



**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 recolección de aguas residuales. | 42 |
| Tabla 11 . Verificaciones externas de la red de recolección 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.

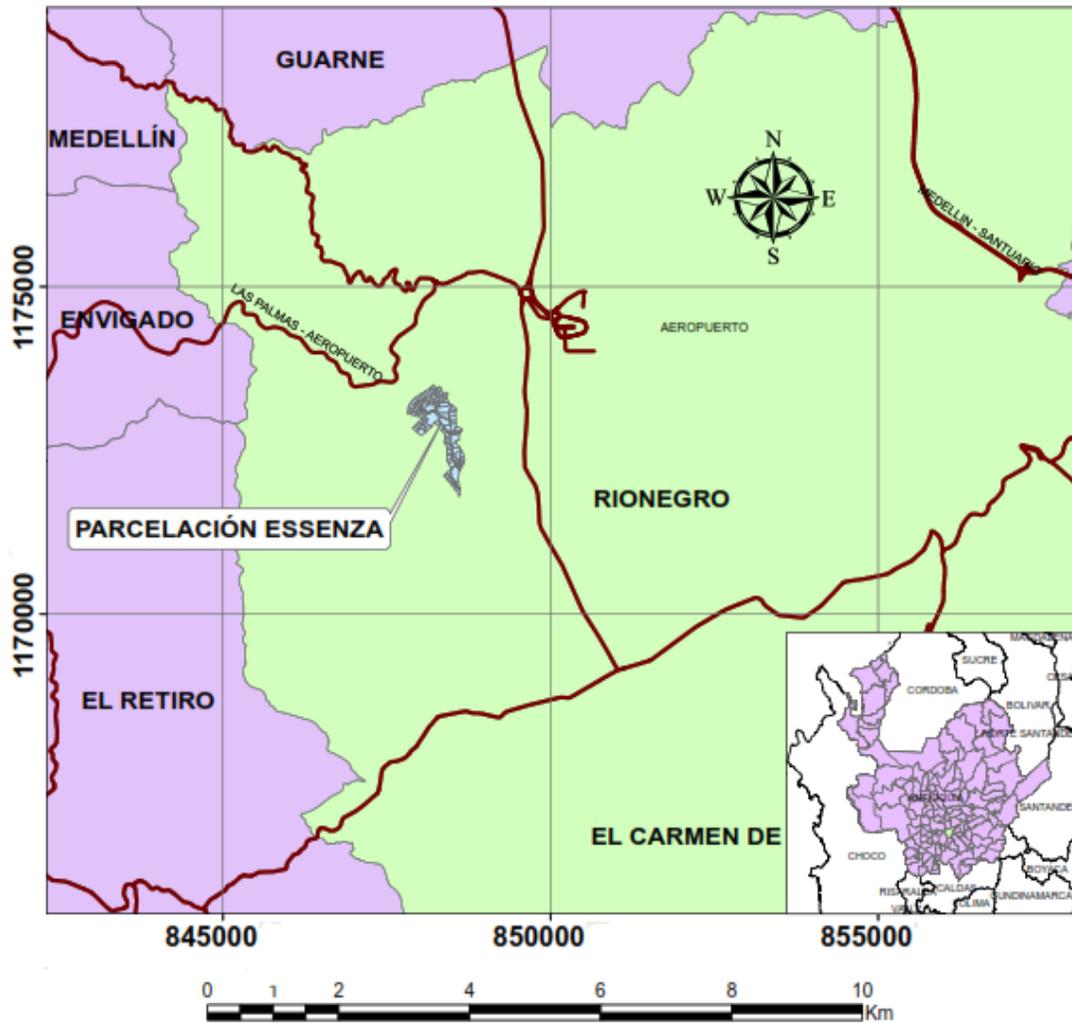


Ilustración 1- Mapa de ubicación del proyecto Essenza.

