

**González, Sebastián Carlos**

**Ruiz, Federico Javier**

---

## **Red colectora y nexos cloacal del Barrio Villa La Tela**

**Tesis para la obtención del título de grado de  
Ingeniero Civil**

Directores:

Ganancias, Facundo Matías

Fontana, José Marcos

Documento disponible para su consulta y descarga en Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucional de la Universidad Católica de Córdoba, gestionado por el Sistema de Bibliotecas de la UCC.



[Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Sin Obra Derivada 4.0 Internacional.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**CARRERA de INGENIERÍA CIVIL**



**UNIVERSIDAD**  
**CATÓLICA DE CÓRDOBA**

---

*Universidad Jesuita*

*DOCUMENTO DE TRABAJO FINAL*  
**“RED COLECTORA Y NEXO CLOACAL DEL BARRIO**  
**VILLA LA TELA”**

Autores:

GONZÁLEZ, SEBASTIÁN CARLOS  
RUIZ, FEDERICO JAVIER

Tutores:

ING. FACUNDO MATÍAS GANANCIAS  
ING. JOSÉ MARCOS FONTANA

Asesor:

ING. MARCO MIGUEL FRATIANNI

**Año 2024**



## RESUMEN

El presente documento constituye el Trabajo Final, último requerimiento para la acreditación de la carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Córdoba. El mismo comprende el cálculo y la ejecución de una red de desagües cloacales y un nexo cloacal, ambos por gravedad, para atender las necesidades del barrio Villa la Tela, ubicado en la ciudad de Córdoba.

Previamente a la confección del proyecto fue necesario recopilar información respecto a la población del barrio y al consumo de agua de la misma, la realización de un relevamiento planialtimétrico de la zona a intervenir y la ejecución de estudios de suelos, hidrológicos, económicos y ambientales.

A partir de la información obtenida, se procedió a proyectar el trazado de la red de desagües cloacales y del nexo cloacal, para lo cual se calcularon los caudales respectivos a cada tramo, se determinó el diámetro y material de la cañería que se va a utilizar, se definieron las pendientes y sus correspondientes tapadas.

Para la elaboración del proyecto se respetaron las exigencias del reglamento ENHOSA (Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento) y de la Municipalidad de Córdoba. Esta última, a través de la repartición responsable de la administración del servicio de cloacas en el ejido municipal, la Dirección de Redes Sanitarias y Gas, fue quien aprobó el proyecto ejecutivo.

En este trabajo se ha hecho especial hincapié en detallar la forma en la cual se resolvieron las situaciones conflictivas que se presentaron en la obra debido a interferencias que no fue posible detectarlas con anterioridad y que obligaron a cambiar el trazado de la cañería con respecto a la que estaba definida en el proyecto ejecutivo.

## PALABRAS CLAVES

- Trabajo Final de grado.
- Cloacas.
- Interferencias y resolución en la traza
- Villa la Tela

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> Marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 2 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL .....	3
ÍNDICE DE FIGURAS .....	6
ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	8
<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>10</b>
2.1. OBJETIVOS GENERALES .....	10
2.2. OBJETIVOS PARTICULARES.....	10
<b>3. ALCANCE Y METAS .....</b>	<b>11</b>
<b>4. ENTORNO.....</b>	<b>12</b>
4.1. UBICACIÓN.....	12
4.2. HISTORIA.....	13
4.3. CLIMA.....	14
4.4. TOPOGRAFÍA.....	15
<b>5. RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO.....</b>	<b>16</b>
<b>6. POBLACIÓN.....</b>	<b>17</b>
<b>7. DISPOSICIONES DE DISEÑO .....</b>	<b>19</b>
7.1. PENDIENTE MÍNIMA.....	19
7.2. VELOCIDAD .....	21
7.3. PENDIENTE MÁXIMA.....	22
7.4. TAPADA SOBRE LOS CAÑOS INSTALADOS EN ZANJAS .....	22
7.5. DIÁMETROS.....	23
7.6. MATERIAL DE LOS CAÑOS.....	24
7.7. UBICACIÓN DE LAS COLECTORAS .....	24

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03      Página 3 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



7.8. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS .....	24
7.9. CONEXIONES DOMICILIARIAS .....	24
7.10. BOCAS DE REGISTRO .....	26
<b>8. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED COLECTORA DE DESAGÜES CLOACALES DE VILLA LA TELA .....</b>	<b>30</b>
8.1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA .....	33
8.2. CAÑERÍAS .....	33
8.3. BOCAS DE REGISTRO .....	34
8.4. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS .....	34
<b>9. CÁLCULO HIDRÁULICO .....</b>	<b>35</b>
9.1. CÁLCULO DEL CAUDAL .....	35
9.2. CÁLCULO DEL CAUDAL MÉTRICO .....	35
9.3. CÁLCULO DEL CAUDAL POR TRAMO .....	35
9.4. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD POR TRAMO .....	35
9.5. CÁLCULO DEL DIÁMETRO .....	36
9.6. CÁLCULO DE LA FUERZA TRACTIVA .....	36
<b>10. CÁLCULO ESTRUCTURAL CAÑERÍA DE PVC .....</b>	<b>37</b>
10.1. CÁLCULO DE LA CARGA DE RELLENO .....	37
10.2. CÁLCULO DE LA CARGA DE TRÁNSITO .....	38
<b>11. EJECUCIÓN DE LA OBRA Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS .....</b>	<b>39</b>
11.1. RESOLUCIÓN DE CONFLICTO EN EL BARRIO LA TELA .....	41
11.2. RESOLUCIÓN DE CONFLICTO EN EL NEXO CLOACAL .....	46
<b>12. CONCLUSIONES .....</b>	<b>54</b>
<b>13. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>55</b>
<b>14. ANEXOS .....</b>	<b>56</b>
14.1. Plano red de desagües cloacales B. Villa La Tela – Parte 1º .....	56

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020	
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024	
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03	Página 4 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>		



14.2. Plano red de desagües cloacales B. Villa La Tela – Parte 2º .....	57
14.3. Plano nexo cloacal B. Villa La Tela – Trazado original y modificación.....	58
14.4. Planillas con los cálculos.....	59

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020	
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024	
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03	Página 5 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>		



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA Nº 1: Ubicación de la obra.....	12
FIGURA Nº 2: Trazado del nexo de desagües cloacales.....	13
FIGURA Nº 3: Disposición de líquido y sólido en conductos cloacales a gravedad .....	19
FIGURA Nº 4: Pendiente del terreno mayor a la máxima admisible .....	20
FIGURA Nº 5: Pendiente del terreno entre máxima y mínima admisible.....	20
FIGURA Nº 6: Pendiente del terreno menor a pendiente mínima .....	21
FIGURA Nº 7: Esquema de tapada. ....	23
FIGURA Nº 8: Conexión domiciliaria .....	25
FIGURA Nº 9: Boca de registro en intersección de cañerías .....	27
FIGURA Nº 10: Boca de registro en un salto.....	27
FIGURA Nº 11: Boca de registro en un cambio de pendiente.....	28
FIGURA Nº 12: Boca de registro en un cambio de dirección .....	28
FIGURA Nº 13: Boca de registro en un cambio de diámetro .....	29
FIGURA Nº 14: Boca de registro a una distancia igual o menor a 120 m .....	29
FIGURA Nº 15: Croquis de ubicación de la red interna .....	31
FIGURA Nº 16: Croquis de ubicación de Nexo.....	33
FIGURA Nº 17: Detalle interferencias red de agua existente.....	43
FIGURA Nº 18: Proyecto original de cloacas (Antes) .....	44
FIGURA Nº 19: Solución ejecutada en obra (Después).....	44
FIGURA Nº 20: Comparativa entre la traza original y la solución adoptada en obra.....	48

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020	
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024	
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03	Página 6 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>		
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>		



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1: Resumen.....	18
TABLA N° 2: Pendiente máximas (Normativa ENOHSA).....	22
TABLA N° 3: Coeficientes para caudales vertidos a colectoras .....	30
TABLA N° 4: Ancho de zanjas según ENOHSA .....	37

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020	
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024	
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03	Página 7 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>		
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>		





## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA N° 1: Estado de situación de la intersección de Arteaga y Almonacid antes de la intervención (año 2013).....	45
FOTOGRAFÍA N° 2: Ejecución del badén (año 2019) .....	45
FOTOGRAFÍA N° 3: Ejecución del badén (año 2019) .....	45
FOTOGRAFÍA N° 4: Ejecución del badén (año 2019) .....	46
FOTOGRAFÍA N° 5: Interferencia con desagües pluviales en calle José Iseas .....	48
FOTOGRAFÍA N° 6: puente de calle José Iseas sobre el canal Maestro Sur .....	49
FOTOGRAFÍA N° 7: croquis de trabajo con el relevamiento para el cambio de traza.....	49
FOTOGRAFÍA N° 8: Estado del canal antes de la intervención .....	50
FOTOGRAFÍA N° 9: Posicionamiento del instrumental de medición .....	50
FOTOGRAFÍA N° 10: Sondeos previos al posicionamiento de la mira .....	51
FOTOGRAFÍA N° 11: Operario sosteniendo la mira para la nivelación .....	51
FOTOGRAFÍA N° 12: Cerco de protección en la zona del cruce .....	52
FOTOGRAFÍA N° 13: Movimientos de suelo para taponar el canal .....	52
FOTOGRAFÍA N° 14: Canal ya taponado.....	52
FOTOGRAFÍA N° 15: Cañería colocada y tapada en medio cruce .....	53
FOTOGRAFÍA N° 16: Perfilado de la excavación para la segunda mitad del cruce.....	53
FOTOGRAFÍA N° 17: Canal restituido a su condición anterior .....	53

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03      Página 8 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 1. INTRODUCCIÓN

El líquido residual producto de las distintas actividades humanas se denomina cloaca. La evacuación se realiza a través de conductos. Un sistema completo de conductos destinado a tal fin se denomina red colectora cloacal.

El objetivo de las redes colectoras cloacales es evacuar y concentrar los residuos líquidos, también llamados aguas negras o aguas servidas, a los efectos de realizar su tratamiento para no causar perjuicios, proteger la salud y el bienestar de la comunidad.

### **Etapas del proyecto:**

**Investigación preliminar:** se recopilaron datos de la población a servir, de la cantidad de líquido residual en función del consumo de agua potable de la población y de la ubicación de las posibles interferencias en la traza con otros servicios y/o construcciones preexistentes.

**Reconocimiento del subsuelo:** mediante un estudio de suelos se determinaron las características del mismo. Por ejemplo: si el suelo es desmoronable, el nivel de la capa freática, si hay presencia de rocas o no, etc.

**Relevamiento planialtimétrico:** en el polígono a intervenir se identificaron calles principales y secundarias, las dimensiones de las mismas, el tipo de pavimento que poseen, si cuentan con veredas, sus dimensiones y características, etc. Con respecto a la altimetría se procedió a realizar un levantamiento de las cotas de terreno existente en las intersecciones de ejes de calles y en aquellos lugares donde se verificaban cambios de pendientes bruscos.

**Elaboración de la documentación:** se confeccionó una memoria descriptiva en la cual se indicaba, someramente, cuales son los trabajos a ejecutar. Se realizó la memoria de cálculo que permitió definir los caudales, diámetros de cañerías, tapadas y pendientes, información que se volcó en los planos del proyecto ejecutivo.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 9 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 2. OBJETIVOS

### 2.1.OBJETIVOS GENERALES

Describir todo el proceso completo de la red colectora de desagües cloacales y el nexo cloacal para el barrio Villa La Tela, de la ciudad de Córdoba, desde la elaboración del proyecto ejecutivo hasta su puesta en funcionamiento, prestando especial atención en la resolución que se le dio en obra a las interferencias que impidieron ejecutar las obras de la manera que se había previsto en los planos.

Aplicar los conocimientos recibidos durante el cursado de la carrera Ingeniería Civil en la Universidad Católica y la experiencia adquirida en el campo laboral todos estos años.

### 2.2.OBJETIVOS PARTICULARES

- Realizar el proyecto de la red colectora de desagües cloacales y el nexo cloacal para el barrio Villa La Tela, la que redundará en una mejora en la calidad de vida de la población beneficiada por la ejecución de estas obras.
- Confección de los planos de proyecto ejecutivo con el mayor grado de detalle posible, a los fines de reducir al mínimo la necesidad de tener que definir y/o modificar trazados, pendientes o tapadas en obra.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en Ingeniería Sanitaria para desarrollar los cálculos que permitan dimensionar la obra a construir.
- Realizar un preciso relevamiento planialtimétrico empleando los conocimientos de Topografía.
- Planificar una precisa Organización de la Obra, la que permite diagramar, organizar y ejecutar de la manera más eficiente que sea posible los distintos trabajos correspondientes cada una de las etapas en las que se ha subdividido la obra, a medida que la misma avanza.
- Aplicar todo lo aprendido en estos años de experiencia laboral en una empresa constructora, aplicando los conocimientos adquiridos, tanto en lo referido a la parte técnica como también en la conducción de los recursos humanos y en la administración de los recursos materiales disponibles.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 10 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



### 3. ALCANCE Y METAS

El presente trabajo consiste en el cálculo, por gravedad, de una red colectora cloacal y un nexo que permitirán la conducción de la totalidad de los efluentes cloacales domésticos generados en el interior del barrio Villa La Tela.

