272,54	2276,80	2271,14
C089	C090	1173175,48	848102,85	1173193,10	848123,31	2272,54	2272,22	2271,11	2270,82
C085	C086	1173274,05	848171,20	1173264,30	848145,59	2291,08	2280,69	2289,68	2279,29
C086	C087	1173264,30	848145,59	1173253,84	848130,34	2280,69	2278,40	2279,26	2277,00
C087	C090	1173253,84	848130,34	1173193,10	848123,31	2278,40	2272,22	2276,97	2270,82
C090	C091	1173193,10	848123,31	1173163,03	848125,52	2272,22	2263,76	2270,79	2262,36
C091	C092	1173163,03	848125,52	1173128,02	848146,58	2263,76	2259,28	2262,33	2257,88
C092	C093	1173128,02	848146,58	1173090,79	848157,95	2259,28	2254,21	2257,85	2252,62
C096	C097	1173048,77	847997,54	1173071,47	848038,18	2267,04	2268,53	2266,04	2265,57
C097	C098	1173071,47	848038,18	1173035,18	848072,77	2268,53	2253,48	2265,54	2251,25
C098	C099	1173035,18	848072,77	1172976,48	848115,63	2253,48	2245,35	2251,22	2243,95
C099	C102	1172976,48	848115,63	1172967,16	848130,50	2245,35	2244,56	2243,92	2243,16
C100	C101	1172909,85	848109,19	1172932,33	848095,16	2257,44	2255,77	2256,038	2254,370
C101	C101a	1172932,33	848095,16	1172949,50	848112,59	2255,77	2244,73	2254,340	2243,329
C101a	C102	1172949,50	848112,59	1172967,16	848130,50	2244,73	2245,67	2243,299	2242,826
C102	C103	1172967,16	848130,50	1172989,71	848160,35	2245,67	2238,17	2242,796	2236,769
C109	C110	1172876,28	848355,49	1172840,86	848375,66	2210,53	2207,13	2208,53	2205,63
C110	C111	1172840,86	848375,66	1172812,21	848345,84	2207,13	2206,00	2205,60	2204,60
CJ2	C078	1173287,86	848208,84	1173247,39	848221,22	2300,83	2292,25	2299,43	2288,57
C078	C079	1173247,39	848221,22	1173194,16	848217,86	2292,25	2280,72	2288,54	2279,32
C079	C081	1173194,16	848217,86	1173193,30	848153,42	2280,72	2269,13	2279,29	2267,73
C081	C082	1173193,30	848153,42	1173178,70	848148,24	2269,13	2265,85	2267,70	2264,45

Cámara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara	
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Inicial	Final	Inicial	Final
		[m]	[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]
C082	C083	1173178,70	848148,24	1173130,29	848178,04	2265,85	2257,50	2264,42	2256,10
C083	C084	1173130,29	848178,04	1173097,94	848174,68	2257,50	2254,57	2256,07	2253,17
C084	C093	1173097,94	848174,68	1173090,79	848157,95	2254,57	2254,21	2253,14	2252,78
C093	C094	1173090,79	848157,95	1173047,07	848166,75	2254,21	2251,26	2252,59	2249,86
C094	C095	1173047,07	848166,75	1173013,48	848172,42	2251,26	2245,46	2249,83	2244,06
C095	C103	1173013,48	848172,42	1172989,71	848160,35	2245,46	2238,17	2244,03	2236,77
C103	C104	1172989,71	848160,35	1172998,73	848209,44	2238,17	2234,42	2236,52	2233,02
C104	C105	1172998,73	848209,44	1172969,09	848229,58	2234,42	2228,00	2232,99	2226,60
C105	C106	1172969,09	848229,58	1172935,82	848230,98	2228,00	2226,10	2226,57	2224,70
C106	C107	1172935,82	848230,98	1172925,56	848254,34	2226,10	2224,80	2224,67	2223,40
C107	C108	1172925,56	848254,34	1172876,23	848317,31	2224,80	2214,26	2223,37	2212,86
C108	C111	1172876,23	848317,31	1172812,21	848345,84	2214,26	2206,00	2212,83	2204,60
C111	C112	1172812,21	848345,84	1172779,02	848377,17	2206,00	2198,63	2204,57	2197,23
C112	C113	1172779,02	848377,17	1172753,35	848396,88	2198,63	2198,31	2197,20	2196,58
C113	C114	1172753,35	848396,88	1172697,10	848414,83	2198,31	2196,57	2196,55	2195,17
C114	C115	1172697,10	848414,83	1172680,55	848413,72	2196,57	2196,02	2195,14	2194,62
C115	C116	1172680,55	848413,72	1172655,28	848401,13	2196,02	2183,53	2194,59	2182,13
C116	C117	1172655,28	848401,13	1172631,99	848397,61	2183,53	2177,14	2182,10	2175,74
C117	C118	1172631,99	848397,61	1172616,44	848399,28	2177,14	2170,82	2175,71	2169,42
C118	C119	1172616,44	848399,28	1172597,65	848420,59	2170,82	2169,33	2169,39	2167,93
C119	C120	1172597,65	848420,59	1172554,11	848426,06	2169,33	2162,38	2167,90	2160,98
C120	C121	1172554,11	848426,06	1172507,23	848431,43	2162,38	2161,37	2160,95	2159,98
C121	C122	1172507,23	848431,43	1172494,27	848433,41	2161,37	2157,74	2159,95	2156,34
C122	C123	1172494,27	848433,41	1172431,18	848443,64	2157,74	2155,75	2156,31	2154,35
C123	C124	1172431,18	848443,64	1172416,87	848432,28	2155,75	2154,78	2154,32	2153,38
C124	C125	1172416,87	848432,28	1172397,32	848441,68	2154,78	2154,44	2153,35	2153,04
C125	C126	1172397,32	848441,68	1172372,90	848436,58	2154,44	2153,07	2153,01	2151,67
C126	C127	1172372,90	848436,58	1172356,04	848427,26	2153,07	2147,44	2151,64	2146,04
C127	C128	1172356,04	848427,26	1172327,16	848440,05	2147,44	2146,30	2146,01	2144,90
C128	C129	1172327,16	848440,05	1172308,76	848463,74	2146,30	2144,90	2144,87	2143,50
C129	C130	1172308,76	848463,74	1172278,83	848467,36	2144,90	2143,25	2143,47	2141,85
C130	C131	1172278,83	848467,36	1172264,79	848482,58	2143,25	2142,76	2141,82	2141,36
C131	C132	1172264,79	848482,58	1172250,08	848488,52	2142,76	2142,00	2141,33	2140,60
C132	C133	1172250,08	848488,52	1172241,29	848491,21	2142,00	2140,73	2140,57	2139,33
C133	C134	1172241,29	848491,21	1172204,85	848495,09	2140,73	2139,49	2139,30	2138,09
C134	C135	1172204,85	848495,09	1172215,06	848530,92	2139,49	2137,00	2138,06	2135,60
C135	C136	1172215,06	848530,92	1172163,41	848583,46	2137,00	2136,18	2135,57	2134,83
C136	C137	1172163,41	848583,46	1172149,00	848604,67	2136,18	2138,01	2134,80	2134,52
C138	C139	1172085,87	848491,71	1172114,33	848477,39	2146,95	2146,32	2145,55	2144,92
C139	C140	1172114,33	848477,39	1172137,23	848483,74	2146,32	2145,57	2144,89	2144,17
C140	C141	1172137,23	848483,74	1172166,60	848479,94	2145,57	2140,52	2144,14	2139,12
C141	C142	1172166,60	848479,94	1172167,22	848498,10	2140,52	2137,04	2139,09	2135,64
C142	C143	1172167,22	848498,10	1172117,74	848546,39	2137,04	2136,37	2135,61	2134,97
C143	C144	1172117,74	848546,39	1172086,12	848550,09	2136,37	2135,15	2134,94	2133,75
C144	C145	1172086,12	848550,09	1172056,68	848583,79	2135,15	2134,02	2133,72	2132,62
C146	C147	1172025,10	848529,71	1171966,46	848561,03	2145,84	2141,17	2144,44	2139,77
C147	C148	1171966,46	848561,03	1171937,58	848581,70	2141,17	2135,71	2139,74	2134,31
C148	C149	1171937,58	848581,70	1171907,25	848603,41	2135,71	2134,81	2134,28	2133,41
C149	TQB3	1171907,25	848603,41	1171908,79	848612,32	2134,81	2133,66	2133,38	2129,67
C001	C002	1173418,94	848317,57	1173369,55	848299,64	2306,60	2305,57	2305,20	2304,17
C002	C003	1173369,55	848299,64	1173337,83	848352,16	2305,57	2291,51	2304,14	2288,19
C003	C005	1173337,83	848352,16	1173330,42	848389,52	2291,51	2291,00	2288,16	2287,80