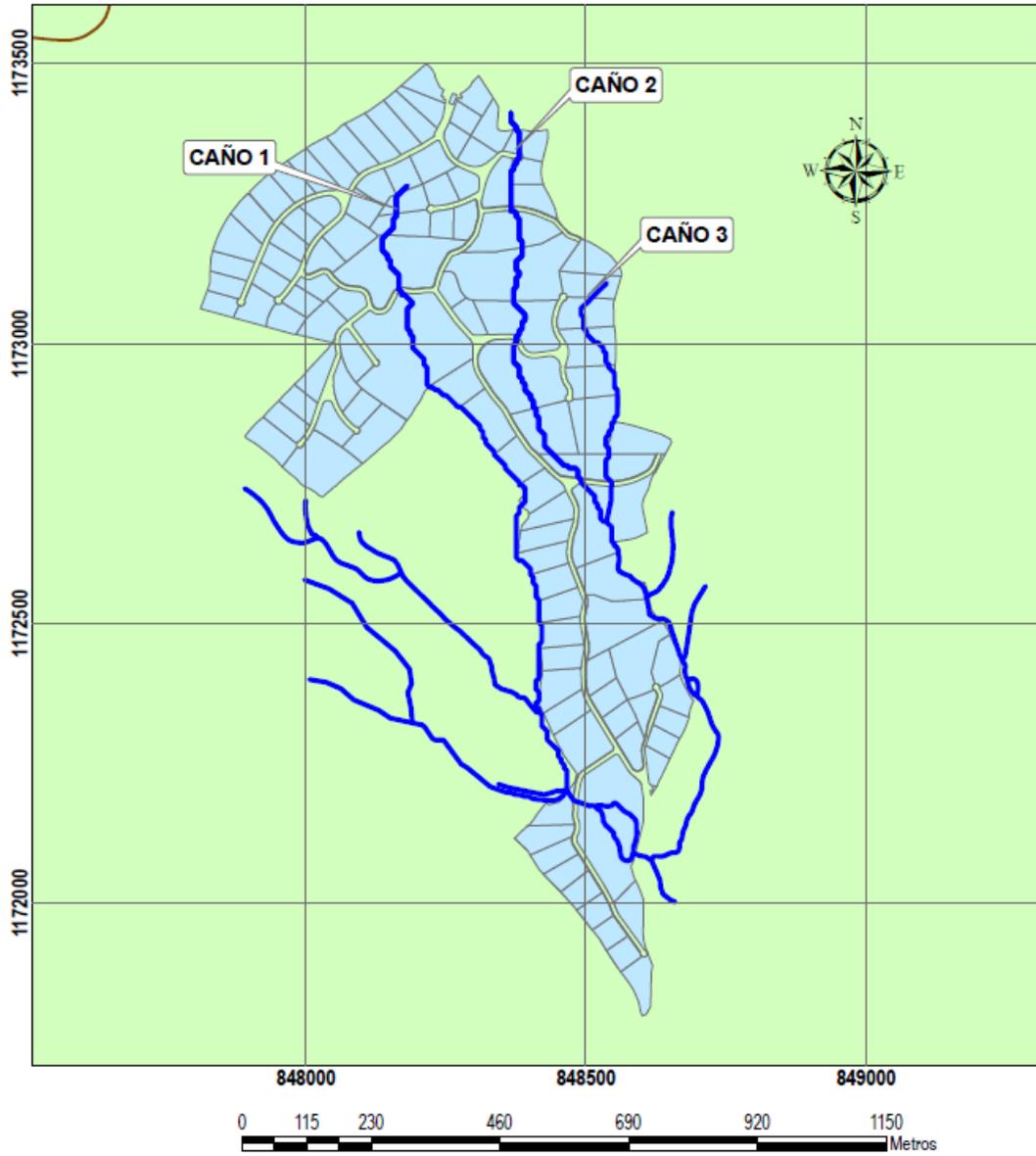


Ilustración 2. Mapa general de Eszenza

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

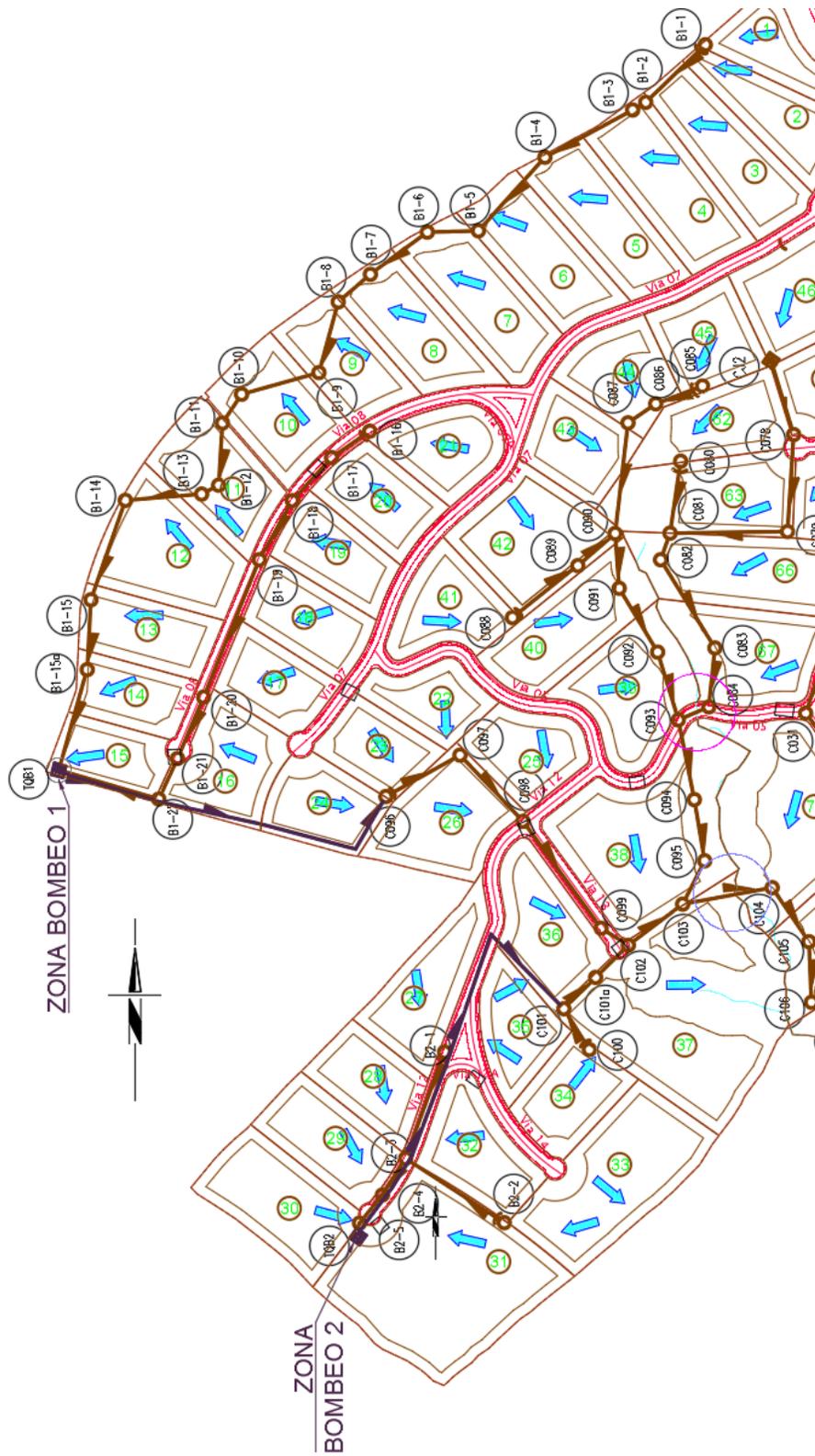