Durante la ejecución de la obra se fueron presentando distintas problemáticas para la ejecución de los trabajos de la forma que estaba prevista en los planos del proyecto ejecutivo, y en este trabajo se prestará particular atención a detallar los procedimientos que se aplicaron para la resolución de estas interferencias no previstas a medida que se avanzaba con la obra, tanto de la red de cloacas dentro del barrio, como así también del nexo cloacal.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020	
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024	
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03	Página 11 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>		

## 4. ENTORNO

### 4.1. UBICACIÓN

El barrio Villa La Tela es un extenso asentamiento informal ubicado en el sudoeste de la ciudad de Córdoba, en la Provincia de Córdoba, cercano a la Av. Fuerza Aérea y es considerado uno de los más grande de su tipo en la ciudad. Desde el año 2013, el barrio se encuentra en un proceso de urbanización y regularización dominial. Cuenta con una superficie de 1 km<sup>2</sup> y sus coordenadas de ubicación son -31° 25' 25" y -64° 15' 10". El tipo de uso es residencial, con pequeños comercios barriales y su arquitectura es precaria. En cambio, su infraestructura, luego de la ejecución de la presente obra de cloacas, la pavimentación de las calles y la construcción de las veredas, más la construcción del alumbrado público y las redes de agua, y de energía eléctrica, se encuentra con un muy elevado porcentaje de prestación.

El polígono de intervención, del cual se calculará y ejecutará la red cloacal, se encuentra emplazado entre las calles Sargento Gómez hacia el Norte, calle Aviador Valenti al Oeste, Av. Fuerza Aérea Argentina al Sur y calle Arteaga al Este, como puede observarse en el siguiente croquis de ubicación.

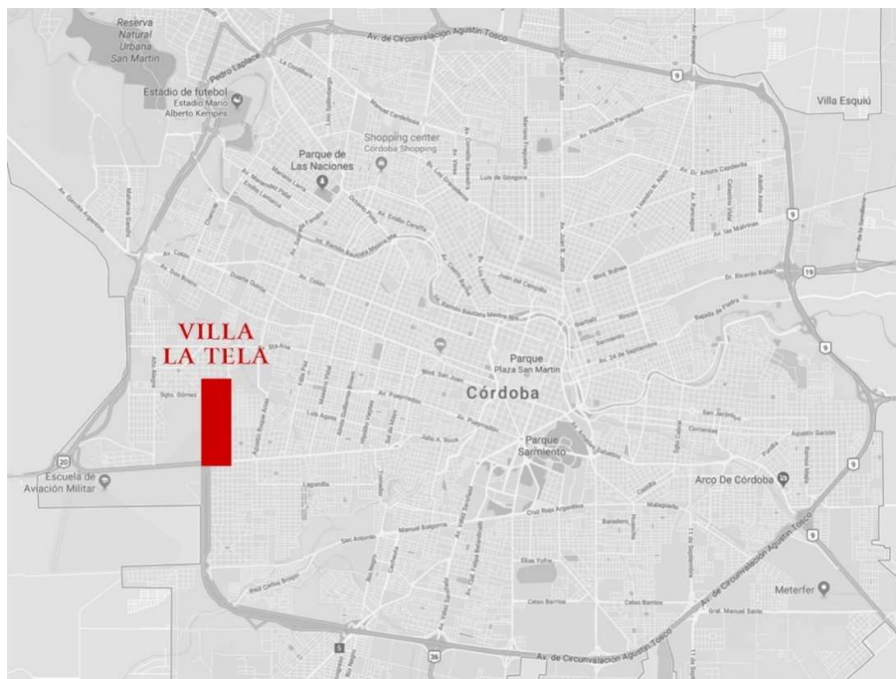


FIGURA N° 1: Ubicación de la obra

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 12 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

El nexo cloacal parte desde el punto más bajo de la red, el que corresponde a la boca de registro identificada con el número 30 del barrio, ubicada en la esquina de las calles Arteaga y Zuloaga. Allí comienza la evacuación de los efluentes mediante la utilización de un caño de PVC DN 250 mm. Siguiendo la pendiente natural del terreno, se dirige en dirección oeste-este, hasta llegar a la boca de registro ubicada en la esquina de las calles Roque Arias y Echegaray. En este punto, por cuestiones determinadas por los cálculos, se incrementa el diámetro nominal de la cañería de PVC, pasando a tener 315 mm. Este diámetro se mantiene inalterable hasta la finalización del recorrido del nexo, el que descargará en el punto de conexión de la boca de registro existente ubicada en la esquina de las calles Isaac Albeñiz y Félix Paz.

En el siguiente croquis de ubicación puede observarse el trazado previsto para el nexo cloacal.



FIGURA Nº 2: Trazado del nexo de desagües cloacales

## 4.2. HISTORIA

La conformación del asentamiento del hoy barrio Villa La Tela se remonta a aproximadamente 60 años atrás. Los primeros pobladores provenían de barrios aledaños de la ciudad de Córdoba, los que se asentaron en los terrenos que estaban previstos para que

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 13 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



pasase la Avenida de Circunvalación, cuya traza debió ser desplazada hacia el oeste hasta la ubicación que ocupa actualmente.

En la actualidad, la mayoría de su población se trata de familias numerosas y de escasos recursos económicos, cuyo único ingreso económico, para un alto porcentaje de la misma, son los planes sociales que proporcionan los estados nacional, provincial y municipal.

Es muy común que la población económicamente activa se desempeñe en el mercado informal, realizando trabajos precarios o changas de todo tipo, lo que representa un alto grado de inestabilidad laboral.

Como ya se mencionó, en el año 2013 comenzó en el barrio un proceso de urbanización y regularización dominial, el que está provocando cambios trascendentes, no solamente desde la mejora en la movilidad y accesibilidad que representa contar con calles pavimentadas, sino que, la ejecución de las redes de servicios de agua, cloacas, energía eléctrica y alumbrado público mejora la calidad de vida y las condiciones sanitarias del sector.

Las mejoras también alcanzaron a las intervenciones en espacios verdes y plazas con zonas de juego, esparcimiento y recreación y la construcción de un estadio polideportivo, que sirve también de salón de usos múltiples para las actividades sociales y comunitarias del barrio.

### 4.3. CLIMA

La ciudad de Córdoba (Lat.: 31°26 sur) posee un clima templado moderado, con dos estaciones bien marcadas: cálida húmeda en verano y fría en invierno. Según la distinción de zonas bioambientales establecidas por la norma IRAM 11603, la ciudad de Córdoba se inscribe en la Zona IIIa: templada cálida (IRAM 11603, 1996).

El período estival es relativamente caluroso, presentando temperaturas medias que oscilan entre 20°C y 26°C, con máximas que en ocasiones superan los 30°C. El invierno no es muy riguroso, con temperaturas medias entre 8°C y 12°C, y con mínimas que rara vez alcanzan los 0°C.

Las tensiones de vapor son bajas durante todo el año, con valores máximos en verano que no superan, en promedio, los 1870 Pa (14 mm Hg) (IRAM 11.603, 2011).

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 14 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



En otoño y primavera, en general, se presenta buen clima, con marcada amplitud térmica, lo que produce una sensación agradable durante el día, pero con frío en las noches y primeras horas de la mañana.

La ciudad de Córdoba tiene una variación importante de lluvia mensual por estación. La temporada de lluvia dura aproximadamente 9 meses, desde octubre a marzo y la temporada seca, entre abril y septiembre. El mes con más lluvia en Córdoba es enero, con un promedio de 128 milímetros de lluvia.

Los vientos preponderantes son del sector Norte, Nordeste y Sur, siendo agosto y los meses de primavera el período de mayor actividad eólica.

#### 4.4. TOPOGRAFÍA

El barrio Villa La Tela se encuentra en una zona llana y elevada, alejada de ríos y arroyos. Dentro del barrio existe muy poco desnivel entre el punto más alto y el más bajo. Estas escasas pendientes dificultan el escurrimiento superficial del agua de lluvia.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 15 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	





## 5. RELEVAMIENTO TOPOGRÁFICO

Mediante la utilización del instrumental de medición disponible, nivel óptico y cinta métrica metálica, se realizó un relevamiento topográfico, el que consistió en el levantamiento de las cotas altimétricas del terreno natural en cada una de las esquinas de barrio Villa La Tela y la medición de las distancias que tienen estas cotas entre sí.

Con la información relevada de cotas altimétricas y distancias, fue posible calcular las pendientes de las calles, todo lo cual fue volcado en un plano.

El punto más alto medido en el polígono de intervención se verificó en la intersección de calles Aviador Valentí y Sargento Gómez.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 16 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 6. POBLACIÓN

Un dato necesario para calcular la red de desagües cloacales es el caudal y, para estimar los caudales que recolecta la red, es necesario conocer la población para el período de diseño adoptado. Para el presente proyecto se definió que la red tenga una vida útil de 30 años.

Definido el período de diseño, se procedió a calcular la población futura a los 30 años, es decir, se calcula la cual será la población para el año 2047.

La Dirección General de Estadísticas y Censos de la Provincia de Córdoba y el Ministerio de Desarrollo Social, también de la Provincia de Córdoba, nos suministraron la siguiente información:

Población Año 1991 = 576 habitantes

Población Año 2001 = 1356 habitantes

Población Año 2010 = 1635 habitantes.

Para realizar la proyección de la población futura a servir se emplearon tres metodologías. Una vez que se obtuvieron los resultados por cada una de ellas, se realizó un promedio. Este valor así obtenido fue utilizado como la proyección futura de la población.

### ***Proyección Aritmética o crecimiento lineal***

$$P_f = P_{uc} + ka (T_{cf} - T_{ci})$$

Donde  $P_f$ : población futura

$P_{uc}$ : población último censo

$ka$ : pendiente de la recta =  $(P_{uc} - P_{ci}) / (T_{cf} - T_{ci}) = 31$

$P_{ci}$ : población censo inicial

$T_{cf}$ : año del censo final

$T_{ci}$ : año del censo inicial

Población año 2001 ( $T_{ci}$ ) = 1356 habitantes ( $P_{ci}$ )

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 17 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



Población año 2010 ( $T_{cf}$ ) = 1635 habitantes ( $P_{uc}$ )

**$P_f$  (Año 2047) = 1635 + 31 (2047 – 2010) = 2782 habitantes**

### **Proyección geométrica**

$$P_f = e^{\ln(P_{uc}) + kg (T_{cf} - T_{ci})}$$

Donde

$$kg : \text{coeficiente} = \frac{\ln(P_{uc}) - \ln(P_{ci})}{(T_{uc} - T_{ci})} = 0,0208$$

$$P_{f(\text{año } 2047)} = e^{\ln(1.635) + 0,0208 (2.047 - .010)} = \mathbf{3.530 \text{ habitantes}}$$

### **Proyección logarítmica**

$$P_f = e^{(c + kg (T_{cf} - T_{ci}))}$$

Donde

$$c = \ln(P_i)$$

$P_i$  = población año inicial (Año 1991) = 576 hab.

$$P_{f(\text{año } 2047)} = e^{(6,3561 + ,0208 (2.047 - 1.991))} = \mathbf{1.874 \text{ habitantes}}$$

### **Resumen**

MÉTODO	POBLACION AÑO 2040
ARITMÉTICO	2.782 habitantes
GEOMÉTRICO	3.530 habitantes
LOGARÍTMICO	1.847 habitantes

TABLA N° 1: Resumen

El valor adoptado es el correspondiente a la media aritmética entre los tres métodos.