Cámara		Coordenadas cámara inicial		Coordenadas cámara final		Cota terreno		Cota batea a eje de cámara	
Inicial	Final	Norte	Este	Norte	Este	Inicial	Final	Inicial	Final
		[m]	[m]	[m]	[m]	[msnm]	[msnm]	[msnm]	[msnm]
C005	C006	1173330,42	848389,52	1173294,99	848374,39	2291,00	2285,00	2287,77	2283,61
C006	C008	1173294,99	848374,39	1173243,56	848378,16	2285,00	2276,00	2283,58	2273,74
C008	C009	1173243,56	848378,16	1173216,81	848394,12	2276,00	2275,47	2273,18	2273,03
C009	C010	1173216,81	848394,12	1173183,42	848398,11	2275,47	2265,48	2273,00	2264,08
C010	C011	1173183,42	848398,11	1173152,26	848395,76	2265,48	2265,21	2264,05	2263,45
C011	C012	1173152,26	848395,76	1173136,06	848390,04	2265,21	2260,31	2263,42	2258,91
C012	C013	1173136,06	848390,04	1173112,36	848391,77	2260,31	2252,43	2258,88	2251,03
C013	C014	1173112,36	848391,77	1173094,30	848382,63	2252,43	2249,35	2251,00	2247,95
C014	C015	1173094,30	848382,63	1173051,00	848401,57	2249,35	2244,58	2247,92	2243,18
C015	C016	1173051,00	848401,57	1173027,33	848396,86	2244,58	2238,70	2243,15	2237,30
C016	C034	1173027,33	848396,86	1173008,07	848381,90	2238,70	2232,81	2237,27	2231,41
C034	C035	1173008,07	848381,90	1172982,74	848386,17	2232,81	2231,79	2231,38	2230,39
C035	C036	1172982,74	848386,17	1172917,02	848412,94	2231,79	2219,49	2230,36	2218,09
C036	C037	1172917,02	848412,94	1172890,95	848418,56	2219,49	2213,27	2218,06	2211,87
C037	C038	1172890,95	848418,56	1172865,06	848435,69	2213,27	2210,84	2211,84	2209,44
C038	C039	1172865,06	848435,69	1172842,12	848430,56	2210,84	2202,68	2209,41	2201,28
C039	C040	1172842,12	848430,56	1172808,81	848452,87	2202,68	2202,00	2201,25	2200,60
C040	C048	1172808,81	848452,87	1172800,34	848528,26	2202,00	2199,00	2200,57	2197,60
C048	C049	1172800,34	848528,26	1172791,04	848549,76	2199,00	2200,09	2197,57	2197,10
C049	C049a	1172791,04	848549,76	1172755,08	848559,24	2200,09	2192,35	2197,07	2190,95
C049a	C050	1172755,08	848559,24	1172741,45	848562,83	2192,35	2193,78	2190,92	2190,63
C050	C051	1172741,45	848562,83	1172685,02	848553,32	2193,78	2181,16	2190,60	2179,76
C051	C052	1172685,02	848553,32	1172657,62	848560,44	2181,16	2178,28	2179,73	2176,88
C052	C053	1172657,62	848560,44	1172642,54	848535,41	2178,28	2175,02	2176,85	2173,62
C053	C054	1172642,54	848535,41	1172625,41	848541,87	2175,02	2172,64	2173,59	2171,24
C054	C055	1172625,41	848541,87	1172608,79	848526,40	2172,64	2167,56	2171,21	2166,16
C055	C056	1172608,79	848526,40	1172588,11	848534,55	2167,56	2165,37	2166,13	2163,97
C056	C057	1172588,11	848534,55	1172581,18	848556,44	2165,37	2166,25	2163,94	2163,71
C057	C058	1172581,18	848556,44	1172566,52	848581,56	2166,25	2164,20	2163,68	2162,80
C058	C059	1172566,52	848581,56	1172563,66	848592,00	2164,20	2161,26	2162,77	2159,86
C059	C060	1172563,66	848592,00	1172541,45	848601,81	2161,26	2158,30	2159,83	2156,90
C060	C061	1172541,45	848601,81	1172512,27	848605,76	2158,30	2154,74	2156,87	2153,34
C061	C062	1172512,27	848605,76	1172482,40	848632,23	2154,74	2153,59	2153,31	2152,19
C062	C063	1172482,40	848632,23	1172448,12	848652,99	2153,59	2153,22	2152,16	2151,76
C063	C064	1172448,12	848652,99	1172428,43	848658,48	2153,22	2147,49	2151,73	2146,09
C064	C066	1172428,43	848658,48	1172405,13	848661,69	2147,49	2146,46	2146,06	2145,06
C066	C067	1172405,13	848661,69	1172355,97	848685,78	2146,46	2147,61	2145,03	2144,48
C067	C068	1172355,97	848685,78	1172285,30	848661,30	2147,61	2146,29	2144,45	2143,70
C068	C070	1172285,30	848661,30	1172258,93	848648,66	2146,29	2144,86	2143,67	2143,46
C070	C071	1172258,93	848648,66	1172215,52	848627,87	2144,86	2144,03	2143,43	2142,60
C071	C077	1172215,52	848627,87	1172162,43	848607,70	2144,03	2139,23	2142,57	2137,83
C077	C137	1172162,43	848607,70	1172149,00	848604,67	2139,23	2138,01	2137,80	2134,52
C137	C145	1172149,00	848604,67	1172056,68	848583,79	2138,01	2134,02	2134,49	2132,62
C145	C150	1172056,68	848583,79	1172014,79	848605,16	2134,02	2132,21	2132,59	2130,81
C150	C151	1172014,79	848605,16	1171940,01	848603,08	2132,21	2132,00	2130,78	2130,03
C151	TQB3	1171940,01	848603,08	1171908,79	848612,32	2132,00	2133,66	2130,00	2129,67

Tabla 9 .Valores de entrada para el caudal de diseño para la red residual

Cámara		Área tributaria a aguas residuales	Número viviendas asociadas al proyecto Propia	Viviendas externas	Viviendas de otros tramos	Total de viviendas	Población total	Área de otros tramos	Área total	Caudal A. residuales
Inicial	Final									
		[Ha]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[hab]	[Ha]	[Ha]	[l/s]
B1-16	B1-17	0,13	1,00	0		1	5		0,13	1,50
B1-17	B1-18	0,15	1,00	0		2	10		0,28	1,50
B1-18	B1-19	0,14	1,00	0		3	15		0,41	1,50
B1-19	B1-20	0,15	1,00	0		4	20		0,57	1,50
B1-20	B1-21	0,29	2,00	0		6	30		0,86	1,50
B1-21	B1-22	0,00	0,00	0		6	30		0,86	1,50
B1-22	TQB1	0,00	0,00	0		6	30		0,86	1,50
B1-1	B1-2	0,23	2,00	0		2	10		0,23	1,50
B1-2	B1-3	0,20	1,00	0		3	15		0,43	1,50
B1-3	B1-4	0,46	2,00	0		5	25		0,90	1,50
B1-4	B1-5	0,20	1,00	0		6	30		1,09	1,50
B1-5	B1-6	0,21	1,00	0		7	35		1,31	1,50
B1-6	B1-7	0,00	0,00	0		7	35		1,31	1,50
B1-7	B1-8	0,19	1,00	0		8	40		1,50	1,50
B1-8	B1-9	0,16	1,00	0		9	45		1,65	1,50
B1-9	B1-10	0,19	1,00	0		10	50		1,84	1,50
B1-10	B1-11	0,18	1,00	0		11	55		1,83	1,50
B1-11	B1-12	0,00	0,00	0		11	55		1,83	1,50
B1-12	B1-13	0,28	1,00	0		12	60		2,11	1,50
B1-13	B1-14	0,00	0,00	0		12	60		2,11	1,50
B1-14	B1-15	0,15	1,00	0		13	65		2,25	1,50
B1-15	B1-15a	0,22	2,00	0		15	75		2,47	1,50
B1-15a	TQB1	0,00	0,00	0		15	75		2,47	1,50
B2-2	B2-3	0,34	1	0		1	5		0,34	1,50
B2-1	B2-3	0,48	3	0		3	15		0,48	1,50
B2-3	B2-4	0,00	0	0	1	4	20	0,34	0,81	1,50
B2-4	B2-5	1,08	3	0		7	35		1,90	1,50
B2-5	CJB2	0,00	0	0		7	35		1,90	1,50
C004	C005	0,09	1	0		1	5		0,09	1,50
C007	C008	0,16	1	0		1	5		0,16	1,50
C017	C018	0,29	1	0		1	5		0,29	1,50
C018	C019	0,00	0	0		1	5		0,29	1,50
C019	C020	0,60	1	0		2	10		0,89	1,50
C020	C021	0,00	0	0		2	10		0,89	1,50
C021	C022	0,19	1	0		3	15		1,08	1,50
C022	C023	0,00	0	0		3	15		1,08	1,50
C023	C033	0,00	0	0		3	15		1,08	1,50
C024	C025	0,12	1	0		1	5		0,12	1,50
C025	C026	0,00	0	0		1	5		0,12	1,50
C026	C027	0,00	0	0		1	5		0,12	1,50
C027	C028	0,14	1	0		2	10		0,26	1,50
C028	C029	0,00	0	0		2	10		0,26	1,50
C029	C030	0,00	0	0		2	10		0,26	1,50
C030	C031	0,00	0	0		2	10		0,26	1,50
C031	C032	0,29	2	0		4	20		0,55	1,50
C032	C033	0,00	0	0		4	20		0,55	1,50
C033	C034	0,00	0	0	3	7	35	1,08	1,63	1,50
C041	C042	0,19	1	0		1	5		0,19	1,50
C042	C043	0,20	1	0		2	10		0,39	1,50

Cámara		Área tributaria a aguas residuales	Número viviendas asociadas al proyecto Propia	Viviendas externas	Viviendas de otros tramos	Total de viviendas	Población total	Área de otros tramos	Área total	Caudal A. residuales
Inicial	Final									
		[Ha]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[hab]	[Ha]	[Ha]	[l/s]
C043	C044	0,24	1	0		3	15		0,63	1,50
C044	C045	0,21	1	0		4	20		0,84	1,50
C045	C046	0,23	1	0		5	25		1,07	1,50
C046	C047	0,00	0	0		5	25		1,07	1,50
C047	C048	0,00	0	0		5	25		1,07	1,50
CJ1	C049	0,27	1	0		1	5		0,27	1,50
C065	C066	0,54	1	0		1	5		0,54	1,50
C069	C070	0,10	1	0		1	5		0,10	1,50
C072	C073	0,17	1	0		1	5		0,17	1,50
C073	C074	0,15	1	0		2	10		0,32	1,50
C074	C075	0,13	1	0		3	15		0,45	1,50
C075	C076	0,13	1	0		4	20		0,58	1,50
C076	C077	0,00	0	0		4	20		0,58	1,50
C080	C081	0,31	2	0		2	10		0,31	1,50
C088	C089	0,14	1	49		50	250		0,14	1,50
C089	C090	0,29	1	0		51	255		0,43	1,50
C085	C086	0,15	1	0		1	5		0,15	1,50
C086	C087	0,07	1	0		2	10		0,22	1,50
C087	C090	0,15	1	0		3	15		0,37	1,50
C090	C091	0,00	0	0	51	54	270	0,43	0,80	1,50
C091	C092	0,20	1	0		55	275		1,00	1,50
C092	C093	0,19	1	0		56	280		1,19	1,50
C096	C097	0,27	2	0	15	17	85	2,47	2,74	1,50
C097	C098	0,10	1	0		18	90		2,83	1,50
C098	C099	0,38	2	0		20	100		3,21	1,50
C099	C102	0,18	1	0		21	105		3,39	1,50
C100	C101	0,14	1	0		1	5		0,14	1,50
C101	C101a	0,00	1	0	7	9	45	1,90	2,04	1,50
C101a	C102	0,00	1	0		10	50	0,00	2,73	1,50
C102	C103	0,69	2	0	21	32	160	3,39	6,12	1,50
C109	C110	0,33	1	0		1	5		0,33	1,50
C110	C111	0,00	0	0		1	5		0,33	1,50
CJ2	C078	0,20	1	0		1	5		0,20	1,50
C078	C079	0,14	1	0		2	10		0,35	1,50
C079	C081	0,10	1	0		3	15		0,45	1,50
C081	C082	0,00	0	0	2	5	25	0,31	0,76	1,50
C082	C083	0,28	1	0		6	30		1,04	1,50
C083	C084	0,20	1	0		7	35		1,24	1,50
C084	C093	0,00	0	0		7	35		1,24	1,50
C093	C094	0,00	0	0	56	63	315	1,19	2,42	1,73
C094	C095	0,00	0	0		63	315		2,42	1,73
C095	C103	0,00	0	0		63	315		2,42	1,73
C103	C104	0,00	0	0	32	95	475	6,12	8,55	3,09
C104	C105	0,32	1	0		96	480		8,87	3,14
C105	C106	0,29	1	0		97	485		9,16	3,20
C106	C107	0,00	0	0		97	485		9,16	3,20
C107	C108	0,18	1	0		98	490		9,33	3,24
C108	C111	0,20	1	0		99	495		9,53	3,28
C111	C112	0,00	0	0	1	100	500	0,33	9,86	3,33
C112	C113	0,14	1	0		101	505		10,00	3,37