Ilustración 4. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 1

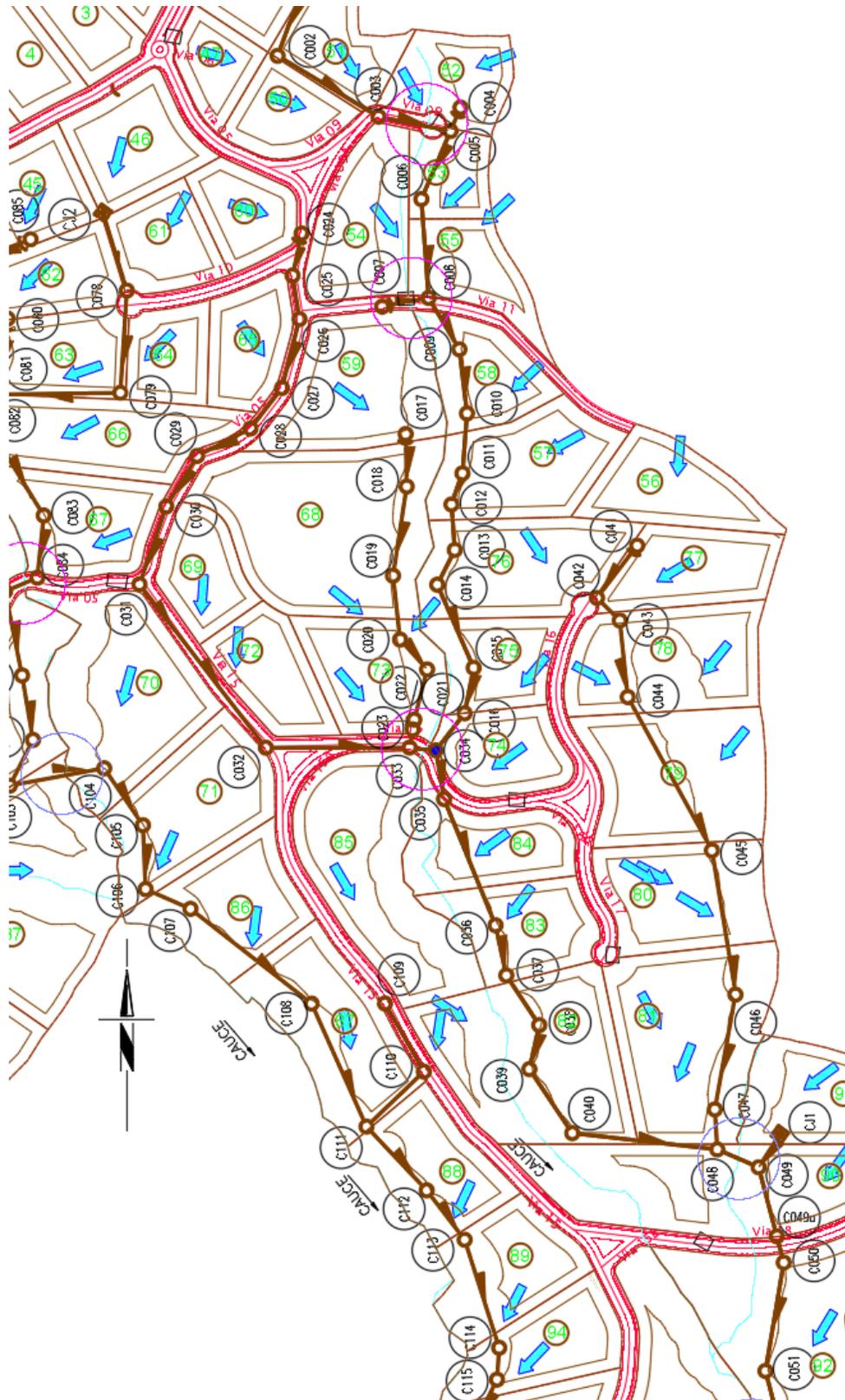


Ilustración 5. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