**Población futura = (2.782+3.530+1.847) / 3 = 2.720 habitantes**

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 18 de 61	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

## 7. DISPOSICIONES DE DISEÑO

### 7.1. PENDIENTE MÍNIMA

El método usado para la circulación es la “conducción con agua por gravedad”, donde pueden aplicarse las leyes de la hidráulica correspondientes a los fluidos ideales. Debemos garantizar en los conductos cloacales pendientes tales que facilite que escurran los líquidos y no se depositen los sólidos. La magnitud de la pendiente permite que el líquido desplace a los sólidos de manera eficiente. Recordando que, el escurrimiento de líquido se debe producir por gravedad, para lo cual, las cañerías deben estar perfectamente dimensionadas en cuanto a su diámetro y pendiente, debiendo asegurar que el escurrimiento se produzca a perímetro parcialmente mojado. Esta situación permite que, por la sección que queda delimitada entre el tirante líquido y el intradós de la cañería, se verifique una circulación de aire (ventilación), la cual debe tener un sentido contrario al del escurrimiento del líquido, como se aprecia en la siguiente figura:

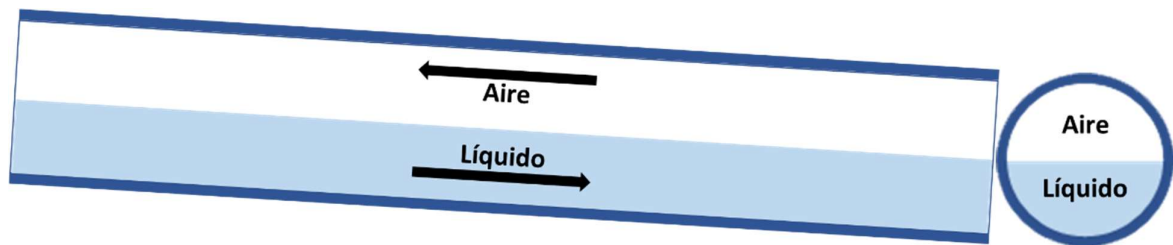


FIGURA N° 3: Disposición de líquido y sólido en conductos cloacales a gravedad

Lo ideal al diseñar una red es tratar de respetar la pendiente natural del terreno, de esa forma se minimizan las excavaciones. A su vez se debe verificar que estas pendientes sean compatibles con las velocidades mínimas y máximas.

Se pueden presentar distintos casos:

1er Caso: Que la pendiente del terreno sea mayor que la máxima admisible para la cañería. En este caso se instalará la misma con pendiente máxima hasta alcanzar la tapada mínima, donde se deberá aplicar un salto.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 19 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

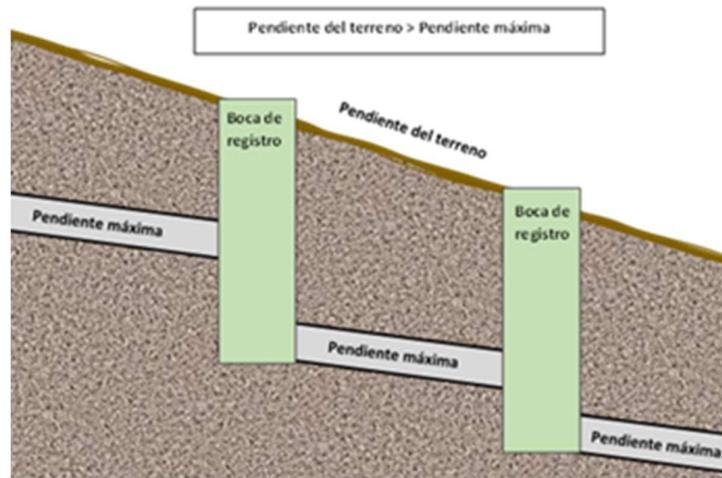


FIGURA N° 4: Pendiente del terreno mayor a la máxima admisible

2do Caso: Que la pendiente del terreno esté comprendida entre la máxima y la mínima de la cañería. En este caso, se instalará la cañería paralela al nivel del terreno, con un volumen mínimo de excavación, siendo este el caso más favorable.

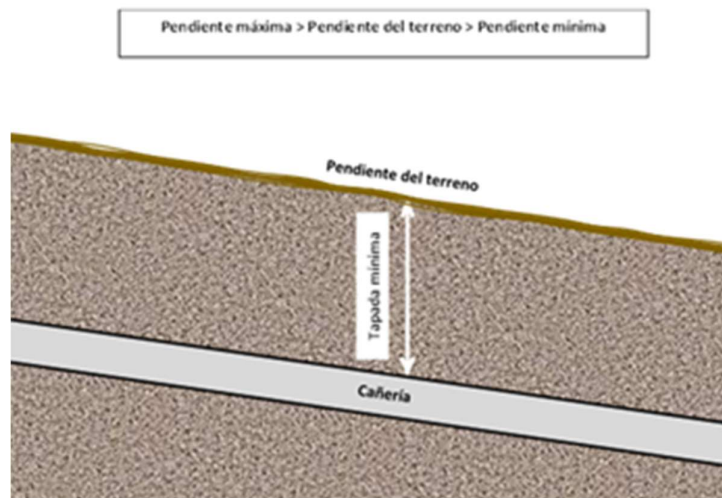


FIGURA N° 5: Pendiente del terreno entre máxima y mínima admisible

3er Caso: Que la pendiente del terreno sea menor o en contra pendiente con respecto a la de la cañería. Caso más desfavorable, puesto que la cañería se iría enterrando hasta un punto

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 20 de 61	
<p><b>DOCUMENTO CONTROLADO</b></p> <p><b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b></p> <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b></p>	

en el cual habrá que realizar bombeo. La pendiente de la misma deberá ser la mínima para evitar grandes excavaciones.

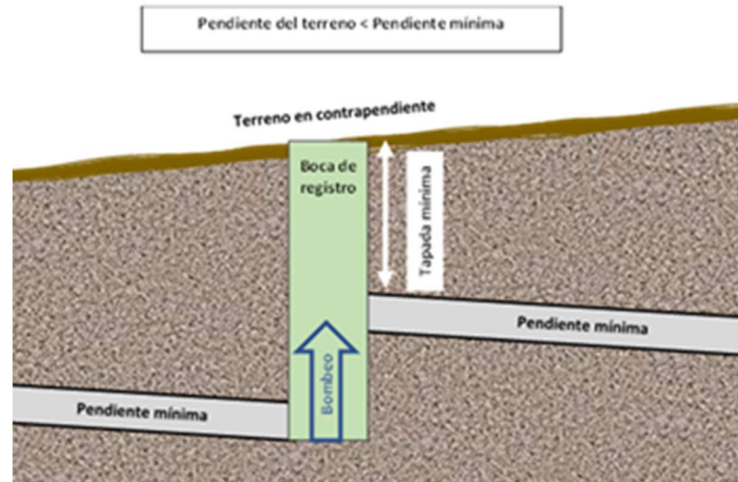


FIGURA N° 6: Pendiente del terreno menor a pendiente mínima

La pendiente mínima está en función del diámetro y de la velocidad. La velocidad mínima es la que asegura que no se depositen sólidos en las paredes del caño, llamada también velocidad de autolimpieza.

La pendiente mínima para cañería de 160 mm es igual a 0,00300 m/m (3,00 ‰)

La pendiente mínima para cañería de 250 mm es igual a 0,00245 m/m (2,45 ‰)

## 7.2. VELOCIDAD

La velocidad mínima o de autolimpieza se establece en 0,6 m/s, para cañería a sección llena. Esta velocidad garantiza la no sedimentación de los sólidos suspendidos, teniéndose que verificar en conductos de  $\varnothing$  o mayores y cuando el proyecto se realiza en varias etapas y los caudales son menores, ya que las velocidades disminuyen cuando bajan los tirantes.

Es importante controlar la velocidad máxima por la acción erosiva que pudiera provocar ésta. El CoFAPyS define la siguiente expresión para determinar la velocidad máxima:

$$V_{m\acute{a}x} = 6 * \sqrt{g * R}$$

$V_{m\acute{a}x}$ : es la velocidad máxima [m/s];

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 21 de 61	
<p><b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>  <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b></p>	



g: la aceleración de la gravedad igual a 9,81 [m/s<sup>2</sup>];

R: el radio hidráulico [m].

$R = \text{diám.} / 4$

La ecuación es válida para secciones circulares a sección llena, caso extremo que hay que verificar.

### 7.3. PENDIENTE MÁXIMA

La pendiente máxima está en función de la velocidad máxima y del diámetro de cada cañería. Para velocidades muy altas, el líquido escurre y el sólido se deposita en las paredes del caño. También debe tenerse en cuenta el material de la cañería para determinar la velocidad máxima.

Según especificaciones de la ENOHSA, no se superará la velocidad dada por la ecuación:

$$V_{m\acute{a}x} = 6 * \sqrt{g * R}$$

En la siguiente tabla se muestra la pendiente máxima que se admite, según el diámetro. Se observa en la siguiente tabla que, a mayor diámetro, menor pendiente se puede aceptar.

Diámetro (mm)	Pendiente máxima (%)
160	11
250	9
315	8

TABLA N° 2: Pendiente máximas (Normativa ENOHSA)

### 7.4. TAPADA SOBRE LOS CAÑOS INSTALADOS EN ZANJAS

Se la define la tapada como la profundidad medida desde la superficie del terreno hasta el intradós del tubo. La finalidad de la tapada mínima es proteger a la cañería contra la rotura por impacto del tránsito cuando van instalada por debajo de la calzada o cualquier otro peso que pueda incidir sobre ella, evitando también que las cañerías se congelen y asegurar un buen gradiente de acometida.

En la figura siguiente se muestra un esquema de una cañería y la definición de extradós, intradós, invertido, base de la cañería y tapada.

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 22 de 61	
<p><b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>  <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b></p>	

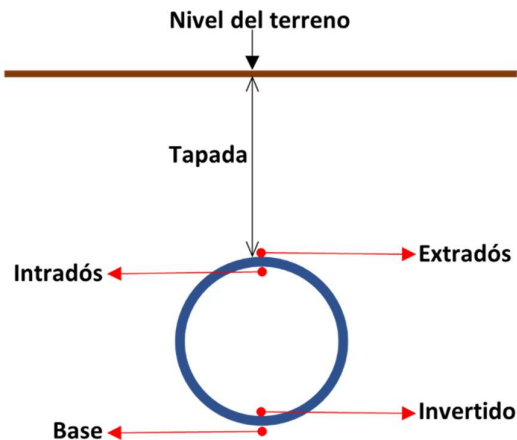


FIGURA N° 7: Esquema de tapada.

Se han considerado para este proyecto las siguientes tapadas que son, en la práctica, las exigidas por la mayoría de los municipios, entre ellos el de Córdoba:

Tapada mínima en calzada: 1,20 m

Tapada mínima en vereda: 0,80 m

Tapada máxima para conexión domiciliaria: 3,00 m

El valor máximo de las tapadas para las instalaciones domiciliarias se determina por la dificultad que conlleva ejecutarlas a profundidades importantes. Otros factores que hacen que no sea conveniente exceder la tapada máxima en las conexiones domiciliarias son las condiciones del terreno, el material constitutivo del caño, los costos de excavación, y en, nuestro caso, la profundidad de la napa freática. Superado el valor máximo se debería realizar la conexión a colectoras subsidiarias.

## 7.5. DIÁMETROS

Si bien el diámetro debe surgir del cálculo hidráulico, existe un diámetro límite mínimo 100 mm, según las especificaciones de la ENOHSa y aplica para aquellas colectoras en las cuales el proyectista pueda demostrar que su capacidad de conducción es suficiente para los caudales a transportar al final del periodo de diseño de la obra. No obstante, el diámetro

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 23 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	





mínimo usado generalmente es de 150 mm (160 mm en PVC), que es el que se ha empleado para el cálculo en este proyecto.

## 7.6. MATERIAL DE LOS CAÑOS

La selección del material constitutivo de las cañerías debe hacerse en función del dimensionamiento hidráulico de la misma y su verificación estructural a las cargas externas. El material usado generalmente en la actualidad es el P.V.C. (Policloruro de Vinilo), que es con el que se dimensionó proyecto.

## 7.7. UBICACIÓN DE LAS COLECTORAS

Previo al trazado de la red colectora debe verificarse la existencia de otras instalaciones visibles o subterráneas de servicios públicos o de propiedad privada y prever su remoción, cuando tal solución sea posible, en el caso que se prevea algún tipo de interferencia entre estas y la cañería de cloacas.

Las colectoras de diámetros mayores que 300 mm (315 mm en PVC) no podrán recibir descargas domiciliarias. Tampoco podrán hacerlo todas aquellas, aún de diámetro menor, instaladas a una profundidad de más de 3 metros medida hasta el extradós del caño. En este caso, como ya se mencionó, las conexiones con unidades de vivienda se harán a través de la instalación a colectoras subsidiarias.

## 7.8. INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS

Las instalaciones complementarias tienen por finalidad asegurar que la red colectora funcione de acuerdo con lo previsto en el proyecto y de modo tal que pueda inspeccionarse y mantenerse en buenas condiciones de funcionamiento. Las más comunes son las bocas de registro, las conexiones domiciliarias, las estaciones elevadoras y los sifones invertidos.