Cámara		Área tributaria a aguas residuales	Número viviendas asociadas al proyecto Propia	Viviendas externas	Viviendas de otros tramos	Total de viviendas	Población total	Área de otros tramos	Área total	Caudal A. residuales
Inicial	Final									
		[Ha]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[hab]	[Ha]	[Ha]	[l/s]
C113	C114	0,13	1	0		102	510		10,13	3,40
C114	C115	0,00	0	0		102	510		10,13	3,40
C115	C116	0,15	1	0		103	515		10,29	3,44
C116	C117	0,00	0	0		103	515		10,29	3,44
C117	C118	0,14	1	0		104	520		10,42	3,48
C118	C119	0,00	0	0		104	520		10,42	3,48
C119	C120	0,14	1	0		105	525		10,57	3,51
C120	C121	0,14	1	0		106	530		10,71	3,55
C121	C122	0,15	1	0		107	535		10,86	3,59
C122	C123	0,13	1	0		108	540		10,99	3,62
C123	C124	0,10	1	0		109	545		11,09	3,65
C124	C125	0,00	0	0		109	545		11,09	3,65
C125	C126	0,00	0	0		109	545		11,09	3,65
C126	C127	0,00	0	0		109	545		11,09	3,65
C127	C128	0,18	1	0		110	550		11,27	3,69
C128	C129	0,15	1	0		111	555		11,42	3,73
C129	C130	0,00	0	0		111	555		11,42	3,73
C130	C131	0,15	1	0		112	560		11,57	3,77
C131	C132	0,00	0	0		112	560		11,57	3,77
C132	C133	0,00	0	0		112	560		11,57	3,77
C133	C134	0,16	1	0		113	565		11,73	3,81
C134	C135	0,00	0	0		113	565		11,73	3,81
C135	C136	0,30	2	0		115	575		12,03	3,88
C136	C137	0,00	0	0		115	575		12,03	3,88
C138	C139	0,15	2	0		2	10		0,15	1,50
C139	C140	0,37	1	0		3	15		0,52	1,50
C140	C141	0,00	1	0		4	20		0,52	1,50
C141	C142	0,00	0	0		4	20		0,52	1,50
C142	C143	0,17	1	0		5	25		0,69	1,50
C143	C144	0,11	1	0		6	30		0,80	1,50
C144	C145	0,17	1	0		7	35		0,97	1,50
C146	C147	0,28	2	0		2	10		0,28	1,50
C147	C148	0,11	1	0		3	15		0,39	1,50
C148	C149	0,11	1	0		4	20		0,50	1,50
C149	TQB3	0,18	1	0		5	25		0,68	1,50
C001	C002	0,20	2	0		2	10		0,20	1,50
C002	C003	0,37	3	0		5	25		0,57	1,50
C003	C005	0,00	0	0		5	25		0,57	1,50
C005	C006	0,05	1	0	1	7	35	0,09	0,71	1,50
C006	C008	0,08	1	0		8	40		0,80	1,50
C008	C009	0,00	0	0	1	9	45	0,16	0,95	1,50
C009	C010	0,00	0	0		9	45		0,95	1,50
C010	C011	0,10	1	0		10	50		1,05	1,50
C011	C012	0,26	1	0		11	55		1,31	1,50
C012	C013	0,00	0	0		11	55		1,31	1,50
C013	C014	0,00	0	0		11	55		1,31	1,50
C014	C015	0,29	1	0		12	60		1,61	1,50
C015	C016	0,12	1	0		13	65		1,73	1,50
C016	C034	0,00	0	0		13	65		1,73	1,50
C034	C035	0,15	1	0	7	21	105	1,63	3,50	1,50
C035	C036	0,15	1	0		22	110		3,66	1,50
C036	C037	0,14	1	0		23	115		3,80	1,50

Cámara		Área tributaria a aguas residuales	Número viviendas asociadas al proyecto Propia	Viviendas externas	Viviendas de otros tramos	Total de viviendas	Población total	Área de otros tramos	Área total	Caudal A. residuales
Inicial	Final									
		[Ha]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[Viv]	[hab]	[Ha]	[Ha]	[l/s]
C037	C038	0,00	0	0		23	115		3,80	1,50
C038	C039	0,00	0	0		23	115		3,80	1,50
C039	C040	0,00	0	0		23	115		3,80	1,50
C040	C048	0,66	2	0		25	125		4,46	1,50
C048	C049	0,00	0	0	5	30	150	1,07	5,53	1,50
C049	C049a	0,00	0	0	1	31	155	0,27	5,79	1,50
C049a	C050	0,16	1	0		32	160		5,95	1,50
C050	C051	0,00	0	0		32	160		5,95	1,50
C051	C052	0,33	1	0		33	165		6,29	1,50
C052	C053	0,00	0	0		33	165		6,29	1,50
C053	C054	0,00	0	0		33	165		6,29	1,50
C054	C055	0,34	1	0		34	170		6,62	1,50
C055	C056	0,00	0	0		34	170		6,62	1,50
C056	C057	0,30	1	0		35	175		6,93	1,52
C057	C058	0,00	0	0		35	175		6,93	1,52
C058	C059	0,00	0	0		35	175		6,93	1,52
C059	C060	0,00	0	0		35	175		6,93	1,52
C060	C061	0,66	1	0		36	180		7,58	1,61
C061	C062	0,00	0	0		36	180		7,58	1,61
C062	C063	0,00	0	0		36	180		7,58	1,61
C063	C064	0,00	0	0		36	180		7,58	1,61
C064	C066	0,15	1	0		37	185		7,73	1,65
C066	C067	0,16	1	0	1	39	195	0,54	8,43	1,76
C067	C068	0,12	1	0		40	200		8,55	1,80
C068	C070	0,10	1	0		41	205		8,65	1,83
C070	C071	0,07	1	0	1	43	215	0,10	8,82	1,90
C071	C077	0,00	0	0		43	215		8,82	1,90
C077	C137	0,00	0	0	4	47	235	0,58	9,40	2,05
C137	C145	0,00	0	0	115	162	810	12,03	21,43	5,83
C145	C150	0,00	0	0	7	169	845	0,97	22,40	6,08
C150	C151	0,19	1	0		170	850		22,59	6,12
C151	TQB3	0,19		0		170	850		22,78	6,14

Tabla 10 . Verificaciones internas de la red de recolección de aguas residuales.

Cámara		Diámetro interno de tubería	Distancia cámaras	Pendiente tubería	Caudal a tubo lleno	q/Q _o	Velocidad real	Tipo de flujo
inicial	Final	[mm]	[m]	[%]	[L/s]	[adim]	[m/s]	
B1-16	B1-17	182	25,480	9,42	113,07	0,01	1,32	F. Supercrítico
B1-17	B1-18	182	31,930	2,00	52,10	0,03	0,76	F. Supercrítico
B1-18	B1-19	182	37,140	2,02	52,36	0,03	0,77	F. Supercrítico
B1-19	B1-20	182	81,340	16,14	148,01	0,01	1,60	F. Supercrítico
B1-20	B1-21	182	36,610	3,03	64,13	0,02	0,89	F. Supercrítico
B1-21	B1-22	182	24,530	2,00	52,10	0,03	0,76	F. Supercrítico
B1-22	TQB1	182	57,080	16,54	149,83	0,01	1,62	F. Supercrítico
B1-1	B1-2	182	45,400	9,32	112,47	0,01	1,32	F. Supercrítico
B1-2	B1-3	182	8,350	54,97	273,15	0,01	2,47	F. Supercrítico
B1-3	B1-4	182	54,710	16,32	148,83	0,01	1,61	F. Supercrítico
B1-4	B1-5	182	54,400	13,24	134,05	0,01	1,49	F. Supercrítico
B1-5	B1-6	182	28,030	3,39	67,83	0,02	0,92	F. Supercrítico
B1-6	B1-7	182	38,870	1,00	36,84	0,04	0,60	F. Supercrítico Inestable
B1-7	B1-8	182	23,210	14,35	139,56	0,01	1,54	F. Supercrítico
B1-8	B1-9	182	40,220	5,42	85,77	0,02	1,09	F. Supercrítico
B1-9	B1-10	182	44,050	1,00	36,84	0,04	0,60	F. Supercrítico Inestable
B1-10	B1-11	182	18,950	2,53	58,60	0,03	0,83	F. Supercrítico
B1-11	B1-12	182	34,190	16,55	149,88	0,01	1,62	F. Supercrítico
B1-12	B1-13	182	10,540	7,50	100,89	0,01	1,22	F. Supercrítico
B1-13	B1-14	182	41,990	1,00	36,84	0,04	0,60	F. Supercrítico Inestable
B1-14	B1-15	182	57,740	16,64	150,28	0,01	1,62	F. Supercrítico
B1-15	B1-15a	182	38,410	3,38	67,73	0,02	0,92	F. Supercrítico
B1-15a	TQB1	182	57,260	2,57	59,06	0,03	0,84	F. Supercrítico
B2-2	B2-3	182	64,62	24,28	181,53	0,01	1,85	F. Supercrítico
B2-1	B2-3	182	62,16	21,06	169,07	0,01	1,76	F. Supercrítico
B2-3	B2-4	182	23,74	12,72	131,39	0,01	1,47	F. Supercrítico
B2-4	B2-5	182	19,90	4,27	76,13	0,02	1,00	F. Supercrítico
B2-5	CJB2	182	7,51	0,53	26,82	0,06	0,48	F. Subcrítico Inestable
C004	C005	182	13,28	32,30	209,38	0,01	2,05	F. Supercrítico
C007	C008	182	24,55	3,26	66,52	0,02	0,91	F. Supercrítico
C017	C018	182	27,31	39,25	230,81	0,01	2,20	F. Supercrítico
C018	C019	182	46,98	8,28	106,01	0,01	1,26	F. Supercrítico
C019	C020	182	33,44	7,06	97,89	0,02	1,19	F. Supercrítico
C020	C021	182	20,96	33,21	212,31	0,01	2,07	F. Supercrítico
C021	C022	182	26,97	19,54	162,85	0,01	1,71	F. Supercrítico
C022	C023	182	5,13	55,17	273,64	0,01	2,48	F. Supercrítico
C023	C033	182	9,61	3,12	65,07	0,02	0,89	F. Supercrítico
C024	C025	182	22,34	15,98	147,27	0,01	1,60	F. Supercrítico
C025	C026	182	22,95	15,90	146,90	0,01	1,59	F. Supercrítico
C026	C027	182	37,02	15,91	146,95	0,01	1,59	F. Supercrítico
C027	C028	182	26,72	15,87	146,76	0,01	1,59	F. Supercrítico
C028	C029	182	31,18	15,91	146,95	0,01	1,59	F. Supercrítico
C029	C030	182	30,79	15,91	146,95	0,01	1,59	F. Supercrítico
C030	C031	182	42,88	15,79	146,39	0,01	1,59	F. Supercrítico
C031	C032	182	107,54	16,88	151,36	0,01	1,63	F. Supercrítico
C032	C033	182	74,71	5,41	85,69	0,02	1,09	F. Supercrítico