 2

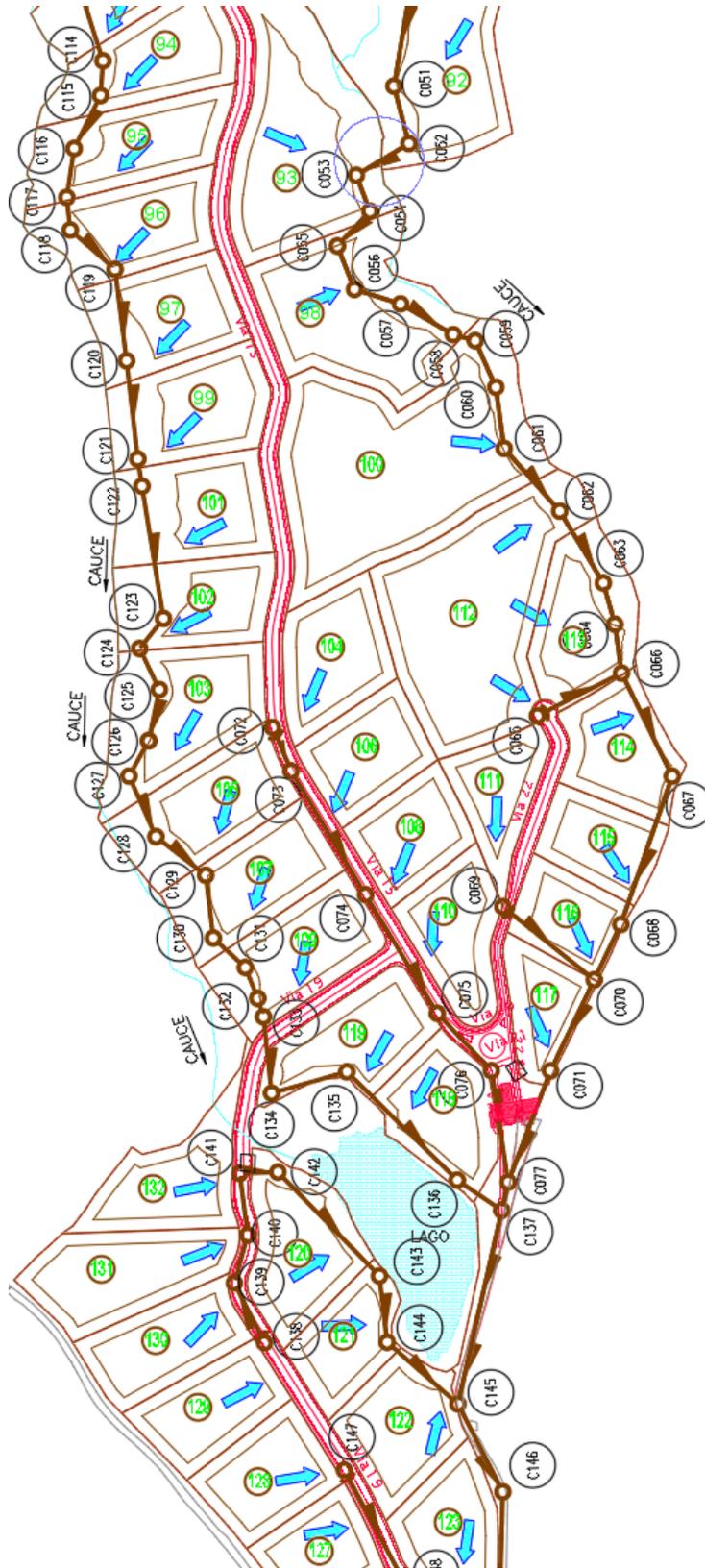


Ilustración 6. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 3

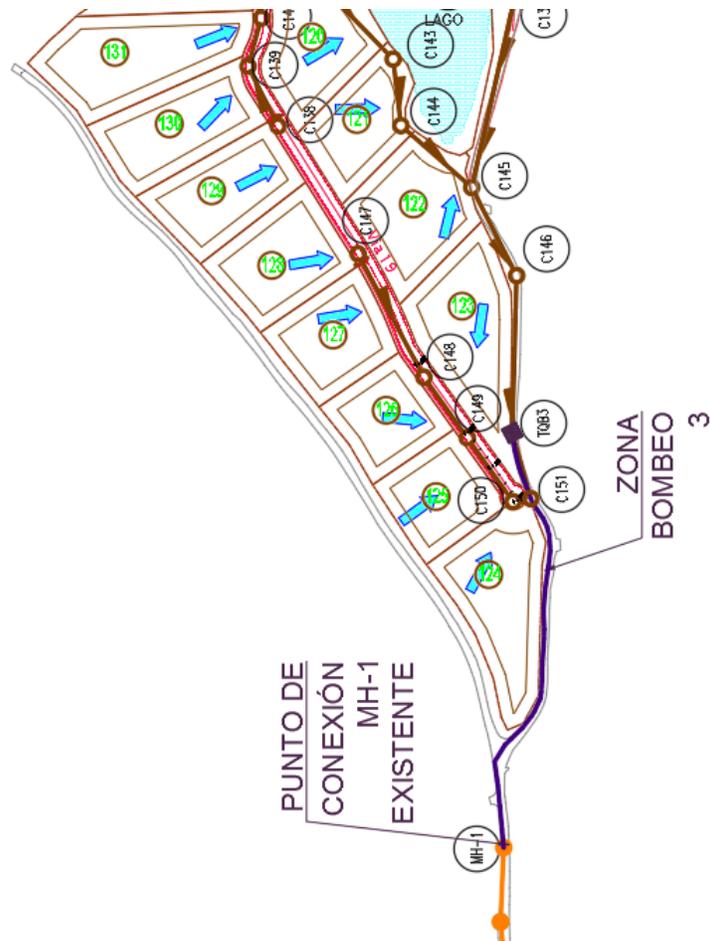