## 7.9. CONEXIONES DOMICILIARIAS

Las conexiones domiciliarias se clasifican en internas y externas.

Las internas son las que se realizan en el interior de las viviendas y hasta el frente del inmueble, sobre la línea municipal, y le corresponde ejecutarlas al vecino frentista.

Las externas, que se construye en la vía pública por parte de la empresa que administra el servicio, ya sea con personal propio o tercerizando los trabajos, y consisten en el conexionado de la cañería de desagüe interna con la colectora externa. A medida que se va instalando la

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 24 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

colectora, y de acuerdo al plano de ubicación de los lotes, se van dejando colocados ramales para el enlace con las obras domiciliarias internas, aunque el lote en cuestión se trate de un baldío.

Como ya se mencionó, el diámetro máximo de un colector en el que pueden hacerse conexiones domiciliarias es de 315 mm para el caso material más común, PVC, y no se debería superar una profundidad mayor a los 3 metros. Los caños y piezas de conexión a emplear serán de igual material que el de la red. La derivación domiciliaria está compuesta por un ramal a  $45^\circ$  y una curva a  $45^\circ$ . El ramal a  $45^\circ$  se coloca sobre el corte realizado en la colectora, de manera que el líquido residual proveniente del domicilio ingrese en la misma dirección que el escurrimiento de la colectora. Generalmente, luego del ramal a  $45^\circ$  se coloca la curva a  $45^\circ$  y, a continuación de este, un tramo de caño de 110 mm de diámetro, hasta 50 cm antes de la línea municipal. Finalmente, se inserta un tapón de plástico en el extremo libre, a los fines de evitar el ingreso de objetos extraños, hasta el momento que la conexión domiciliaria sea habilitada a su uso.

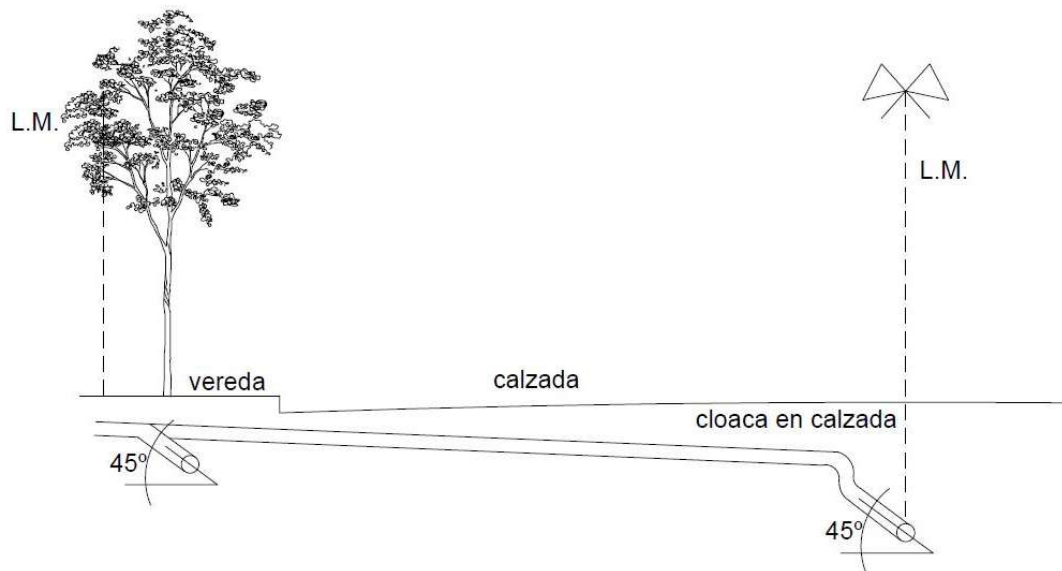


FIGURA N° 8: Conexión domiciliaria

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 25 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 7.10. BOCAS DE REGISTRO

Los sistemas convencionales de redes cloacales prevén el acceso de personal para la inspección y desobstrucción de las cañerías, lo que hacen mediante las denominadas bocas de registro, las que también sirven para ventilar las cañerías. Estas construcciones poseen un diámetro mínimo de 1,20 m en la parte inferior o zona de trabajo, que puede reducirse a 0,60 m en la zona superior o acceso.

En un sistema convencional se instalarán bocas de registro en los siguientes puntos de la red:

- En cada esquina de las plantas urbanas o cada 120 m fuera de ella
- Cuando se deban introducir cambios de dirección en la traza
- Cuando se produzcan uniones con colectores
- Ante cambios en la pendiente de la cañería, del material de esta o de su diámetro

Habitualmente, las bocas de registro se construyen en hormigón premoldeado o moldeado in situ, con tapa de hierro fundido u hormigón armado. En las bocas instaladas en calzada estas tapas deben ser aptas para soportar el peso de los vehículos.

Con respecto a la entrada y salida de las cañerías deben cumplirse las siguientes disposiciones:

- El caño de salida nunca debe tener diámetro menor que el de entrada.
- La cota de intradós del caño de entrada, nunca será menor que la cota de intradós del caño de salida, en razón que si estuviera por debajo el primero trabajaría en carga, circunstancia no deseable en los desagües cloacales.
- La cota del intradós del caño que ventila debe estar, por lo menos, un diámetro por encima del caño de salida.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 26 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

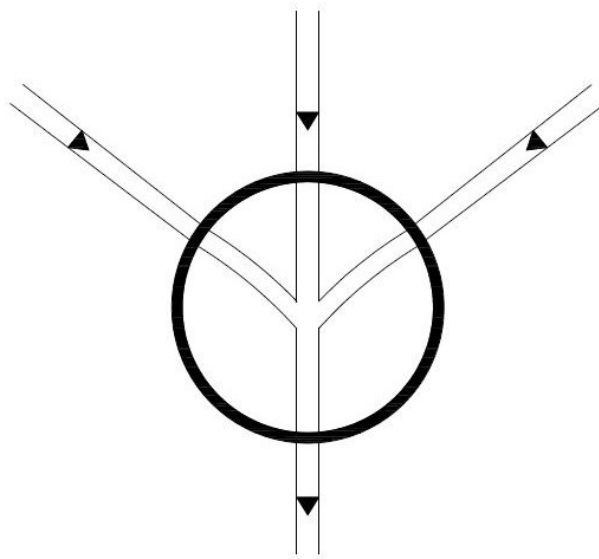


FIGURA N° 9: Boca de registro en intersección de cañerías

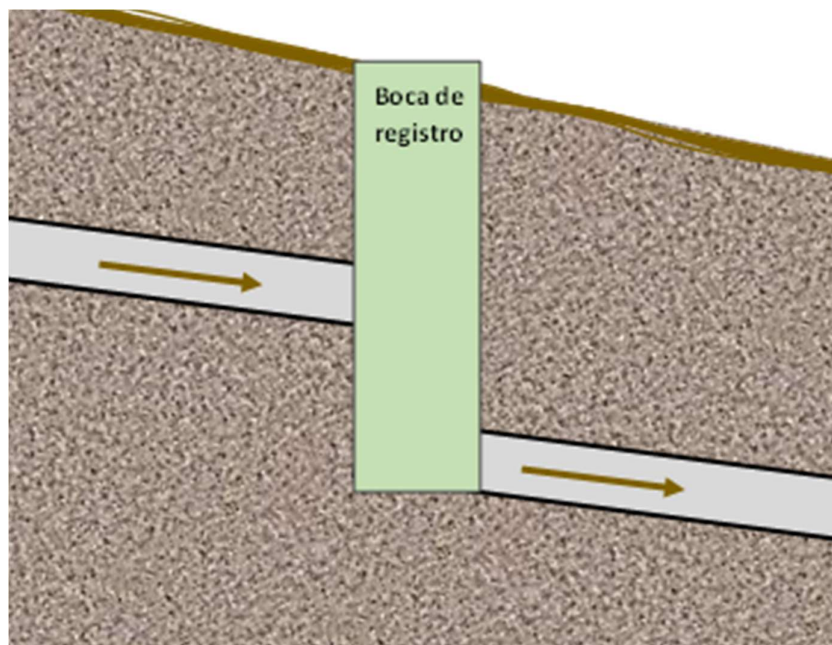


FIGURA N° 10: Boca de registro en un salto

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020	
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024	
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03	Página 27 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>		
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>		
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>		

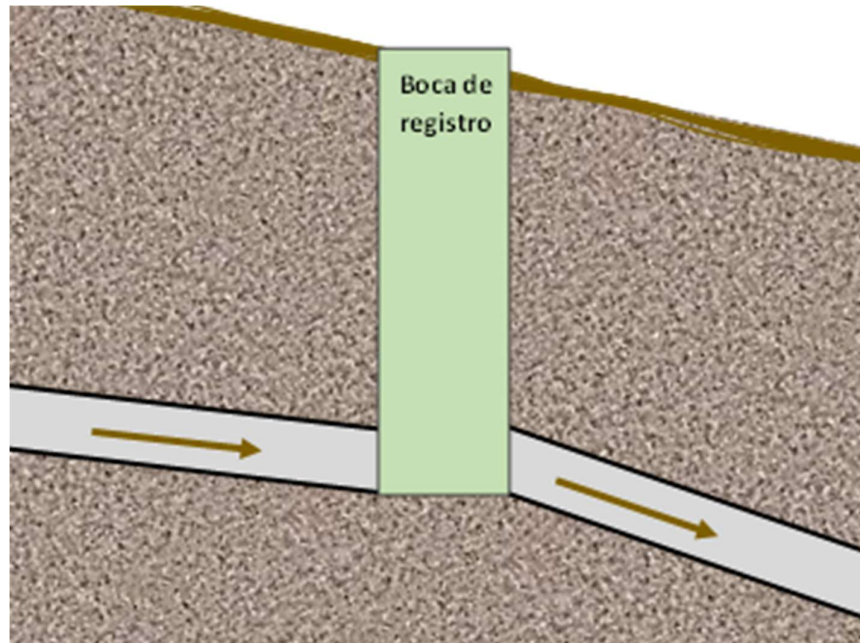


FIGURA N° 11: Boca de registro en un cambio de pendiente

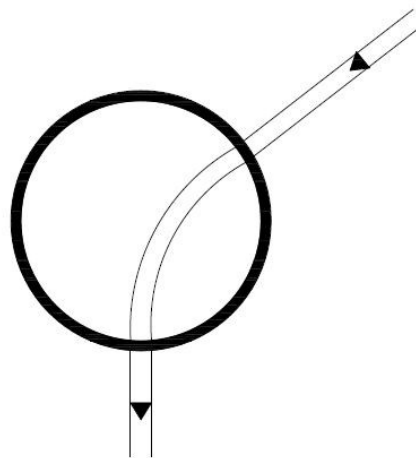


FIGURA N° 12: Boca de registro en un cambio de dirección

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 28 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

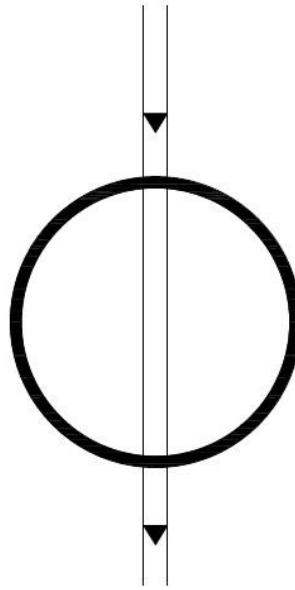


FIGURA N° 13: Boca de registro en un cambio de diámetro



FIGURA N° 14: Boca de registro a una distancia igual o menor a 120 m

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020	
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024	
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03	Página 29 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA		



## 8. DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RED COLECTORA DE DESAGÜES CLOACALES DE VILLA LA TELA

Para el dimensionado de la red se adopta una población de 4 hab./lote con un total de 680 conexiones. El número de habitante a servir resulta de 2720 hab. Por otra parte, se considera una dotación de agua potable de 250 lts./hab. x día y un efluente cloacal de 200 lts./hab. x día.

Con un coeficiente de gasto cloacal de 0,80, el caudal medio diario a conducir resultó de:

$$Q_c = 2720 \times 250 \times 0,80 = 707,2m^3/día$$

Este caudal fue afectado por una serie de coeficientes que permitirán determinar los caudales de diseño para las conducciones, de acuerdo a la normativa del ENOHSA

Población Servida	$\alpha 1$	$\alpha 2$	$\alpha$	$\beta 1$	$\beta 2$	$\beta$
500 h $\leq$ Ps $\leq$ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h $\leq$ Ps $\leq$ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h $\leq$ Ps $\leq$ 30.000 h	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

TABLA N° 3: Coeficientes para caudales vertidos a colectoras

Aplicando los coeficientes anteriores se obtuvo el siguiente caudal máximo horario de diseño para la red cloacal:  $Q_e = (544000 * 2,38) / 86400 = 14.99 \text{ L/seg.x}$

Para los fines de la modelación hidráulica de la red cloacal, se dividirá este caudal de acuerdo a la longitud de la red colectora cloacal que recorrerá las distintas calles de la urbanización.