Cámara		Diámetro interno de tubería	Distancia cámaras	Pendiente tubería	Caudal a tubo lleno	q/Q _o	Velocidad real	Tipo de flujo
inicial	Final	[mm]	[m]	[%]	[L/s]	[adim]	[m/s]	
C033	C034	182	13,11	4,27	76,13	0,02	1,00	F. Supercrítico
C041	C042	182	34,27	23,31	177,87	0,01	1,82	F. Supercrítico
C042	C043	182	16,68	20,74	167,78	0,01	1,75	F. Supercrítico
C043	C044	182	40,08	14,05	138,09	0,01	1,53	F. Supercrítico
C044	C045	182	91,05	20,24	165,74	0,01	1,74	F. Supercrítico
C045	C046	182	76,04	13,06	133,14	0,01	1,49	F. Supercrítico
C046	C047	182	60,69	12,16	128,47	0,01	1,45	F. Supercrítico
C047	C048	182	20,87	11,88	126,98	0,01	1,44	F. Supercrítico
CJ1	C049	182	20,43	38,52	228,65	0,01	2,18	F. Supercrítico
C065	C066	182	44,91	27,97	194,84	0,01	1,95	F. Supercrítico
C069	C070	182	55,76	11,05	122,47	0,01	1,40	F. Supercrítico
C072	C073	182	22,550	12,99	132,78	0,01	1,48	F. Supercrítico
C073	C074	182	68,880	18,68	159,23	0,01	1,69	F. Supercrítico
C074	C075	182	66,070	2,27	55,51	0,03	0,80	F. Supercrítico
C075	C076	182	37,490	3,92	72,94	0,02	0,97	F. Supercrítico
C076	C077	182	53,780	7,88	103,42	0,01	1,24	F. Supercrítico
C080	C081	182	39,89	11,13	122,91	0,01	1,40	F. Supercrítico
C088	C089	182	45,85	12,34	129,42	0,01	1,46	F. Supercrítico
C089	C090	182	27,00	1,07	38,11	0,04	0,61	F. Supercrítico Inestable
C085	C086	182	27,40	37,92	226,86	0,01	2,17	F. Supercrítico
C086	C087	182	18,49	12,22	128,79	0,01	1,45	F. Supercrítico
C087	C090	182	61,15	10,06	116,85	0,01	1,35	F. Supercrítico
C090	C091	182	30,15	27,96	194,80	0,01	1,95	F. Supercrítico
C091	C092	182	40,86	10,89	121,58	0,01	1,39	F. Supercrítico
C092	C093	182	38,93	13,43	135,01	0,01	1,50	F. Supercrítico
C096	C097	182	46,55	1,01	37,02	0,04	0,60	F. Supercrítico Inestable
C097	C098	182	50,13	28,51	196,71	0,01	1,96	F. Supercrítico
C098	C099	182	72,68	10,00	116,50	0,01	1,35	F. Supercrítico
C099	C102	182	17,55	4,33	76,66	0,02	1,00	F. Supercrítico
C100	C101	182	26,50	6,30	92,47	0,02	1,15	F. Supercrítico
C101	C101a	182	24,47	44,99	247,11	0,01	2,30	F. Supercrítico
C101a	C102	182	25,15	1,87	50,38	0,03	0,75	F. Supercrítico
C102	C103	182	37,41	16,12	147,92	0,01	1,60	F. Supercrítico
C109	C110	182	40,76	7,11	98,23	0,02	1,20	F. Supercrítico
C110	C111	182	41,35	2,42	57,31	0,03	0,82	F. Supercrítico
CJ2	C078	182	42,32	25,66	186,62	0,01	1,89	F. Supercrítico
C078	C079	182	53,34	17,29	153,19	0,01	1,64	F. Supercrítico
C079	C081	182	64,45	17,94	156,04	0,01	1,66	F. Supercrítico
C081	C082	182	15,49	20,98	168,75	0,01	1,76	F. Supercrítico
C082	C083	182	56,85	14,64	140,96	0,01	1,55	F. Supercrítico
C083	C084	182	32,52	8,92	110,03	0,01	1,30	F. Supercrítico
C084	C093	182	18,19	1,98	51,84	0,03	0,76	F. Supercrítico
C093	C094	182	44,60	6,12	91,14	0,02	1,18	F. Supercrítico
C094	C095	182	34,07	16,94	151,63	0,01	1,70	F. Supercrítico
C095	C103	182	26,66	27,23	192,24	0,01	2,01	F. Supercrítico
C103	C104	182	49,91	7,01	97,54	0,03	1,47	F. Supercrítico
C104	C105	182	35,84	17,83	155,56	0,02	2,06	F. Supercrítico
C105	C106	182	33,30	5,62	87,34	0,04	1,37	F. Supercrítico
C106	C107	182	25,51	4,98	82,21	0,04	1,32	F. Supercrítico
C107	C108	182	79,99	13,14	133,55	0,02	1,86	F. Supercrítico
C108	C111	182	70,09	11,74	126,23	0,03	1,80	F. Supercrítico

Cámara		Diámetro interno de tubería	Distancia cámaras	Pendiente tubería	Caudal a tubo lleno	q/Q _o	Velocidad real	Tipo de flujo
inicial	Final	[mm]	[m]	[%]	[L/s]	[adim]	[m/s]	
C111	C112	182	45,64	16,08	147,73	0,02	2,02	F. Supercrítico
C112	C113	182	32,36	1,92	51,05	0,07	0,93	F. Supercrítico
C113	C114	182	59,04	2,34	56,36	0,06	1,00	F. Supercrítico
C114	C115	182	16,59	3,13	65,18	0,05	1,14	F. Supercrítico
C115	C116	182	28,23	44,14	244,76	0,01	2,91	F. Supercrítico
C116	C117	182	23,55	27,01	191,47	0,02	2,45	F. Supercrítico
C117	C118	182	15,64	40,22	233,64	0,01	2,83	F. Supercrítico
C118	C119	182	28,41	5,14	83,52	0,04	1,36	F. Supercrítico
C119	C120	182	43,88	15,77	146,30	0,02	2,04	F. Supercrítico
C120	C121	182	47,19	2,06	52,88	0,07	0,97	F. Supercrítico
C121	C122	182	13,11	27,54	193,34	0,02	2,49	F. Supercrítico
C122	C123	182	63,91	3,07	64,55	0,06	1,15	F. Supercrítico
C123	C124	182	18,27	5,15	83,61	0,04	1,38	F. Supercrítico
C124	C125	182	21,69	1,43	44,06	0,08	0,86	F. Supercrítico
C125	C126	182	24,95	5,37	85,37	0,04	1,41	F. Supercrítico
C126	C127	182	19,26	29,08	198,67	0,02	2,56	F. Supercrítico
C127	C128	182	31,59	3,51	69,02	0,05	1,21	F. Supercrítico
C128	C129	182	30,00	4,57	78,76	0,05	1,34	F. Supercrítico
C129	C130	182	30,15	5,37	85,37	0,04	1,41	F. Supercrítico
C130	C131	182	20,71	2,22	54,89	0,07	1,01	F. Supercrítico
C131	C132	182	15,86	4,60	79,02	0,05	1,34	F. Supercrítico
C132	C133	182	9,19	13,49	135,31	0,03	1,97	F. Supercrítico
C133	C134	182	36,65	3,30	66,92	0,06	1,20	F. Supercrítico
C134	C135	182	37,26	6,60	94,65	0,04	1,53	F. Supercrítico
C135	C136	182	73,68	1,00	36,84	0,11	0,77	F. Supercrítico Inestable
C136	C137	182	25,64	1,09	38,46	0,10	0,79	F. Supercrítico Inestable
C138	C139	182	31,86	1,98	51,84	0,03	0,76	F. Supercrítico
C139	C140	182	23,76	3,03	64,13	0,02	0,89	F. Supercrítico
C140	C141	182	29,61	16,95	151,68	0,01	1,63	F. Supercrítico
C141	C142	182	18,17	18,99	160,54	0,01	1,70	F. Supercrítico
C142	C143	182	69,14	0,93	35,53	0,04	0,58	F. Supercrítico Inestable
C143	C144	182	31,84	3,74	71,25	0,02	0,95	F. Supercrítico
C144	C145	182	44,75	2,46	57,78	0,03	0,82	F. Supercrítico
C146	C147	182	66,48	7,02	97,61	0,02	1,19	F. Supercrítico
C147	C148	182	35,51	15,29	144,06	0,01	1,57	F. Supercrítico
C148	C149	182	37,30	2,33	56,24	0,03	0,81	F. Supercrítico
C149	TQB3	182	9,04	41,04	236,01	0,01	2,23	F. Supercrítico
C001	C002	182	52,54	1,96	51,58	0,03	0,76	F. Supercrítico
C002	C003	182	61,36	25,99	187,82	0,01	1,90	F. Supercrítico
C003	C005	182	38,09	0,95	35,91	0,04	0,59	F. Supercrítico Inestable
C005	C006	182	38,53	10,80	121,07	0,01	1,39	F. Supercrítico
C006	C008	182	51,57	19,08	160,92	0,01	1,70	F. Supercrítico
C008	C009	182	31,15	0,48	25,52	0,06	0,46	F. Subcrítico inestable
C009	C010	182	33,63	26,79	190,69	0,01	1,92	F. Supercrítico
C010	C011	182	31,25	1,92	51,05	0,03	0,75	F. Supercrítico
C011	C012	182	17,18	26,25	188,75	0,01	1,90	F. Supercrítico
C012	C013	182	23,76	33,04	211,76	0,01	2,07	F. Supercrítico
C013	C014	182	20,24	15,07	143,02	0,01	1,56	F. Supercrítico
C014	C015	182	47,26	10,03	116,68	0,01	1,35	F. Supercrítico