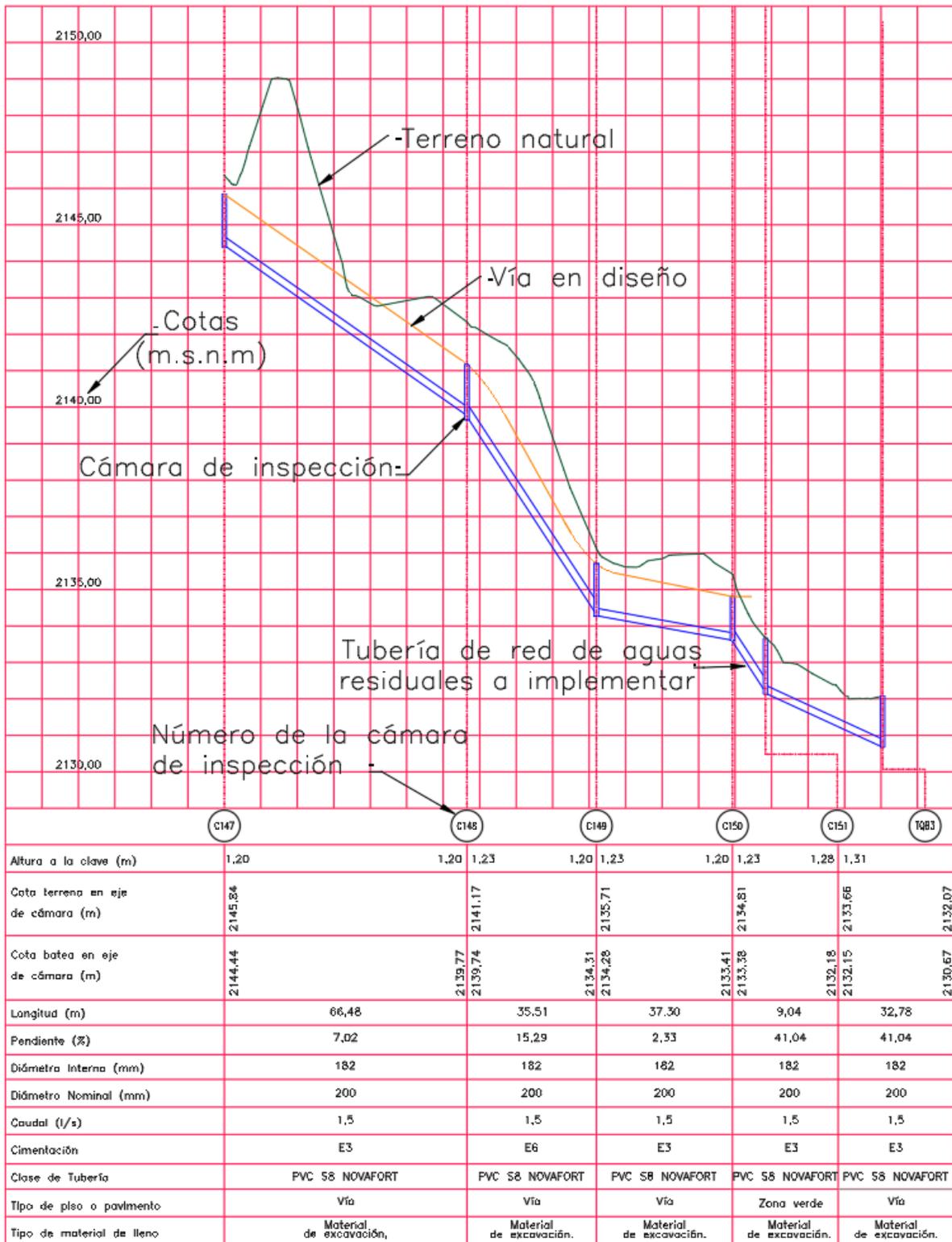


Ilustración 7. Mapa general de Essenza con la red de aguas residuales y direcciones de pendiente parte 4.