El proyecto es la red colectora cloacal para el barrio existente denominado Villa La Tela, en la ciudad de Córdoba. El prestador del servicio de cloacas es la Municipalidad de Córdoba y es quien establece las normas para la ejecución de los proyectos. El proyecto a desarrollarse se ubica al norte de la Av. Fuerza Aérea, colinda al oeste con la Escuela de Suboficiales y al este con el Barrio San Roque, según se indica en la figura 15.

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 30 de 61	
<p><b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>  <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b></p>	



FIGURA N° 15: Croquis de ubicación de la red interna

El predio analizado se encuentra en las siguientes coordenadas geográficas: Longitud  $64^{\circ} 15' 09''$  O, Latitud  $31^{\circ} 25' 09''$  S, correspondiente a terrenos fiscales que originalmente estaban destinados al emplazamiento de la Av. Circunvalación, existiendo en la actualidad un asentamiento urbano denominado barrio Villa La Tela.

Para el diseño de las redes se adoptaron pendientes mínimas y máximas, en base a la combinación de dos metodologías que son:

**a) Método Tradicional o Velocidad mínima:** La velocidad crítica de arrastre o velocidad de autolimpieza define la velocidad para la cual se produce el arrastre o suspensión de las partículas transportadas, por lo que velocidades menores a esta no arrastrarán dichas partículas. La velocidad de auto limpieza se adopta igual a 0,6 m/s a sección llena, lo cual debe asegurarse a partir de la pendiente mínima.

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 31 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	





**b) Esfuerzo tractivo:** El esfuerzo tractivo mínimo impuesto por el ENOHSA es de  $t = 0,10 \text{ Kg/m}^2$ , que calculado con el caudal  $Q_{L0}$  (caudal máximo horario correspondiente al día de menor consumo) asegura el arrastre de las partículas de diámetro menor o igual a 1,5 mm. Esto presupone un criterio idéntico para todos los diámetros.

El cálculo hidráulico se realizó con ambas metodologías, pre dimensionando la red a partir del caudal máximo horario para el período de diseño  $Q_{E20}$  y verificando el buen funcionamiento de la red cloacal para el período inicial de la obra utilizando el caudal máximo horario del día de menor consumo,  $Q_{L0}$ , como se lleva a cabo en el Método de la Fuerza Tractiva.

Se plantea colectora simple por eje de calzada existente que son todas de ripio de manera tal que se minimicen las distancias de las acometidas domiciliarias y que sea, de esta forma, similar para todos los frentistas.

Por otra parte, la obra también incluye la ejecución de un nexo de PVC DN 250 mm, el que parte desde la boca de registro de la red interna del barrio ubicada en la esquina de las calles Arteaga y Zuluoaga en dirección oeste - este hasta la boca de registro ubicada en la esquina de Roque Arias y Echegaray desde donde allí comienza una cañería de PVC de DN 315 mm hasta descargar en la boca de registro existente ubicada en la esquina de la calle Isaac Albeñiz y Félix Paz.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 32 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

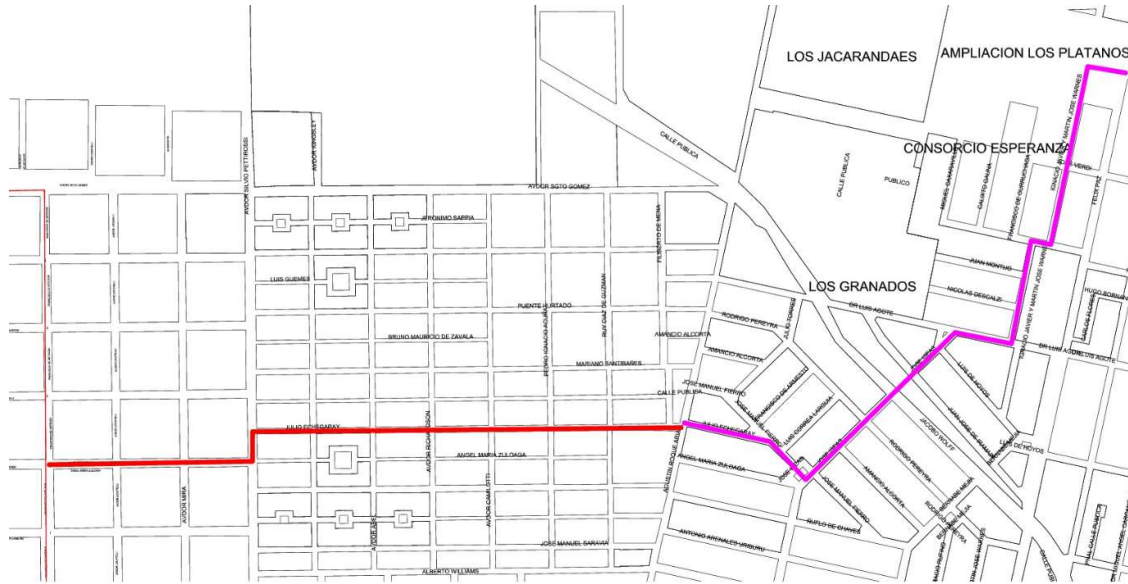


FIGURA N° 16: Croquis de ubicación de Nexo

## 8.1. JUSTIFICACIÓN DE LA SOLUCIÓN TÉCNICA

Para proveer del servicio cloacal domiciliario al Barrio Villa La Tela, se optó por ubicar conductos que recorran el barrio bajo calles. Desde aquí por gravedad hasta una boca de registro ubicada en Félix Paz esquina Issac Albeñiz que trasladará finalmente los efluentes a la planta de Bajo Grande para su tratamiento.

La red de cloacas permitirá la conexión de todas las viviendas frentistas trasladando todas las aguas negras para su posterior tratamiento y disposición final. Los conductos cloacales se realizarán en PVC. El diámetro a utilizar se calcula posteriormente.

## 8.2. CAÑERÍAS

El diámetro de las cañerías de la red interna serán de PVC DN 160 mm (el mínimo solicitado por la Municipalidad de Córdoba). Se determinó en función del caudal a conducir y de la pendiente a dar a la misma, adaptada a las características planialtimétricas existentes, pero adecuada, para mantener la velocidad de circulación que asegure el caudal deseado todo según se indica en la planilla de cálculo adjunta.

Tal cañería será de P.V.C. cloacal de diámetro y longitud según se indica a continuación:

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03      Página 33 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



Red interna:

PVC DN 160 mm: 5458,72 m

Nexo

PVC DN 250 mm: 1121,41 m (color rojo en la Figura N° 15)

PVC DN 315 mm: 1289,97 m (color magenta en la Figura N° 15)

Para todos los casos la ubicación de la cañería es por calzada.

El 80 % de la traza de la cloaca se desarrolla por calzada de tierra.

### 8.3. BOCAS DE REGISTRO

Con el objeto de tener acceso a las cañerías para poder desobstruir en caso de ser necesario, ya sea de forma manual o mecánica, se instalan bocas de registro en las intersecciones, cambio de dirección, cambio de pendiente, saltos y en distancias no superiores a 120 m, según las indicaciones de los planos correspondientes. Además, como ya se mencionó, tienen como función poder ventilar.

Tendrán una profundidad variable, desde un mínimo de 1,20 m., hasta un máximo de aproximadamente 3,00 m. Se construirán en hormigón elaborado in situ de forma cilíndrica, con un diámetro interior mínimo de 1,20 m., con tapas fundición dúctil para calzada y vereda todo en acuerdo a las Normas de la Municipalidad de Córdoba.

### 8.4. PLIEGO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Se adopta como Pliego de Especificaciones Técnicas el Legajo Técnico para Obras por Cuenta de Terceros de la Dirección de Redes Sanitarias y Gas de la Municipalidad de Córdoba.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 34 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 9. CÁLCULO HIDRÁULICO

### 9.1. CÁLCULO DEL CAUDAL

Para

$$Q_t = \frac{D \left( \frac{l}{l \times \text{hab. día}} \right) \times P \left( \frac{\text{hab.}}{\text{lote}} \right) \times N^\circ (\text{lote}) \times \alpha}{86400 \frac{s}{\text{día}}}$$

Donde:

$Q_t$  = caudal total

D= Caudal de vuelco por habitante

P= cantidad de habitantes por lote

$N^\circ$ = número de lotes

$\alpha$ = coeficiente de pico

### 9.2. CÁLCULO DEL CAUDAL MÉTRICO

$$Q_m = \frac{Q_t}{L_t}$$

Donde:

$Q_m$  = caudal métrico

$L_t$ =longitud total

### 9.3. CÁLCULO DEL CAUDAL POR TRAMO

$$Q_T = Q_m \times L_t$$

Donde:

$Q_t$  = caudal por tramo

$L_t$ =longitud del tramo

### 9.4. CÁLCULO DE LA VELOCIDAD POR TRAMO

$$V = 29,76 \times \phi^2 \times \sqrt{i}$$

Donde:

V= velocidad en m/s

$\phi$ = diámetro de la cañería en m

i= pendiente adoptada adimensional

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 35 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>	
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



### 9.5. CÁLCULO DEL DIÁMETRO

$$\phi = \left( \frac{Q_T}{23376 \times \sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

### 9.6. CÁLCULO DE LA FUERZA TRACTIVA

$$F_T = 690 \times n^{0,46} Q_T^{0,375} \times i^{0,8125}$$

Donde:

$Q_T$  = caudal por tramo

$n$  = coeficiente de Maning

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03      Página 36 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 10. CÁLCULO ESTRUCTURAL CAÑERÍA DE PVC

### 10.1. CÁLCULO DE LA CARGA DE RELLENO

$$Q = C \times \tau \times B \times D_{ext}$$

Donde:

C= coeficiente de carga a determinar previamente.

$\tau$ = peso específico del relleno (Kg/m<sup>3</sup>)

B= ancho de zanja (m)

D<sub>ext</sub>= diámetro externo del caño (mm)

Se recomienda

$$\tau = 2000 \text{ Kg/m}^3$$

$$f = 20^\circ$$

El coeficiente de Rankine

$$k = \frac{1 - \text{sen } f}{1 + \text{sen } f}$$

Y el coeficiente de rozamiento  $\mu$

$$\mu = \text{tg } f$$

Diámetro externo del caño Dext (mm)	Ancho mínimo de zanja B (m)
110	0,50
160	0,50
200	0,55
250	0,60
315	0,65
355	0,70
400	0,75

TABLA N° 4: Ancho de zanjas según ENOHSA

El coeficiente de carga será:

$$C = \frac{1 - e^{-2k\mu H/B}}{2k\mu}$$

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 37 de 61	
<p><b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>  <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>  <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b></p>	



$$B \leq 2D_{ext} \therefore H \geq 1,5B$$

$$2 D_{ext} < B \leq 3D_{ext} \therefore H \geq 3,5B$$

## 10.2. CÁLCULO DE LA CARGA DE TRÁNSITO

$$Q_V = pd \times \phi \times D$$

Donde:

pd= intensidad de carga sobre el caño

$$pd = \frac{3}{\pi} \times \frac{P}{H^2} \times \left\{ \left[ \cos \left( \arctg \frac{2,25}{H} \right) \right]^5 + \left[ \cos \left( \arctg \frac{0,45}{H} \right) \right]^5 \right\}$$

Donde P= carga por rueda en kg se adopta 6000 kg

H= tapada en m

$\phi$ = coeficiente de impacto

Deflexión

$$\Delta y = \frac{(D_L \times Q \times Q_V) \times k}{\left( \frac{2 \times E}{3 \times (R - 1)^3} \right) + 0,061 \times E''}$$

$\Delta y$ = deflexión vertical

$D_L$ = coeficiente de deflexión a largo plazo

Q= carga de relleno (Kg/m)

$Q_V$ = carga de tránsito (Kg/m)

k= coeficiente de apoyo (adimensional)

E= módulo de elasticidad del PVC (Kg/m<sup>2</sup>)

R= relación de elasticidad entre diámetro exterior y espesor (adimensional)

$E''$ = módulo de reacción del suelo (Kg/m<sup>2</sup>)

Deflexión porcentual:

$$\frac{\Delta y}{D_{ext.}} (\%) = 100 \times \frac{\Delta y}{D_{ext.}}$$

Valor que debe agregarse la deflexión adicional considerada por Howard

La suma de ambas deflexiones debe ser menor de 5%.