Cámara		Diámetro interno de tubería	Distancia cámaras	Pendiente tubería	Caudal a tubo lleno	q/Q _o	Velocidad real	Tipo de flujo
inicial	Final	[mm]	[m]	[%]	[L/s]	[adim]	[m/s]	
C015	C016	182	24,13	24,24	181,38	0,01	1,85	F. Supercrítico
C016	C034	182	24,39	24,03	180,60	0,01	1,84	F. Supercrítico
C034	C035	182	25,69	3,85	72,29	0,02	0,96	F. Supercrítico
C035	C036	182	70,96	17,29	153,19	0,01	1,64	F. Supercrítico
C036	C037	182	26,67	23,21	177,49	0,01	1,82	F. Supercrítico
C037	C038	182	31,04	7,73	102,43	0,01	1,23	F. Supercrítico
C038	C039	182	23,51	34,58	216,64	0,01	2,10	F. Supercrítico
C039	C040	182	40,09	1,62	46,89	0,03	0,71	F. Supercrítico
C040	C048	182	75,86	3,92	72,94	0,02	0,97	F. Supercrítico
C048	C049	182	23,43	2,01	52,23	0,03	0,77	F. Supercrítico
C049	C049a	182	37,19	16,46	149,47	0,01	1,61	F. Supercrítico
C049a	C050	182	14,09	2,06	52,88	0,03	0,77	F. Supercrítico
C050	C051	182	57,23	18,94	160,33	0,01	1,70	F. Supercrítico
C051	C052	182	28,31	10,07	116,91	0,01	1,36	F. Supercrítico
C052	C053	182	29,22	11,05	122,47	0,01	1,40	F. Supercrítico
C053	C054	182	18,31	12,83	131,96	0,01	1,48	F. Supercrítico
C054	C055	182	22,71	22,24	173,74	0,01	1,79	F. Supercrítico
C055	C056	182	22,23	9,72	114,86	0,01	1,34	F. Supercrítico
C056	C057	182	22,96	1,00	36,84	0,04	0,60	F. Supercrítico Inestable
C057	C058	182	29,08	3,03	64,13	0,02	0,89	F. Supercrítico
C058	C059	182	10,82	26,89	191,04	0,01	1,93	F. Supercrítico
C059	C060	182	24,28	12,07	127,99	0,01	1,45	F. Supercrítico
C060	C061	182	29,45	11,99	127,57	0,01	1,47	F. Supercrítico
C061	C062	182	39,91	2,81	61,76	0,03	0,88	F. Supercrítico
C062	C063	182	40,08	1,00	36,84	0,04	0,61	F. Supercrítico Inestable
C063	C064	182	20,44	27,59	193,51	0,01	1,98	F. Supercrítico
C064	C066	182	23,52	4,25	75,95	0,02	1,03	F. Supercrítico
C066	C067	182	54,75	1,00	36,84	0,05	0,63	F. Supercrítico Inestable
C067	C068	182	74,79	1,00	36,84	0,05	0,63	F. Supercrítico Inestable
C068	C070	182	29,24	0,72	31,26	0,06	0,56	F. Supercrítico Inestable
C070	C071	182	48,13	1,72	48,32	0,04	0,78	F. Supercrítico
C071	C077	182	56,79	8,35	106,46	0,02	1,36	F. Supercrítico
C077	C137	182	13,77	23,82	179,81	0,01	2,01	F. Supercrítico
C137	C145	182	94,65	1,98	51,84	0,11	1,10	F. Supercrítico
C145	C150	182	47,03	3,78	71,63	0,08	1,40	F. Supercrítico
C150	C151	182	74,81	1,00	36,84	0,17	0,87	F. Supercrítico Inestable
C151	TQB3	182	32,56	1,01	37,02	0,17	0,88	F. Supercrítico Inestable

Tabla 11 . Verificaciones externas de la red de recolección de aguas residuales.

Cámara		Longitud entre ejes de cámaras [m]	Pendiente tubería [%]	Profundidad clave [m]		Diámetro del pozo [m]		Diámetros máximos que entran y salen de las cámaras [m]		Profundidad ad cámara inicial [m]
Inicial	Final			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
B1-16	B1-17	25,480	9,42	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
B1-17	B1-18	31,930	2,00	1,23	2,36	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-18	B1-19	37,140	2,02	2,39	3,45	1,20	1,20	182	182	2.59
B1-19	B1-20	81,340	16,14	3,48	1,22	1,20	1,20	182	182	3.68
B1-20	B1-21	36,610	3,03	1,25	1,20	1,20	1,20	182	182	1.45
B1-21	B1-22	24,530	2,00	1,23	1,93	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-22	TQB1	57,080	16,54	1,96	1,20	1,20	1,20	182	182	2.16
B1-1	B1-2	45,400	9,32	1,80	1,20	1,20	1,20	182	182	2.00
B1-2	B1-3	8,350	54,97	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-3	B1-4	54,710	16,32	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-4	B1-5	54,400	13,24	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-5	B1-6	28,030	3,39	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-6	B1-7	38,870	1,00	1,23	1,49	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-7	B1-8	23,210	14,35	1,52	1,20	1,20	1,20	182	182	1.72
B1-8	B1-9	40,220	5,42	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-9	B1-10	44,050	1,00	1,23	1,76	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-10	B1-11	18,950	2,53	1,79	1,20	1,20	1,20	182	182	1.99
B1-11	B1-12	34,190	16,55	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-12	B1-13	10,540	7,50	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-13	B1-14	41,990	1,00	1,23	4,87	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-14	B1-15	57,740	16,64	4,90	1,20	1,20	1,20	182	182	5.10
B1-15	B1-15a	38,410	3,38	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B1-15a	TQB1	57,260	2,57	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	-
B2-2	B2-3	64,62	24,28	1,20	2,45	1,20	1,20	182	182	1.40
B2-1	B2-3	62,16	21,06	1,20	1,85	1,20	1,20	182	182	1.40
B2-3	B2-4	23,74	12,72	2,45	1,20	1,20	1,20	182	182	2.65
B2-4	B2-5	19,90	4,27	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
B2-5	CJB2	7,51	0,53	1,23	1,09	1,20	1,20	182	182	1.43
C004	C005	13,28	32,30	1,20	2,38	1,20	1,20	182	182	1.40
C007	C008	24,55	3,26	2,43	2,90	1,20	1,20	182	182	2.63
C017	C018	27,31	39,25	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C018	C019	46,98	8,28	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C019	C020	33,44	7,06	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C020	C021	20,96	33,21	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C021	C022	26,97	19,54	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C022	C023	5,13	55,17	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C023	C033	9,61	3,12	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C024	C025	22,34	15,98	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C025	C026	22,95	15,90	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C026	C027	37,02	15,91	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C027	C028	26,72	15,87	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C028	C029	31,18	15,91	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C029	C030	30,79	15,91	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C030	C031	42,88	15,79	1,42	1,65	1,20	1,20	182	182	1.62
C031	C032	107,54	16,88	1,68	1,34	1,20	1,20	182	182	1.88

Cámara		Longitud entre ejes de cámaras [m]	Pendiente tubería [%]	Profundidad clave [m]		Diámetro del pozo [m]		Diámetros máximos que entran y salen de las cámaras [m]		Profundidad ad cámara inicial [m]
Inicial	Final			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
C032	C033	74,71	5,41	1,53	1,20	1,20	1,20	182	182	1.73
C033	C034	13,11	4,27	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C041	C042	34,27	23,31	1,20	3,00	1,20	1,20	182	182	1.40
C042	C043	16,68	20,74	3,03	1,20	1,20	1,20	182	182	3.23
C043	C044	40,08	14,05	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C044	C045	91,05	20,24	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C045	C046	76,04	13,06	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C046	C047	60,69	12,16	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C047	C048	20,87	11,88	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
CJ1	C049	20,43	38,52	1,20	2,46	1,20	1,20	182	182	1.40
C065	C066	44,91	27,97	3,94	1,20	1,20	1,20	182	182	4.14
C069	C070	55,76	11,05	2,44	1,20	1,20	1,20	182	182	2.64
C072	C073	22,550	12,99	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C073	C074	68,880	18,68	1,23	1,69	1,20	1,20	182	182	1.43
C074	C075	66,070	2,27	1,72	1,20	1,20	1,20	182	182	1.92
C075	C076	37,490	3,92	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C076	C077	53,780	7,88	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C080	C081	39,89	11,13	1,38	1,20	1,20	1,20	182	182	1.58
C088	C089	45,85	12,34	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C089	C090	27,00	1,07	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C085	C086	27,40	37,92	1	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C086	C087	18,49	12,22	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C087	C090	61,15	10,06	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C090	C091	30,15	27,96	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C091	C092	40,86	10,89	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C092	C093	38,93	13,43	1,23	1,39	1,20	1,20	182	182	1.43
C096	C097	46,55	1,01	0,80	2,76	1,20	1,20	182	182	1.00
C097	C098	50,13	28,51	2,79	2,03	1,20	1,20	182	182	2.99
C098	C099	72,68	10,00	2,06	1,20	1,20	1,20	182	182	2.26
C099	C102	17,55	4,33	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C100	C101	26,50	6,30	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C101	C101a	24,47	44,99	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C101a	C102	25,15	1,87	1,23	2,64	1,20	1,20	182	182	1.43
C102	C103	37,41	16,12	2,67	1,20	1,20	1,20	182	182	2.87
C109	C110	40,76	7,11	1,80	1,30	1,20	1,20	182	182	2.00
C110	C111	41,35	2,42	1,33	1,20	1,20	1,20	182	182	1.53
CJ2	C078	42,32	25,66	1,20	3,48	1,20	1,20	182	182	1.40
C078	C079	53,34	17,29	3,51	1,20	1,20	1,20	182	182	3.71
C079	C081	64,45	17,94	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C081	C082	15,49	20,98	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C082	C083	56,85	14,64	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43