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.

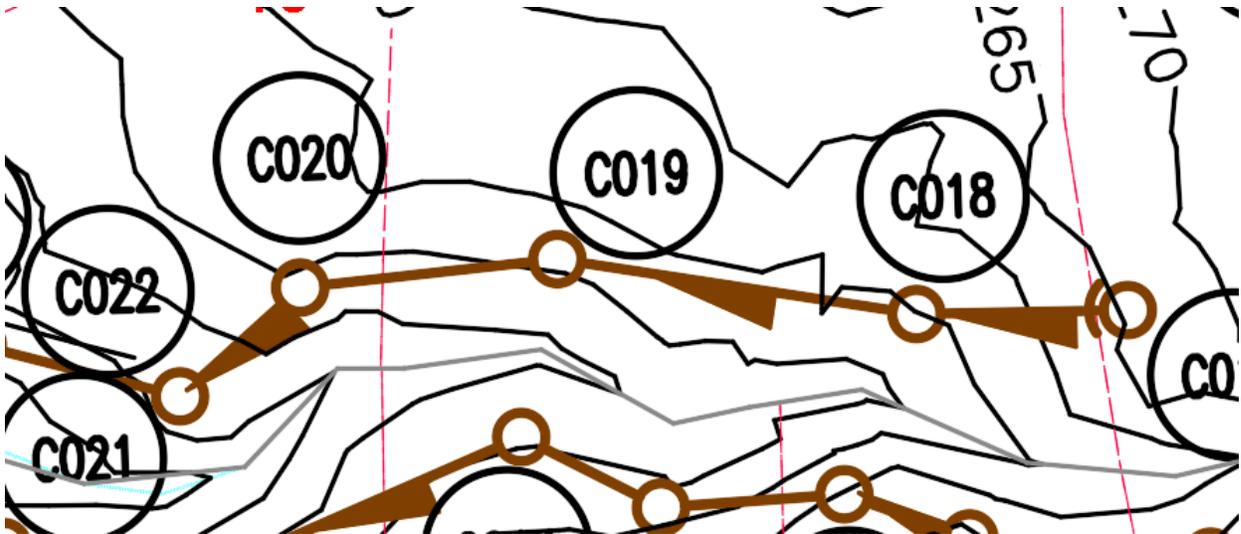


Ilustración 9. Ubicación en planta de las cámaras 19 y 20

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