En la planilla que se adjunta como anexo se explicitan los cálculos.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03      Página 38 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>	
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 11. EJECUCIÓN DE LA OBRA Y RESOLUCIÓN DE CONFLICTOS

Luego de que se terminase de elaborar el proyecto ejecutivo, se dio comienzo a la obra propiamente dicha, en la cual se pueden diferenciar dos partes de características distintas: una parte consiste en la ejecución de la red de desagües cloacales en el Barrio Villa La Tela, mientras que la segunda se trata de la ejecución del nexo cloacal. La diferencia entre estas dos estriba en que el nexo no cuenta con conexiones domiciliarias.

A continuación, se reseña el detalle de los pasos necesarios que deben ejecutarse en la obra para la concreción de la red de desagües cloacales.

Paso N°1: Se hace una verificación de los niveles del terreno de toda la traza de la obra, lo que permite calcular las tapadas de la cañería a partir de la pendiente prevista en el proyecto.

Paso N°2: Con la información recabada respecto a posibles interferencias de servicios subterráneos públicos y/o privados con la traza de la cañería de cloacas, se hicieron sondeos de estos sectores para determinar en forma exacta su tapada y ubicación en planta y así corroborar si efectivamente interfieren con la ejecución de obra y también para evitar dañarlos.

Paso N°3: Se ejecutan las bocas de registro, las que deben construirse en las ubicaciones previstas en el proyecto ejecutivo. Se pueden hacer de PRFV, hormigón premoldeado en forma completa (losa de fondo, aros de hormigón de altura variable, losa superior y marco con tapa) y/o de hormigón in situ utilizando moldes metálicos. Esta opción fue la utilizada en obra. La distancia entre dos bocas de registro consecutivas no puede exceder los 120,00 ml, dado que los equipos de desobstrucción actualmente en uso tienen ese rango máximo de acción para poder desobstruir la cañería en caso de taponamiento de la misma

Paso N°4: Se tira una tanza entre dos bocas de registro consecutivas. Acto seguido se marca esta línea con cal, lo que permite determinar la traza y se comienza con las tareas de excavación con maquinaria pesada. Si fuese necesario, ante la presencia de pavimento, previamente al ingreso de la retropala deberá intervenir un micargador con la herramienta martillo para debilitar y/o romper el pavimento. En este caso se utilizó una retropala Marca Terex Modelo 760 B y un micargador marca Bobcat Modelo S 750

Paso N°5: Se excava hasta el punto denominado fondo de zanja, el que tiene en cuenta el espacio para la colocación de una cama de arena de 10 cm de espesor donde se apoyará la cañería. El fondo de zanja se calcula haciendo la diferencia entre la cota del terreno natural, que en nuestro caso de estudio se correspondía con la cota del pavimento flexible o del

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 39 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	





pavimento rígido o de las calzadas de ripio, y el intradós de caño, a lo que debe adicionarse el diámetro del caño y el espesor de sus paredes más el espacio que ocupa la cama de arena. La profundidad del fondo de zanja en obra la indica el topógrafo con un nivel óptico y la colaboración de un ayudante, quien sostiene una mira de aluminio graduada en el fondo de la excavación. Esta tarea se hace por tramos de unos 20 ml, lo que permite bajar al fondo de zanja y “enchufar” unos 3 caños, que, en este caso son de PVC y tienen una longitud comercial de 6,00 ml.

Paso N°6: se compacta el fondo de la zanja con motopisón y se hace la cama de arena de 10,00 cm de espesor.

Paso N°7: Se baja el caño y se lo coloca sobre la cama de arena en forma cuidadosa para no dañarlo. Como se trata del primer caño, y siempre se comienza desde una boca de registro, hay que hacer un sellado con concreto entre la unión del caño con la boca de registro. Se deja que sobresalga unos 30 cm del caño por dentro de la boca de registro para poder hacer las pruebas correspondientes a posteriori. A continuación, se procede a descender el segundo caño, el cual se conecta con el primero a través de un aro de goma. Para poder hacerlo hay que utilizar vaselina sólida, la que se coloca con un pincel en forma generosa en ambos extremos de los caños para luego, utilizando una barreta con un puntal en forma perpendicular al extremo del caño número dos, se presiona, “barretear” en la jerga, de forma suave y marcando previamente con un fibrón hasta donde se tiene que enchufar el caño y así evitar dañar la goma del mismo.

Paso N°8: Se nivela el lomo del caño, tanto en sus extremos como en su parte media.

Paso N°9: Se ejecuta el “arriñonado de la cañería” para evitar deformaciones por aplastamiento del caño. Esta tarea consiste en poner arena limpia libre de piedras u otro elemento punzante en los laterales del caño hasta la mitad del mismo, compactando con pisón de mano en capas. Se controla nuevamente la cota de la cañería hasta dejarla según indican los planos. Luego se completa con más arena de las mismas características hasta unos 10 cm por sobre el lomo del caño. Se repite el proceso hasta llegar a la siguiente boca de registro y, así, completar el tramo. El último caño también se lo hace entrar 30 cm en la boca de registro y se procede a sellar el orificio practicado en la boca de registro con concreto, de la misma forma que se hizo en la anterior boca de registro.

Paso N°10: Se hace una prueba hidráulica a zanja abierta. Para lo cual es necesario quitar el aire que se encuentra en el interior de la cañería haciendo un espiche para purgar. Una vez

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 40 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



retirado el aire se le coloca un tornillo autoperforante con arandela de goma para evitar que salga el agua y la cañería se mantenga hermética.

Paso N°11: Aprobada la prueba hidráulica a zanja abierta se comienza a rellenar la excavación con capas de unos 20 a 30 centímetros con motopisón y se coloca una malla plástica de advertencia a unos 50 cm por sobre la cañería.

Paso N°12: Se repite la prueba hidráulica a zanja tapada.

Paso N°13: Luego se hace un paso de tapón o mandril que permite verificar que no se haya deformado la cañería durante el proceso de instalación y tapado de la misma.

Paso N°14: Se ejecuta los cojinetes en el interior de las bocas de registro. Los cojinetes tienen la forma de una media caña y permiten ver el funcionamiento hidráulico dentro de la boca de registro y, al tratarse de una media caña, facilita el acceso de los elementos de desobstrucción de la cañería en el caso de detectarse un taponamiento en la misma. El material del cojinete es hormigón y se los impermeabiliza con tres manos de Sika Monotop 107, lo mismo que a las paredes interiores de las bocas de registro. Para finalizar se hace una prueba de hermeticidad de la boca de registro llenado con agua hasta el ras de la misma, previo taponamiento de las cañerías entrantes y salientes.

Paso N°15: La prueba de funcionamiento final de toda la red consiste en volcar agua, desde un camión cisterna, en el interior de la boca de registro que se encuentra en el punto más alto de la traza. Luego se quitan todas las tapas del resto de las bocas de registro y, siguiendo la traza aguas abajo, se observa las características que presenta este escurrimiento y la velocidad del agua.

Paso N°17: Se procede a restituir los pavimentos a su condición anterior a su intervención.

### 11.1. RESOLUCIÓN DE CONFLICTO EN EL BARRIO LA TELA

En términos generales, no se presentaron mayores inconvenientes para la ejecución de la obra, en lo que respecta a las interferencias entre los servicios existentes antes del comienzo de los trabajos y la traza, dentro del Barrio La Tela.

Si se verificó la presencia de cañerías de la red de agua potable en algunas esquinas del barrio. Para evitar daños en estas instalaciones fue imprescindible conocer con precisión la ubicación de las mismas en planta y profundidad. Esto se logró mediante la realización de sondeos a mano. Con esta información fue posible comenzar con las tareas de excavación con maquinaria pesada, lo que permitió que no se produjeran daños en las cañerías existentes.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 41 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



Otras singularidades se detectaron en la Av. Fuerza Aérea. Dentro de las tareas previas a la ejecución del proyecto, se destacan las solicitudes que se presentan a todas las empresas y organismo públicos y/o privadas para que se nos informen si es que cuentan en la zona en la que se ejecutará la obra con alguna instalación que pudiera llegar a verse afectada por la misma.

Es así que, a partir de la respuesta recibida por parte de la E.P.E.C., nos anunciamos de la existencia de cables subterráneos de media tensión en la mencionada avenida. Aquí también fue menester realizar los sondeos manuales y que nos permitieron ubicar con precisión la ubicación de estos cables.

Por otro lado, Aguas Cordobesas S.A., nos informa de la existencia de una cañería de diámetro 700 mm de hormigón armado, cuya traza se desarrolla por el medio de la calzada de calle Francisco de Arteaga, desde Av. Fuerza Aérea y con sentido sur-norte. De igual forma se corrobora ubicación y tapada con sondeos manuales.

Con la información confirmada, a partir de los sondeos, de la ubicación exacta de las interferencias con los otros servicios ya existentes en el lugar, se decide instalar la cañería de desagües cloacales en forma paralela a la cañería de agua y con una separación de 2,50 m de distancia, a los fines que no se vea afectado cuando comiencen los trabajos de excavación para hacer la red cloacal. El temor era que se produjese un “descalce” del caño de agua, el que tiene un peso importante si sumamos lo que aporta el material del caño, que es de hormigón armado, y el peso del agua que se conduce en su interior.

La ejecución de la obra discurrió casi sin que se verificaran inconvenientes que valiera la pena resaltar, salvo en la esquina de Francisco de Arteaga y Almonacid. A continuación, se describe la problemática encontrada en este sector de la obra y cuáles fueron las acciones que se pusieron en práctica para resolver los inconvenientes a los que nos enfrentábamos.

En esta esquina se verificó la presencia de una importante cantidad de caños de agua, los que contaban con distintos diámetros (75mm, 100mm, 250mm y de 700mm), materiales (asbesto cemento, de hierro fundido, de hormigón armado y de PVC) y tapadas (desde los 1,00 m hasta los 1,80 m). El panorama se tornaba más complejo en esta esquina ya que se verificó la presencia de las siguientes instalaciones de Aguas Cordobesas S.A.:

- Cámaras de desagüe
- Ramales de derivación
- Cámara de válvula donde se aloja la válvula mariposa que permite accionar la apertura o el cierre del servicio del caño de 700mm de hormigón armado

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 42 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

- Cámara donde el prestador del servicio, en este caso Aguas Cordobesas S.A., mide la presión de agua de la red en ese punto.
- Cámaras de válvulas exclusas ubicadas en las distintas cañerías para poder abrir o cerrar el paso del agua de las mismas

En la siguiente figura está el detalle de las instalaciones que nos fuera proporcionado por Aguas Cordobesas S.A.:

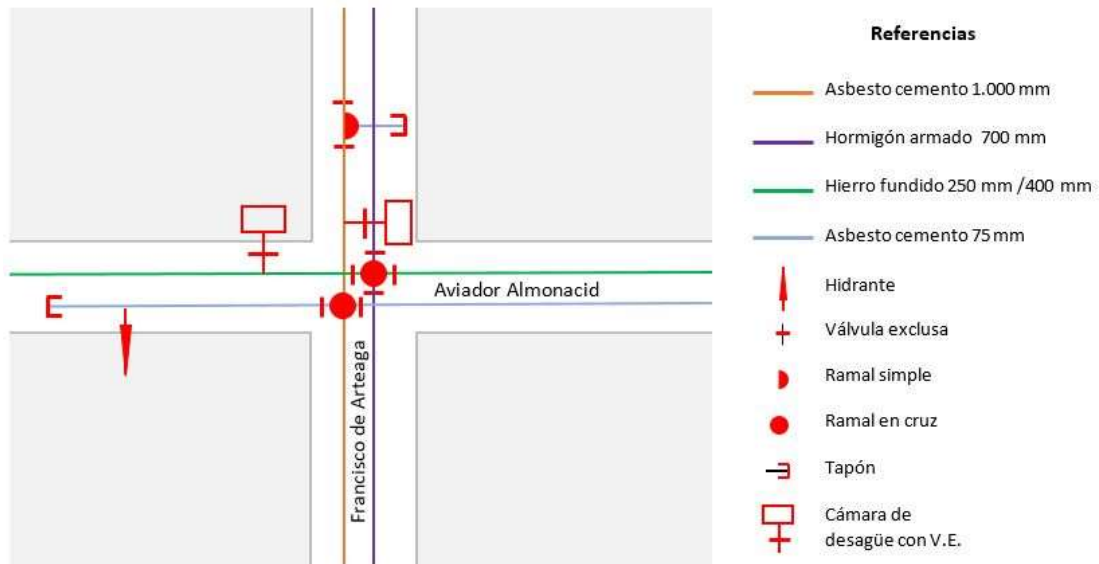


FIGURA N° 17: Detalle interferencias red de agua existente

Para evitar dañar estas instalaciones fue necesario volver a recurrir al sondeo manual, lo que nos permitió ubicarlas con precisión, tanto en lo que hace a su línea en el plano horizontal, como así también a su profundidad o tapada.