Cámara		Longitud entre ejes de cámaras [m]	Pendiente tubería [%]	Profundidad clave [m]		Diámetro del pozo [m]		Diámetros máximos que entran y salen de las cámaras [m]		Profundidad ad cámara inicial [m]
Inicial	Final			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
C083	C084	32,52	8,92	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C084	C093	18,19	1,98	1,23	1,23	1,20	1,20	182	182	1.43
C093	C094	44,60	6,12	1,42	1,20	1,20	1,20	182	182	1.62
C094	C095	34,07	16,94	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C095	C103	26,66	27,23	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C103	C104	49,91	7,01	1,45	1,20	1,20	1,20	182	182	1.65
C104	C105	35,84	17,83	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C105	C106	33,30	5,62	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C106	C107	25,51	4,98	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C107	C108	79,99	13,14	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C108	C111	70,09	11,74	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C111	C112	45,64	16,08	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C112	C113	32,36	1,92	1,23	1,52	1,20	1,20	182	182	1.43
C113	C114	59,04	2,34	1,55	1,20	1,20	1,20	182	182	1.75
C114	C115	16,59	3,13	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C115	C116	28,23	44,14	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C116	C117	23,55	27,01	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C117	C118	15,64	40,22	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C118	C119	28,41	5,14	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C119	C120	43,88	15,77	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C120	C121	47,19	2,06	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C121	C122	13,11	27,54	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C122	C123	63,91	3,07	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C123	C124	18,27	5,15	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C124	C125	21,69	1,43	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C125	C126	24,95	5,37	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C126	C127	19,26	29,08	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C127	C128	31,59	3,51	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C128	C129	30,00	4,57	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C129	C130	30,15	5,37	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C130	C131	20,71	2,22	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C131	C132	15,86	4,60	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C132	C133	9,19	13,49	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C133	C134	36,65	3,30	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C134	C135	37,26	6,60	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C135	C136	73,68	1,00	1,23	1,15	1,20	1,20	182	182	1.43
C136	C137	25,64	1,09	1,18	3,30	1,20	1,20	182	182	1.38
C138	C139	31,86	1,98	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C139	C140	23,76	3,03	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C140	C141	29,61	16,95	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C141	C142	18,17	18,99	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C142	C143	69,14	0,93	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C143	C144	31,84	3,74	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C144	C145	44,75	2,46	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C146	C147	66,48	7,02	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C147	C148	35,51	15,29	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C148	C149	37,30	2,33	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C149	TQB3	9,04	41,04	1,23	3,79	1,20	1,20	182	182	1.43
C001	C002	52,54	1,96	1,20	1,20	1,20	1,20	182	182	1.40
C002	C003	61,36	25,99	1,23	3,12	1,20	1,20	182	182	1.43

Cámara		Longitud entre ejes de cámaras [m]	Pendiente tubería [%]	Profundidad clave [m]		Diámetro del pozo [m]		Diámetros máximos que entran y salen de las cámaras [m]		Profundidad ad cámara inicial [m]
Inicial	Final			Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
C003	C005	38,09	0,95	3,15	3,00	1,20	1,20	182	182	3.35
C005	C006	38,53	10,80	3,03	1,19	1,20	1,20	182	182	3.23
C006	C008	51,57	19,08	1,22	2,06	1,20	1,20	182	182	1.42
C008	C009	31,15	0,48	2,62	2,16	1,20	1,20	182	182	2.82
C009	C010	33,63	26,79	2,19	1,20	1,20	1,20	182	182	2.39
C010	C011	31,25	1,92	1,23	1,56	1,20	1,20	182	182	1.43
C011	C012	17,18	26,25	1,59	1,20	1,20	1,20	182	182	1.79
C012	C013	23,76	33,04	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C013	C014	20,24	15,07	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C014	C015	47,26	10,03	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C015	C016	24,13	24,24	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C016	C034	24,39	24,03	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C034	C035	25,69	3,85	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C035	C036	70,96	17,29	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C036	C037	26,67	23,21	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C037	C038	31,04	7,73	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C038	C039	23,51	34,58	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C039	C040	40,09	1,62	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C040	C048	75,86	3,92	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C048	C049	23,43	2,01	1,23	2,78	1,20	1,20	182	182	1.43
C049	C049a	37,19	16,46	2,81	1,20	1,20	1,20	182	182	3.01
C049a	C050	14,09	2,06	1,23	2,94	1,20	1,20	182	182	1.43
C050	C051	57,23	18,94	2,97	1,20	1,20	1,20	182	182	3.17
C051	C052	28,31	10,07	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C052	C053	29,22	11,05	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C053	C054	18,31	12,83	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C054	C055	22,71	22,24	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C055	C056	22,23	9,72	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C056	C057	22,96	1,00	1,23	2,34	1,20	1,20	182	182	1.43
C057	C058	29,08	3,03	2,37	1,20	1,20	1,20	182	182	2.57
C058	C059	10,82	26,89	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C059	C060	24,28	12,07	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C060	C061	29,45	11,99	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C061	C062	39,91	2,81	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C062	C063	40,08	1,00	1,23	1,26	1,20	1,20	182	182	1.43
C063	C064	20,44	27,59	1,29	1,20	1,20	1,20	182	182	1.49
C064	C066	23,52	4,25	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C066	C067	54,75	1,00	1,23	2,93	1,20	1,20	182	182	1.43
C067	C068	74,79	1,00	2,96	2,39	1,20	1,20	182	182	3.16
C068	C070	29,24	0,72	2,42	1,20	1,20	1,20	182	182	2.62
C070	C071	48,13	1,72	1,23	1,23	1,20	1,20	182	182	1.43
C071	C077	56,79	8,35	1,26	1,20	1,20	1,20	182	182	1.46
C077	C137	13,77	23,82	1,23	3,30	1,20	1,20	182	182	1.43
C137	C145	94,65	1,98	3,33	1,20	1,20	1,20	182	182	3.53
C145	C150	47,03	3,78	1,23	1,20	1,20	1,20	182	182	1.43
C150	C151	74,81	1,00	1,23	1,77	1,20	1,20	182	182	1.43
C151	TQB3	32,56	1,01	1,80	3,79	1,20	1,20	182	182	2.00

5.3.7 Análisis

En la siguiente tabla se detallan algunos tramos que presentan condiciones que no se recomiendan en la normativa vigente de EPM. Como es de suponer estas condiciones no representan una falla en el sistema, pero si pueden incurrir en dificultades constructivas.

Tabla 12.Tramos que contienen características no recomendadas en la norma.

Tramos	Cámara		Profundidad clave		Velocidad real	Fuerza tractiva	Tipo de flujo
	Inicial	Final	Inicial	Final	Residual	Residual	
			[m]	[m]	[m/s]	[kg/m ²]	
1	B1-13	B1-14	1,23	4,87	0,60		F. Supercrítico Inestable
2	B1-14	B1-15	4,90	1,20	1,62		F. Supercrítico

Por lo pronto, se exponen las consideraciones y razones técnicas de diseño por las cuales estos tramos de redes, que no cumplen a cabalidad la norma de referencia, se permitirán.

Tramo 1 y 2: Dado a la topografía del terreno se presentan divisorias de agua que ocasionan excavaciones con profundidades mayores a 4,00 m, por lo que es imposible realizar un diseño a gravedad que conlleve profundidades menores sin desatender pedidos expresos del Grupo Promotor, por lo tanto, se propone hacer la excavación con todo lo que conlleva.

5.4 Red de aguas lluvias

5.4.1 Aspectos generales de la red de aguas lluvia

A continuación, se presentarán los cálculos y resultados de una parte de la red de lluvias del proyecto Essenza. En este documento solo se presentará el predimensionamiento y las hojas de cálculo de las primeras dos fases del proyecto.

Para encontrar la intensidad de diseño se utilizó un tiempo de retorno de 5 años y un tiempo de concentración de 15 minutos, lo que dio un resultado de intensidad igual a 91,381 mm/h. (Para más información ver el anexo denominado “Memoria_Estudio_Hidrológico_e_Hidráulico_Essenza_.docx”. Además, se decidió por un coeficiente de escorrentía para la vía de 0,90 y para la zona verde de 0,35.

5.4.2 Trazado de la red de aguas lluvia

En las Ilustración 11, Ilustración 12 e Ilustración 13 se muestra la ubicación de los sumideros para el drenaje de aguas lluvias del proyecto denominado Essenza que fueron prediseñados.