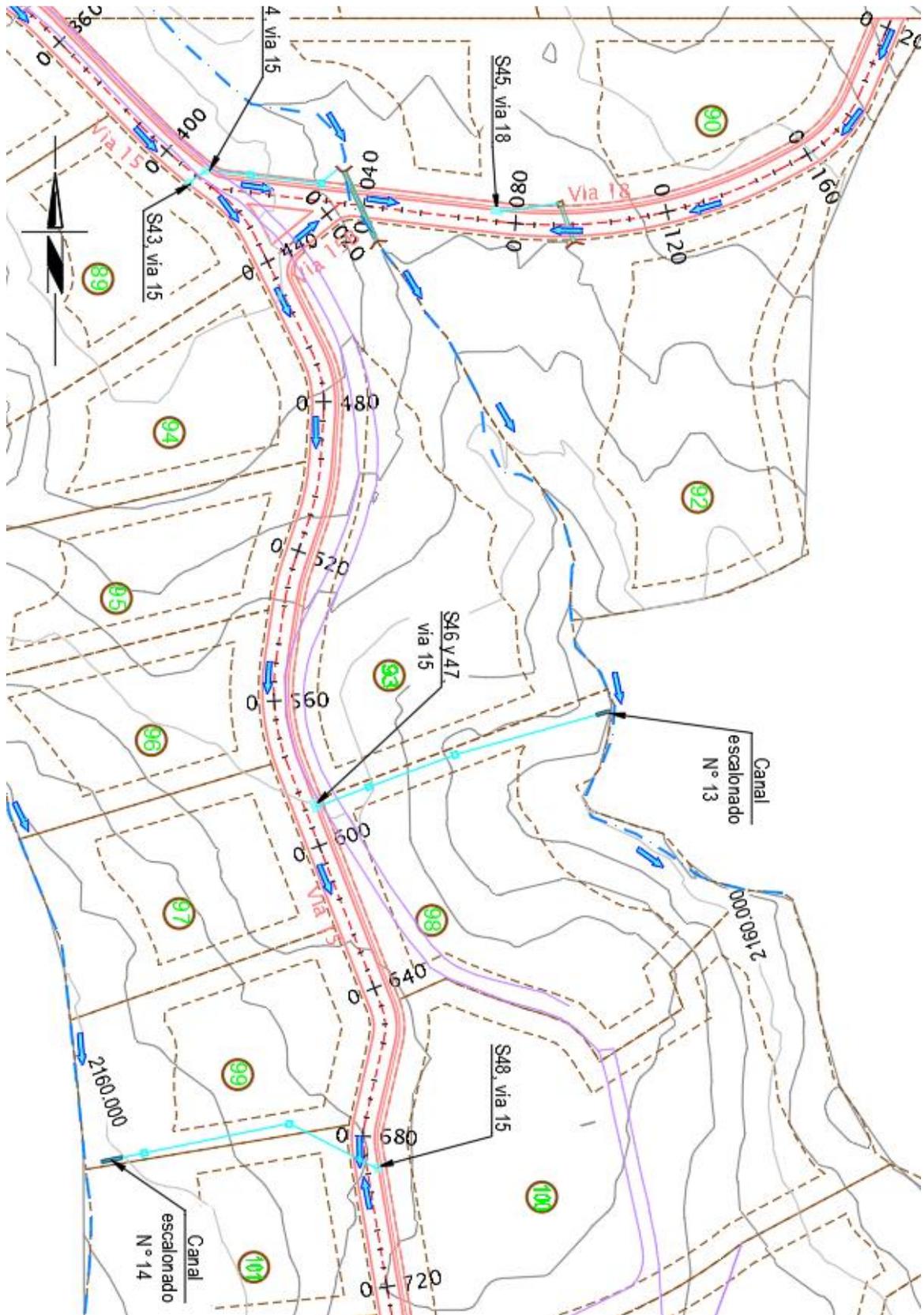


Ilustración 11. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 1

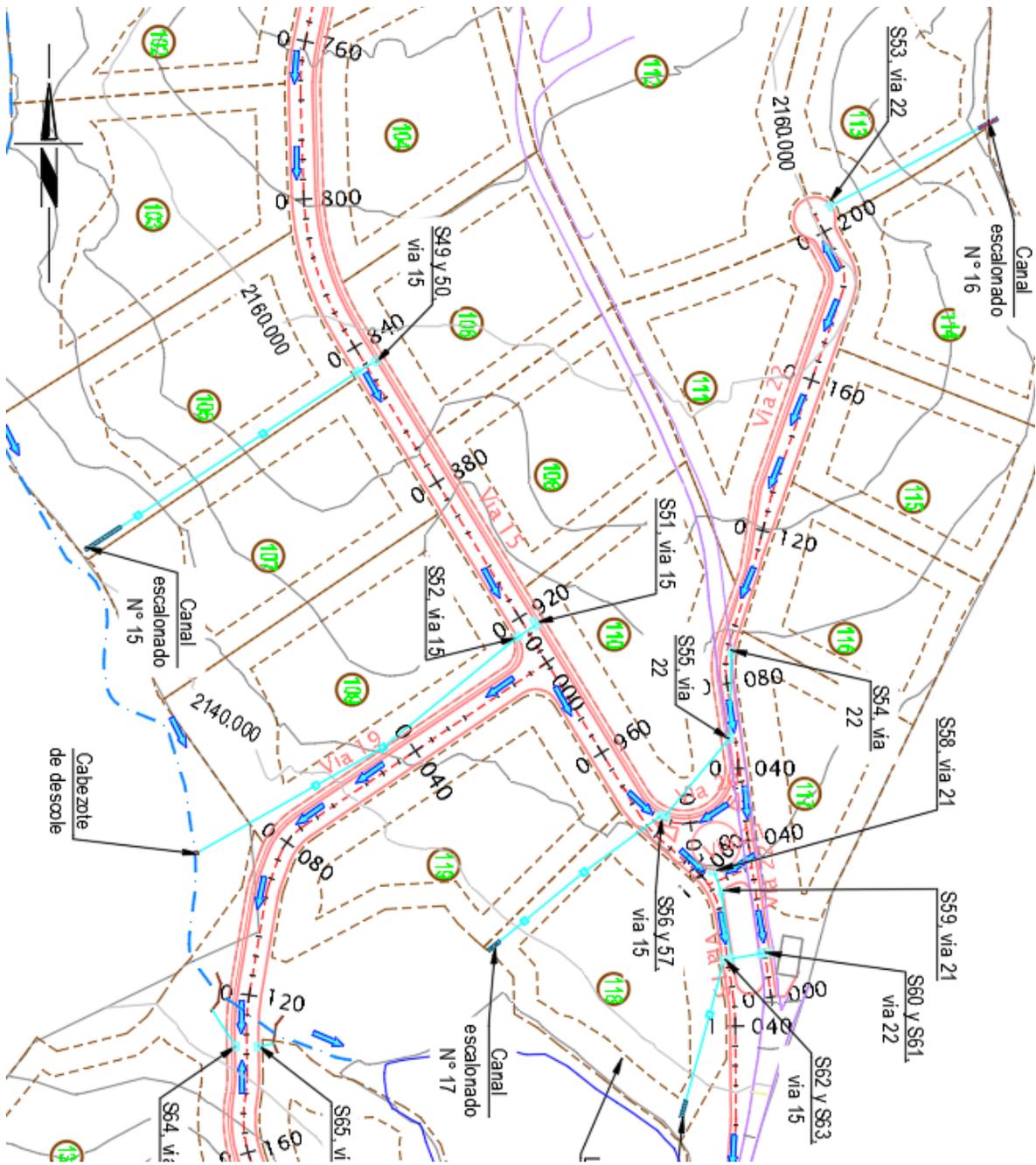


Ilustración 12. Planta de la