Entonces, conociendo estos datos, se decidió modificar el trazado original de la red de cloacas. Efectivamente, se realizó una “triangulación”, para lo que fue necesario agregar la construcción de dos bocas de registro adicionales a las que estaban previstas originalmente, las que fueron desplazadas tal como se observa en las siguientes figuras, que representan la situación original (Antes) y la solución propuesta (Después)

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 43 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

**Antes:**

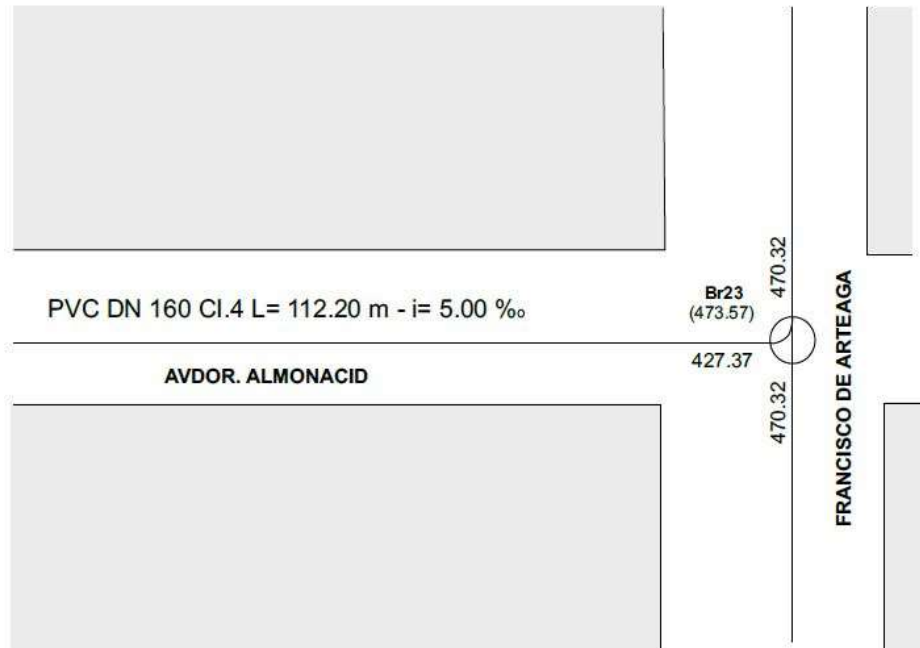


FIGURA N° 18: Proyecto original de cloacas (Antes)

**Después:**

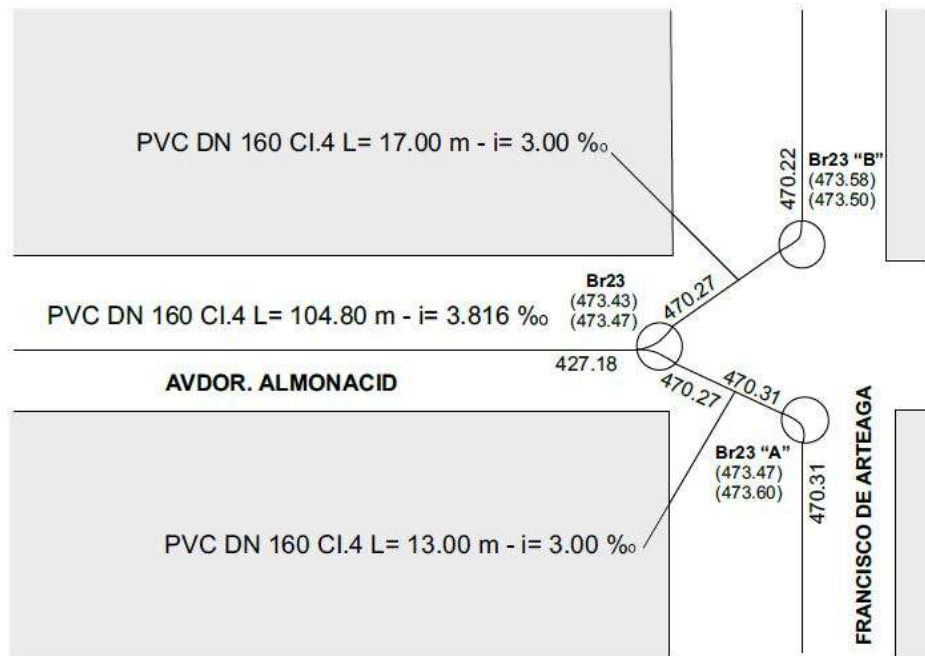


FIGURA N° 19: Solución ejecutada en obra (Después)

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 44 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

De esta forma fue posible “llevar” la cañería de la cloaca cruzando en forma paralela a la ochava de las esquinas, lo que permitió salvar las interferencias existentes y así poder continuar con la ejecución de la red cloacal.

A continuación, se muestra como se fue ejecutando el badén de la esquina en cuestión.

En la esquina de Arteaga y Almonacid solamente se podía observar, en el año 2013, algún brasero y 2 tapas.



FOTOGRAFÍA N° 1: Estado de situación de la intersección de Arteaga y Almonacid antes de la intervención (año 2013)

En el año 2019 se procedió a la ejecución del badén de hormigón en dicha intersección:



FOTOGRAFÍA N° 2: Ejecución del badén (año 2019)



FOTOGRAFÍA N° 3: Ejecución del badén (año 2019)

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 45 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>	
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



FOTOGRAFÍA N° 4: Ejecución del badén (año 2019)

## 11.2. RESOLUCIÓN DE CONFLICTO EN EL NEXO CLOACAL

Inicialmente el recorrido de la traza del nexo cloacal se planteó que comenzaría en el punto más bajo en Villa la Tela, sito en la intersección de calle Arteaga esquina Zuloaga. La cañería tendría el siguiente trazado: Zuloaga, Agustín Roque Arias, Etchegaray, Isaías, cruce del canal maestro sur hasta calle Agote y finalizando en el punto de conexión en calle Félix Paz esquina Isaac Albéniz, donde actualmente está en funcionamiento un caño cloacal de diámetro 315 mm.

Se adjunta, como anexos, el plano originalmente aprobado del nexo cloacal y el correspondiente plano conforme a obra, donde se documentaron todos los cambios materializados en la obra.

Los dos cambios más trascendentes en la traza respecto de lo que estaba prevista originalmente fueron los siguientes:

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 46 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



*Primer cambio:*

Luego de la ejecución de un sondeo manual en calle Aviador Petirossi esquina Julio Echegaray, se constató la existencia de un caño de hormigón armado de diámetro 900 mm, perteneciente a Aguas Cordobesas S.A., el que se dirige desde Av. Fuerza Aérea hacia el norte por la calle Aviador Petirossi. Se toma lectura del extradós del caño de agua y se calcula la cota de la base del caño. De estos cálculos surge que el caño de PVC de diámetro 250mm del nexo cloacal que se debe instalar se intercepta en este sitio con el caño de agua, lo que torna imposible el pasaje del caño de cloacas por esta esquina.

En búsqueda de alternativas que solucionen este inconveniente, se decidió hacer un sondeo sobre el mismo caño de agua, pero en la esquina anterior, es decir en la esquina de Aviador Petirossi y Zuloaga. Luego de proceder en forma análoga, sondeo, medición del extradós del caño de agua y cálculo de la cota de la base este caño, se obtiene la siguiente conclusión: el extradós del caño cloacal de 250 mm pasa 25 mm por debajo de la base del caño de agua.

Como la separación entre las dos cañerías sería casi nula, Aguas Cordobesas S.A. solicita que se verifique por lo menos una separación mínima entre ambas de 100 mm. Para alcanzar la separación exigida entre las dos cañerías fue necesario, desde una distancia aproximada a los 230 m antes de llegar a la esquina en conflicto, modificar la pendiente original del caño de cloaca del 2,5 por mil por una pendiente mayor, del 3,0 por mil. Esta permitió “ganar” unos centímetros adicionales de separación entre las cañerías y cumplir con la exigencia de Aguas Cordobesas S.A. Cabe destacar que la inspección de obra, ejercida por la Dirección de Redes Sanitarias y Gas de la Municipalidad de Córdoba, autorizó la realización de estas modificaciones sobre el proyecto originalmente aprobado del nexo cloacal.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 47 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



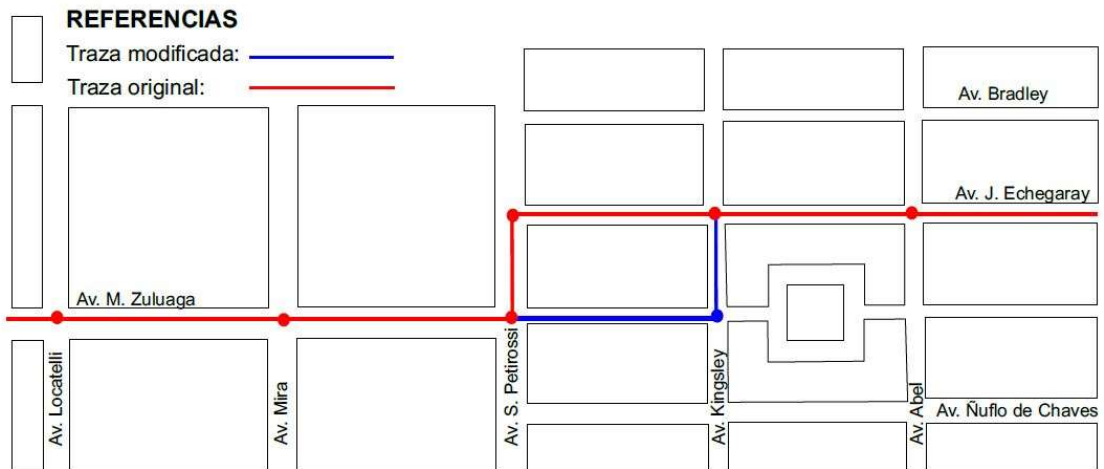
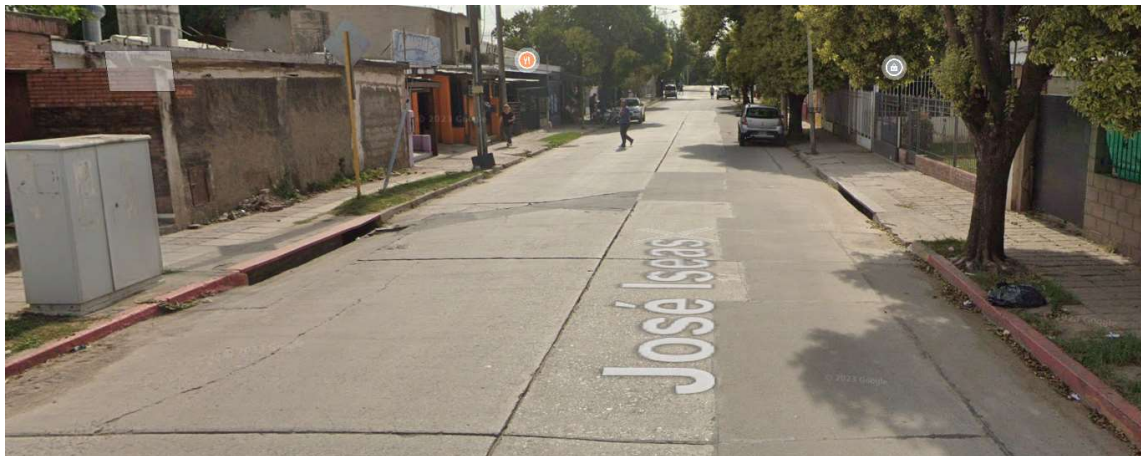


FIGURA N° 20: Comparativa entre la traza original y la solución adoptada en obra

**Segundo cambio:**

En el tramo de calle Iseas, entre Etchegaray y Agote, como se observa en la siguiente fotografía, se verificó la existencia bajo calzada de desagües pluviales, consistentes en cañerías con sus respectivas cámaras y sumideros. Instalar la cañería por esta calle tal cual lo preveía el proyecto ejecutivo se hubiese convertido en una tarea bastante complicada, laboriosa y lenta.