CONVENCIONES	
	Curvas de nivel
	Cauce
	Eje de via
	Vía en diseño
	Vía existente
	Lindero lotes del proyecto
	Sumidero a implementar
	Red de aguas lluvias a implementar
	Caja de red de aguas lluvias a implementar
	Dirección del flujo
S#	Sumidero

Ilustración 10. Convenciones para la lectura del trazado de la red de aguas lluvias

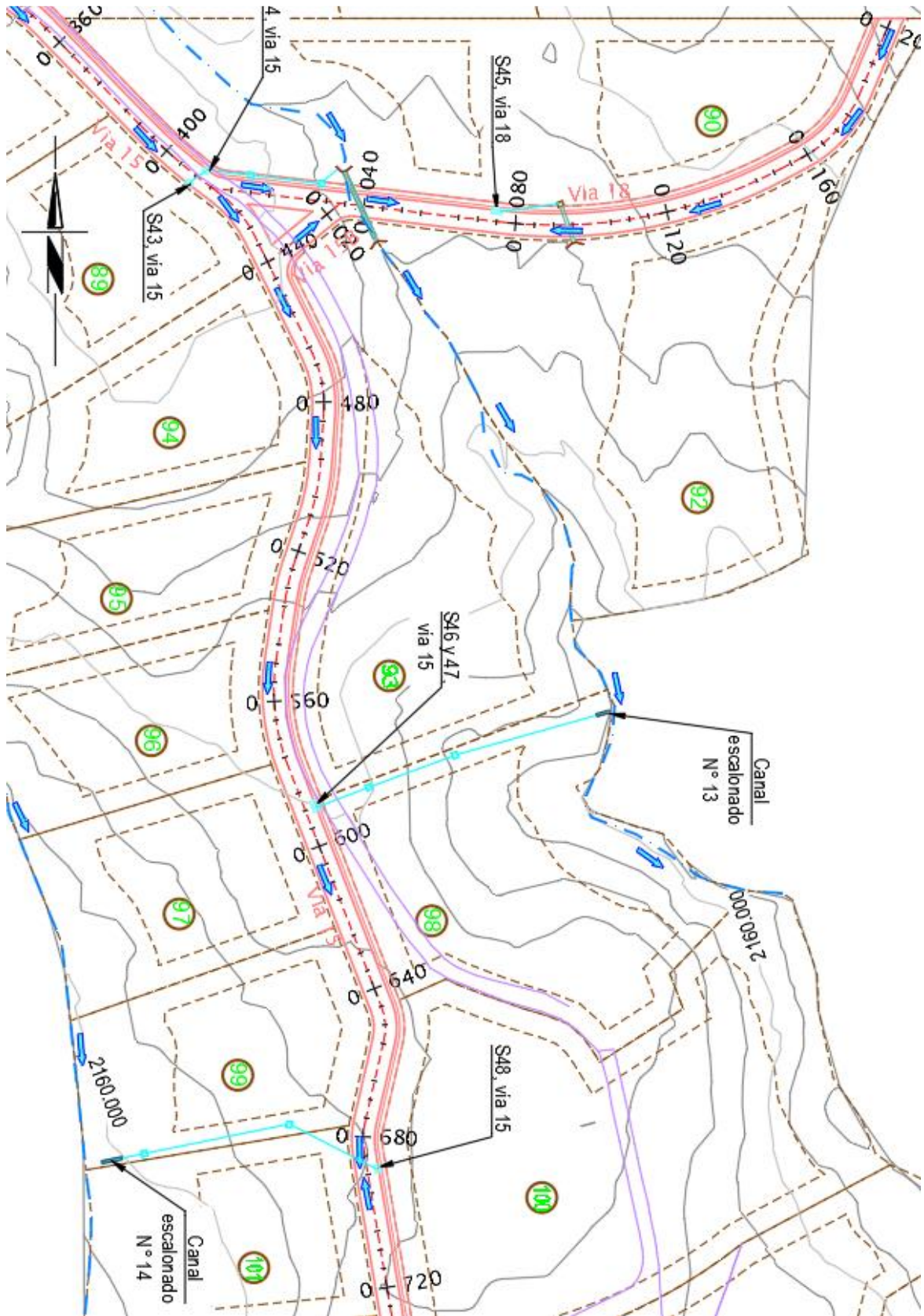


Ilustración 11. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 1

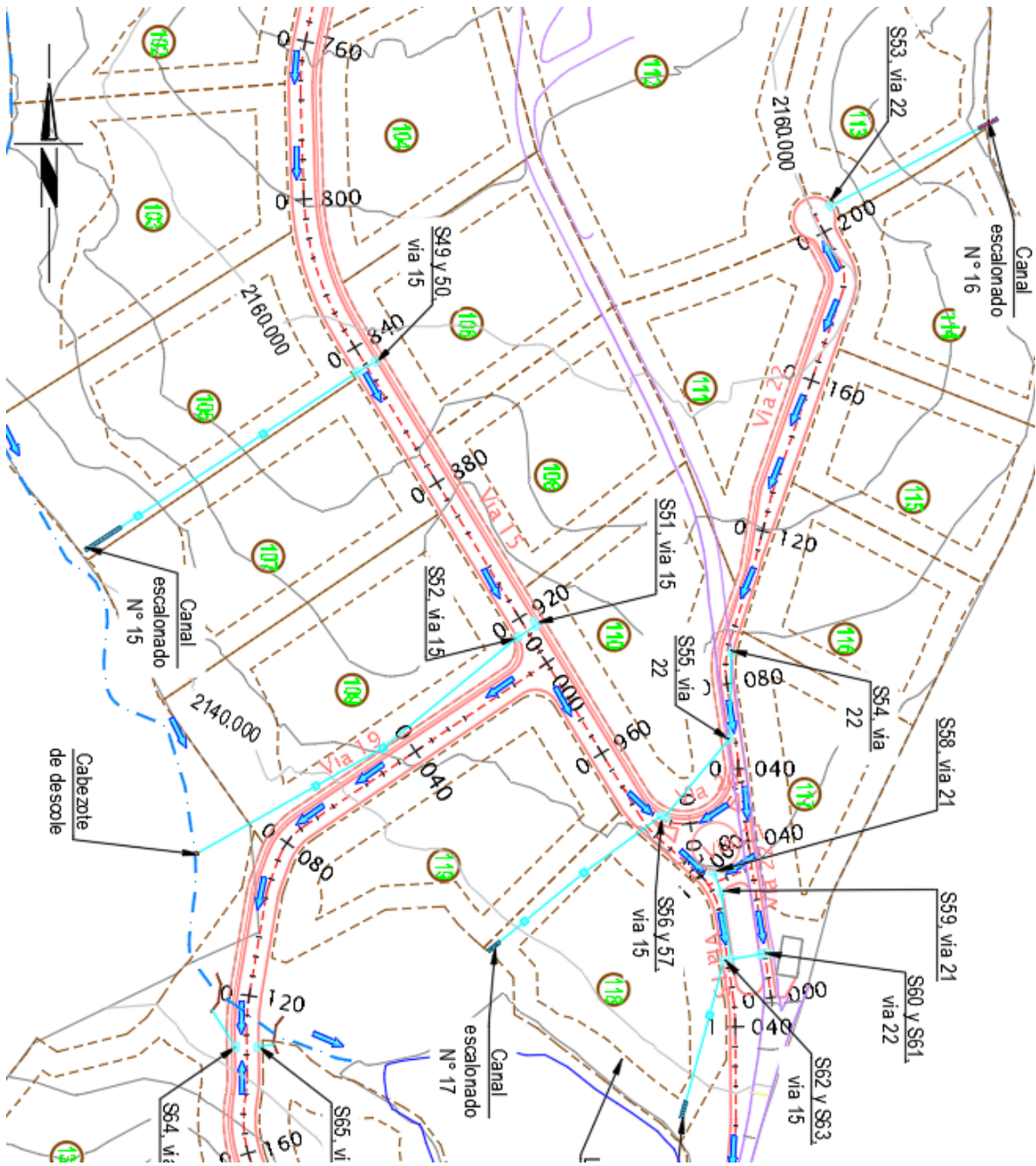


Ilustración 12. Planta de la red de lluvias para Eszenza parte 2.

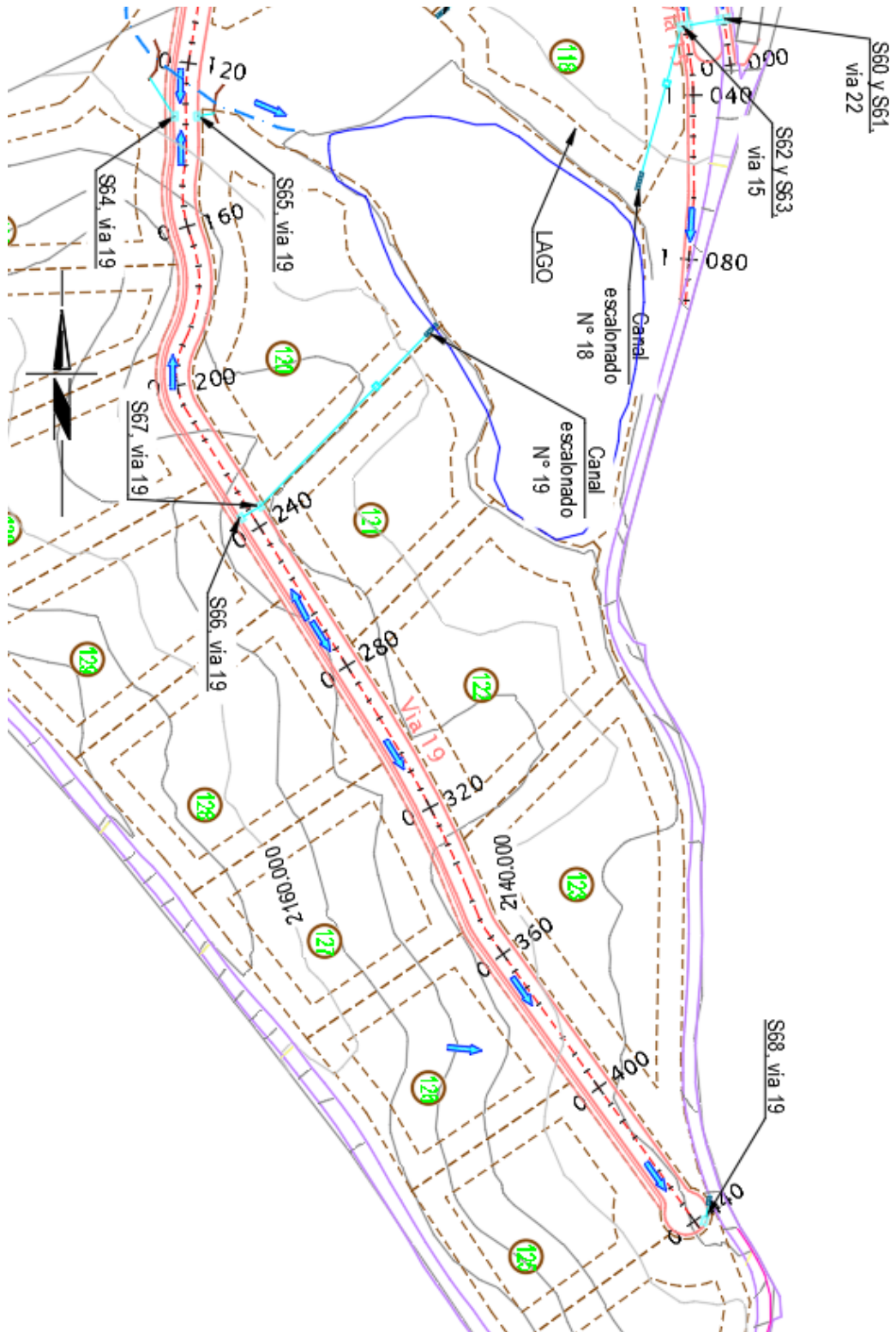


Ilustración 13. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 3.