red de lluvias para Eszenza parte 2.

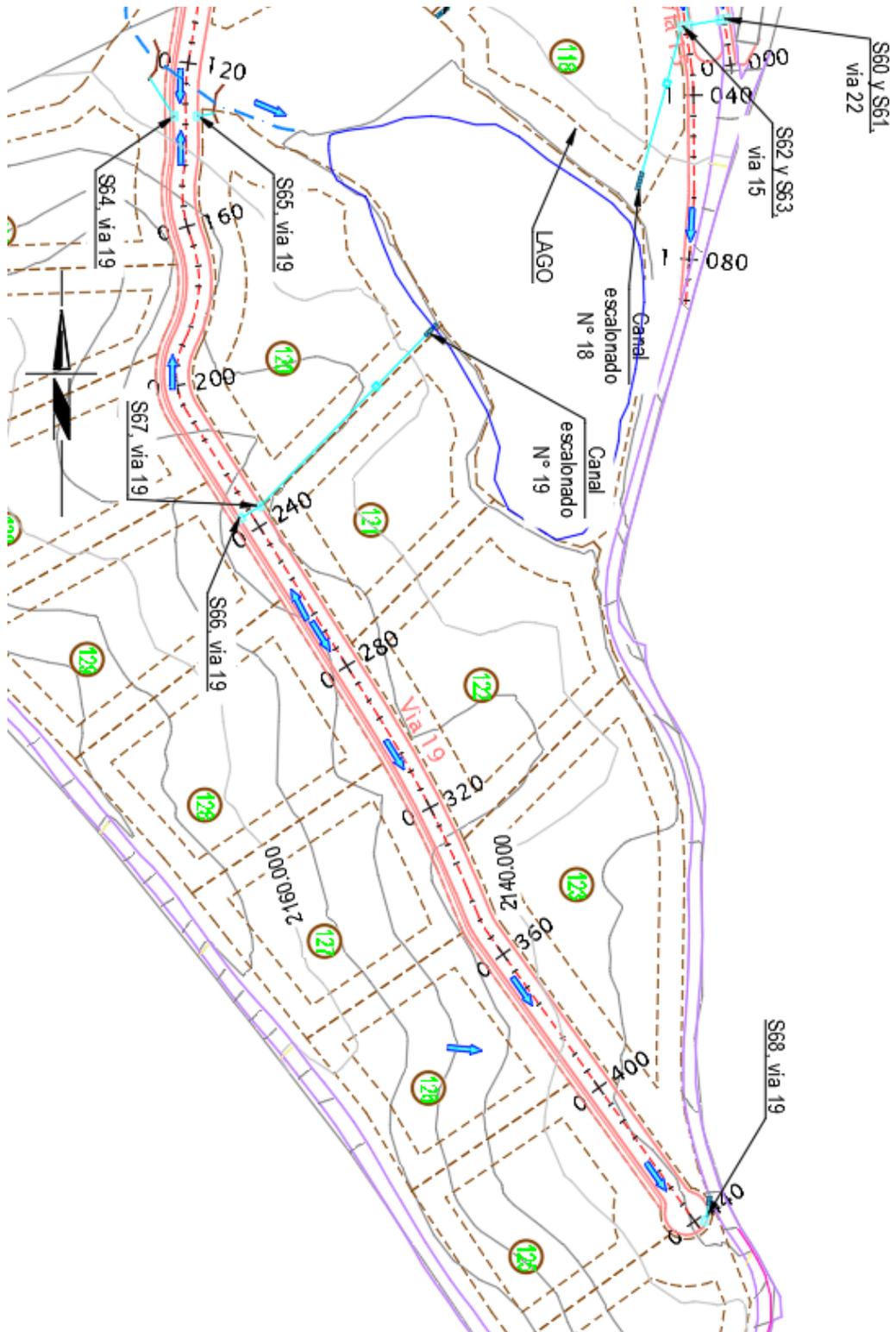


Ilustración 13. Planta de la red de lluvias para Essenza parte 3.

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>)