5.4.3 Resultados de la red de aguas lluvias

En la siguiente tabla se mostrará la ubicación de los sumideros o grupo de sumideros con respecto a las vías del proyecto. Además de que con esta se puede observar las secciones de las vías que descargan en el sumidero.

Tabla 13. Ubicación de sumideros y su sección vial de influencia.

Sumidero	Vía	Abscisa Inicial	Abscisa Final
		Ambos	Ambos
		m	m
45	Vía 15 B	0+000,00	0+024,62
	Vía 18	0+000,00	0+075,24
	Vía 18	0+114,00	0+075,24
46 y 47	Vía 15	0+410,00	0+590,21
48	Vía 15	0+590,21	0+688,89
	Vía 15	0+688,89	0+737,70
49 y 50	Vía 15	0+737,70	0+845,75
51 y 52	Vía 15	0+845,00	0+925,00
	Vía 15	0+845,00	0+925,00
58 y 59	Vía 19	0+000,00	0+133,00
	Vía 19	0+133,00	0+235,00
60	Vía 19	0+235,00	0+267,00
53 y 54	Vía 15	0+925,0	0+980,00
	Vía 20	0+000,00	0+042,62
	Vía 22	0+088,00	0+180,00
	Vía 22	0+065,00	0+088,00
55	Vía 22	0+179,83	0+209,51
61	Vía 19	0+267,00	0+442,54
56 y 57	Vía 15	0+980,00	1+005,00
	Vía 22	0+060,00	0+035,00
	Vía 15	1+005,00	1+025,00
	Vía 22	0+035,00	0+010,00

La siguiente tabla muestra los caudales que serán escurridos a los sumideros, basándose en el coeficiente de escorrentía.

Tabla 14. Resumen de caudales que soportar cada sumidero.

Sumidero	Área Aferente Cunetas por Vía	Área Aferente Cunetas por lotes	Área Aferente Tota	Coeficiente de escorrentía			Caudal total
				C vía	C zona verde	C ponderado	Q
	m ²	m ²	m ²	adimensional			l/s
45	196,96	0,00	196,96	0,90	0,35	0,90	4,50
	601,92	2148,39	2750,31	0,90	0,35	0,47	32,84
	310,08	0,00	310,08	0,90	0,35	0,90	7,08
Total	1108,96	2148,39	3257,35	0,90	0,35	0,54	44,42
46 y 47	1441,68	113,775	1555,46	0,90	0,35	0,86	33,95
48	789,44	1927,01	2716,45	0,90	0,35	0,51	35,16
	390,48	0,00	390,48	0,90	0,35	0,90	8,92
Total	1179,92	1927,01	3106,93	0,90	0,35	0,56	44,08
49 y 50	864,4	1863,147	2727,55	0,90	0,35	0,52	36,30
51 y 52	320	7820,274	8140,27	0,90	0,35	0,37	76,79
	320	4468,728	4788,73	0,90	0,35	0,39	47,01
Total	640	12289,002	12929,00	0,90	0,35	0,38	123,80
58 y 59	1064	5382,96	6446,96	0,90	0,35	0,44	72,13
	816	0	816,00	0,90	0,35	0,90	18,64
60	256	2057,39	2313,39	0,90	0,35	0,41	24,13
53 y 54	440	2253,77	2693,77	0,90	0,35	0,44	30,07
	340,96	220,18	561,14	0,90	0,35	0,68	9,75
	736	2670,55	3406,55	0,9	0,35	0,47	40,54
	184	0	184	0,9	0,35	0,90	4,20
Total	1700,96	5144,5	6845,46	0,90	0,35	0,49	84,56
55	240	220,52	460,52	0,90	0,35	0,64	7,44
61	1404,80	10311,63	11716,43	0,90	0,35	0,42	123,70
56 y 47	200,000	0,000	200,000	0,90 0	0,350	0,900	4,569
	200,000	0,000	200,000	0,90 0	0,350	0,900	4,569
	160,000	0,000	160,000	0,90 0	0,350	0,900	3,655
	200,000	0,000	200,000	0,90 0	0,350	0,900	4,569
Total	760	0	760,00	0,90	0,35	0,90	17,36

Finalmente, se presentará una tabla resumen de la capacidad hidráulica de los colectores de sumideros o del grupo de sumideros.

Tabla 15. Resultados hidráulicos de los colectores de sumideros.

Sumidero	Caudal	Diseño a tubo lleno		q/Qo (adm)	V/Vo (adm)	Vreal (m/s)
	q	Vo	Qo			
	l/s	m/s	l/s			
45	44.42	2.51	142.86	0.31	0.75	1.88
46 y 47	33.95	2.51	142.86	0.24	0.69	1.73
48	44.08	2.51	142.86	0.31	0.75	1.88
49 y 50	36.30	2.51	142.86	0.25	0.70	1.76
51 y 52	123.80	3.14	178.29	0.69	0.95	2.97
58	72.13	15.48	859.74	0.08	0.51	7.93
59	18.64	10.50	586.74	0.03	0.39	4.12
60	24.13	4.60	260.05	0.09	0.53	2.43
53 y 54	84.56	2.51	142.86	0.59	0.90	2.27
55	7.44	9.85	550.68	0.01	0.31	3.02
61	123.70	8.16	457.21	0.27	0.72	5.87
56 y 57	17.36	2.51	142.86	0.12	0.57	1.43

5.4.4 Análisis

Como se puede observar en la Tabla 15 los colectores de sumideros funcionan en condiciones óptimas para el caudal que se les será entregado. También se puede observar que las velocidades no generan degradación en las tuberías ni favorecen la sedimentación.

6 Conclusiones

Tabla 16. Cantidades de obra red aguas residuales

Descripción	Cantidad
Tubería PVC Novafort 8"(200mm)	7249,18 m
Tubería PEAD para impulsión	438,19 m
Bombas de impulsión agua residual	3 unidades
Cámaras de inspección	184 unidades
Cajas de conexión domiciliaria	2 unidades
Tanques de almacenamiento agua residual	3

Las cámaras de inspección son de 1,2 m de diámetro y deben seguir las normas que EPM tiene para estas.

A pesar de que en la red de aguas residuales se presentan excavaciones muy altas se asegurara que no existan problemas en la tubería mediante la implementación de cimentaciones especializadas para ello.

Analizando los resultados de velocidad máxima se puede encontrar que la más alta de todo el sistema (2,91 m/s) no genera degradación en las tuberías, por tanto, se puede concluir que, en ninguna sección del sistema de aguas residuales, que presentan menores velocidades, se presentaran problemas en la integridad de las tuberías debido a este factor.

Por el contrario, la menor de las velocidades reales del sistema (0,46 m/s) no favorece los procesos de sedimentación y asegura la capacidad auto limpiante de la tubería, por tanto, se puede afirmar que todo el sistema no favorece la sedimentación y presenta capacidad auto limpiante.

Observando la Tabla 10 se puede ver que la relación de alturas del flujo (Q/Q_u) es en todo momento menor a 0,70. Por tanto, la red de aguas residuales no presenta problemas de capacidad hidráulica.

Como se puede ver en la Tabla 15 los colectores de los sumideros cumplen hidráulicamente a los caudales aferentes, pero es indispensable realizar cunetas en los laterales de la vía para que no se presenten condiciones peligrosas para los vehículos que transitan en ellas.

7 Referencias bibliográficas

1. Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. “Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. “. {En línea}. 2013. {Agosto 2019}. Disponible en: (https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/normatividad_y_legislacion/agua/Norma_Disenio_Alcantarillado_2013.pdf)
2. Empresas Públicas de Medellín. E. S. P. “DECRETO 2014-DECGGL-1980“. {En línea}. Enero del 2014. {Agosto 2019}. Disponible en: (https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/normatividad_y_legislacion/agua/DECRETO-2014-DECGGL-1980.pdf)
3. Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. “RESOLUCIÓN NO. 1096. Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS“. {En línea}. Noviembre del 2000. {julio 2019}. Disponible en (<http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/1096%20-%202000.pdf>)
4. Universidad Nacional autónoma de México. “Abastecimiento de agua potable y alcantarillado“. {En línea}. {Agosto 2019}. Disponible en (http://www.ingenieria.unam.mx/~enriquecv/AAPYA/presentaciones_clase/Unidad_2_AAPyA_Alc_T1.pdf)
5. República de Colombia. “Ley 142 de 1994, Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones“. {En línea}. julio de 1994. {julio 2019}. Disponible en (<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752>)
6. Unicef. “El agua potable y el saneamiento básico en los planes de desarrollo“. {En línea}. {julio 2019}. Disponible en (<https://www.unicef.org/colombia/pdf/Agua3.pdf>)
7. Empresas públicas de Medellín. E. S. P. “Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado“. {En línea}. {Noviembre 2019}. Disponible en: (https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/GuiaDisenoHidraulicoRedesAlcantarillado.pdf).
8. Empresas públicas de Medellín. E. S. P. “NORMA DE CONSTRUCCIÓN INSTALACIÓN EN ZANJA DE TUBERÍAS DE PVC, HD, GRP, CCP Y ACERO EN REDES DE ACUEDUCTO“. {En línea}. {Noviembre 2019}. Disponible en: (https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Aguas/NC_AS_IL01_3_4_Instalacion_en_zanja_de_tuberia_de_PVC_HD_GRP_CCP_y_ACERO_en_redes_de_acueducto.pdf?ver=2018-06-14-114155-233)

9. Ministerio de vivienda, ciudad y territorio. "RESOLUCION NUMERO 0330". {En línea}. {Noviembre 2019}. Disponible en: (<http://www.minvivienda.gov.co/ResolucionesAgua/0330%20-%202017.pdf>)