FOTOGRAFÍA N° 5: Interferencia con desagües pluviales en calle José Iseas

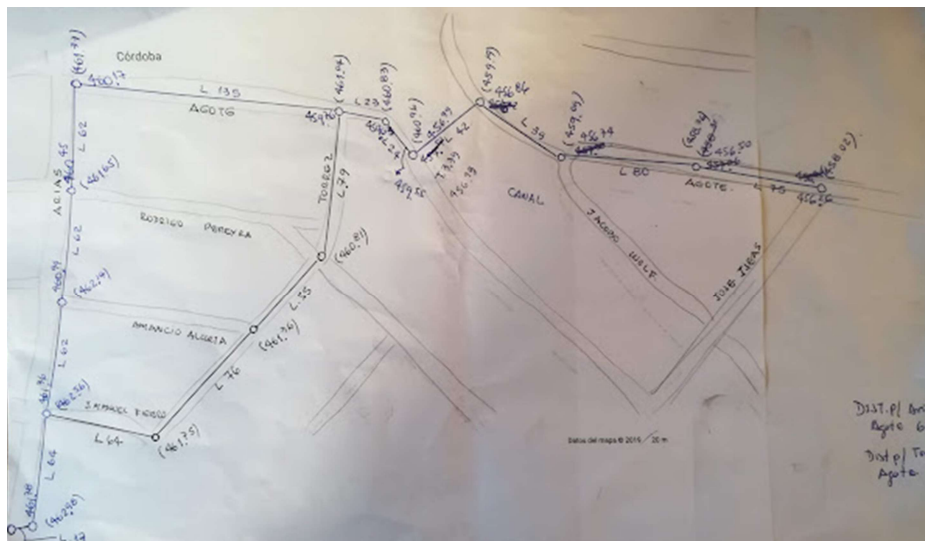
<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 48 de 61	
<p><b>DOCUMENTO CONTROLADO</b></p> <p><b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b></p> <p><b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b></p>	

También la traza original preveía continuar por calle José Iseas y pasar por debajo del puente que atraviesa el canal Maestro Sur. Esta solución era muy costosa ya que no se podía ejecutar la excavación a cielo abierto por la presencia del puente, por lo tanto, se requería para su ejecución del empleo de una tunelera teledirigida.



FOTOGRAFÍA N° 6: puente de calle José Iseas sobre el canal Maestro Sur

A partir de estas dos dificultades que se presentaron en calle José Iseas, desagües pluviales y puente sobre el Canal Maestro, se decidió explorar otras alternativas, para lo cual se realizó las nivelaciones correspondientes a estas variantes y se verificó que cumplieren con las tapadas y pendientes exigidas, definiéndose este nuevo trazado: Roque Arias, Luis Agote, Jacobo Wolff, cruce del Canal Maestro Sur, Luis Agote hasta equina José Iseas, punto a partir del cual se retoma la traza original.



FOTOGRAFÍA N° 7: croquis de trabajo con el relevamiento para el cambio de traza

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03      Página 49 de 61
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>	
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

Como anexo se adjunta el plano del nexo cloacal del barrio Villa La Tela, donde se ha superpuesto el trazado original y las modificaciones que fueron necesarias introducir para salvar los inconvenientes antes detallados.

### *Cruce del canal maestro*

Debido al cambio de traza surge el inconveniente de como cruzar el canal maestro con la cañería del nexo cloacal.

Se comenzó por realizar las mediciones que permitieran definir la cota en el fondo del canal. Esta información fue crucial para determinar la profundidad a la que se instalará el nexo cloacal, dado que se debe respetar como mínimo una tapada de 1,20 m. respecto a la solera del canal. A continuación, se pueden observar como se realizaron las mencionadas mediciones.

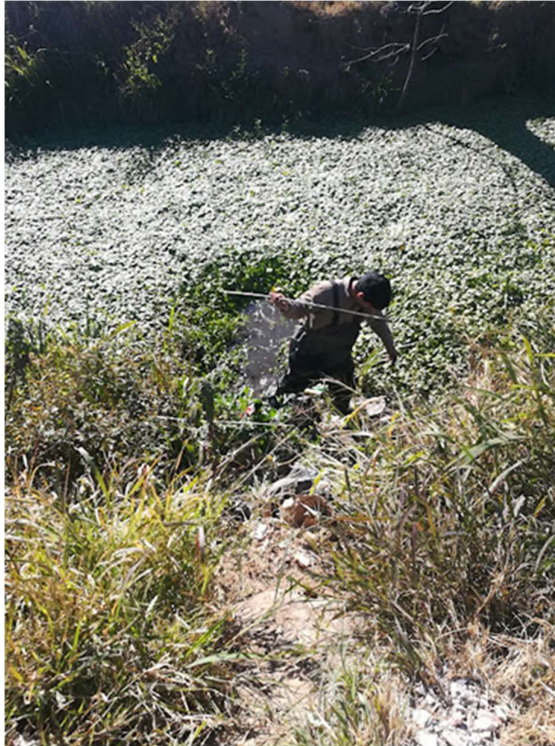


FOTOGRAFÍA N° 8: Estado del canal antes de la intervención



FOTOGRAFÍA N° 9: Posicionamiento del instrumental de medición

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 50 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



FOTOGRAFÍA N° 10: Sondeos previos al posicionamiento de la mira



FOTOGRAFÍA N° 11: Operario sosteniendo la mira para la nivelación

A continuación, se procedió a la nivelación correspondiente de la nueva traza para poder cruzar el canal, lográndose resultados positivos en cuanto a los cálculos de tapadas y pendientes, tomándose la decisión de proceder al cruce por dicho punto.

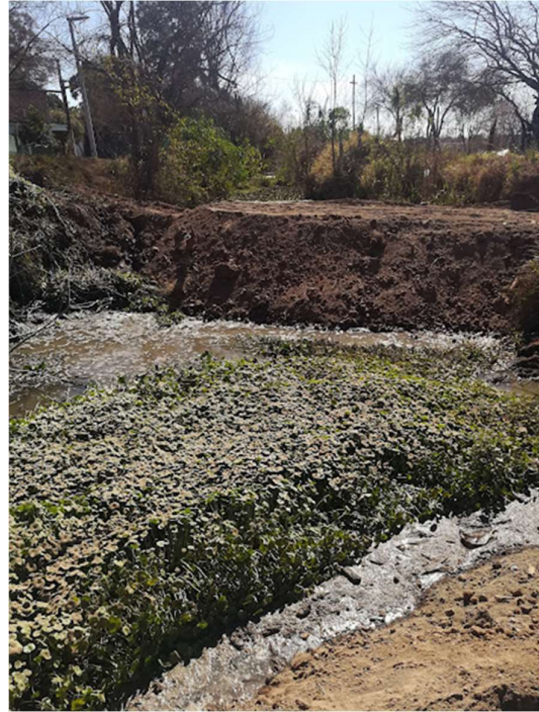
Se comenzó protegiendo la zona de trabajo mediante un cerco con malla electrosoldada sujeta con puntales de madera de 3" x 3" de 2,00 m de alto.

Luego, mediante la utilización de maquinaria pesada, en este caso una retro pala y una cargadora frontal, se ejecutó un taponamiento del canal, empleando suelo del lugar, a aproximadamente 5 metros aguas arriba y aguas debajo de donde cruza el caño cloacal, quedando una franja libre de ancho de trabajo de aproximadamente unos 10 metros.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 51 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



FOTOGRAFÍA N° 12: Cerco de protección en la zona del cruce



FOTOGRAFÍA N° 13: Movimientos de suelo para taponar el canal



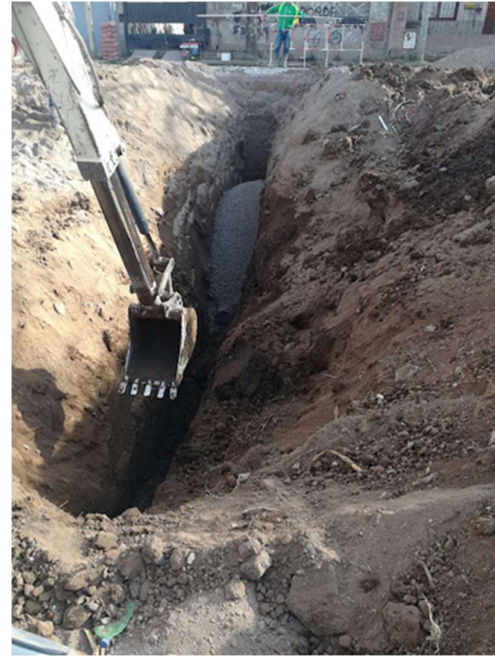
FOTOGRAFÍA N° 14: Canal ya taponado

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 52 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>	
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

Finalmente se comienza con la excavación según las cotas calculadas previamente y con la colocación de la cañería correspondiente.



FOTOGRAFÍA N° 15: Cañería colocada y tapada en medio cruce



FOTOGRAFÍA N° 16: Perfilado de la excavación para la segunda mitad del cruce

Una vez concluido con estos trabajos, se procede al tapado de la cañería, haciendo una protección mecánica con hormigón H13 en su parte superior y luego se retiraron los tapones de suelo que se hicieron aguas arriba y aguas abajo del cruce, dejándose el canal en las mismas condiciones en el que fue encontrado.



FOTOGRAFÍA N° 17: Canal restituído a su condición anterior

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 53 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b>	
<b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b>	
<b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



## 12. CONCLUSIONES

Se logró proyectar y construir la red de desagües cloacales para todo el barrio y el nexo cloacal para la disposición final de los líquidos para una vida útil de 30 años o más, si se verificase que el crecimiento de la población fuese más lento que el estipulado.

A medida que se fue ejecutando la obra se presentaron distintas situaciones no previstas en el proyecto ejecutivo, las que fueron necesarias solucionar para poder dar continuidad a los trabajos.

La obra se concluyó en tiempo y en forma, obteniéndose resultados positivos en todas las pruebas solicitadas por el comitente para verificar el correcto funcionamiento de la red.

La habilitación al servicio trajo muchos beneficios para los vecinos del barrio, tanto desde el punto de vista sanitario como el ambiental, ya que muchas viviendas no disponían de un correcto sistema de evacuación de efluentes que se reflejaba en que se volcasen las aguas negras a la vía pública, generando focos infecciosos y de contaminación.

Cuando se finalizó la obra y se habilitó el uso de la red por parte de la Municipalidad de Córdoba se hizo una reunión con los referentes del barrio para explicarles como conectarse a la red. Es práctica común en estos barrios de bajos recursos económicos no pedir en la Dirección de Redes Sanitarias y de Gas autorización y pagar el tributo correspondiente para conectarse. El comitente de la obra conoce dicha situación y permite que los frentistas se conecten sin hacer el trámite antes mencionado. En la actualidad me consultan para saber donde se encuentran los servicios domiciliarios que se ejecutaron para que los vecinos puedan conectarse a la red.

Me piden asesoramiento en cómo hacerlo y que materiales usar. También les explico y enseño como deben modificar y/o hacer la instalación interna domiciliaria cloacal, agregando cámaras de inspección en los puntos necesarios (a la salida de un baño o cocina) y que diámetros de caños cloacales deben utilizar para poder evacuar los líquidos cloacales de sus viviendas.

De igual forma les explico que se puede “tirar” a la cloaca a través de un inodoro o de la cocina para evitar que su red interna cloacal se obstruya o la red del barrio.

Resultó de gran utilidad poder poner en práctica los conocimientos teóricos recibidos durante el cursado de las distintas asignaturas de la carrera Ingeniería Civil en la Universidad Católica, como así también la experiencia adquirida en el campo laboral todos estos años.

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 54 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



### 13. BIBLIOGRAFÍA

Censos Nacionales y Provinciales” Disponible en: <https://estadistica.cba.gov.ar/>

Ente Nacional de Obras Hídricas y Saneamiento (ENOHSa) (1993): “Normas de estudio criterios de diseño y presentación de proyector de desagües cloacales para localidades hasta 30.000 habitantes”.

AySA - Agua y Saneamientos Argentinos (2019): “Criterios de diseño Hidráulico para desagües cloacales”. Disponible en:

<http://apla.gov.ar.vxct22007.avnam.net/files/pdf/2019/11/cloacas.pdf>

AySA – Agua y Saneamientos Argentinos (2010): “Guías y criterios técnicos para el diseño y ejecución de redes externas de cloaca”. Disponible en:

<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aysa.pdf>

AySA – Agua y Saneamientos Argentinos (2006): “Especificaciones técnicas y generales – Provisión de Agua – Desagües Cloacales”. Disponible en:

<https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/aysa.pdf>

Universidad Católica de Córdoba. Apuntes de cátedra de las materias: Topografía I y II, Ingeniería Sanitaria, Cálculo Estructural I y II, Mecánica de los fluidos.

Pliegos de especificaciones técnicas particulares de “Obras de infraestructura pública, nexo de agua y cloacas; y equipamiento comunitario en el barrio Villa la Tela de Córdoba Capital”

<b>Elaboró:</b> González, Sebastián - Ruiz, Federico	<b>Código:</b> TFBH-2020
<b>Revisó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Emisión:</b> marzo de 2024
<b>Autorizó:</b> J. M. Fontana – F. M. Ganancias	<b>Revisión:</b> 03
Página 55 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	



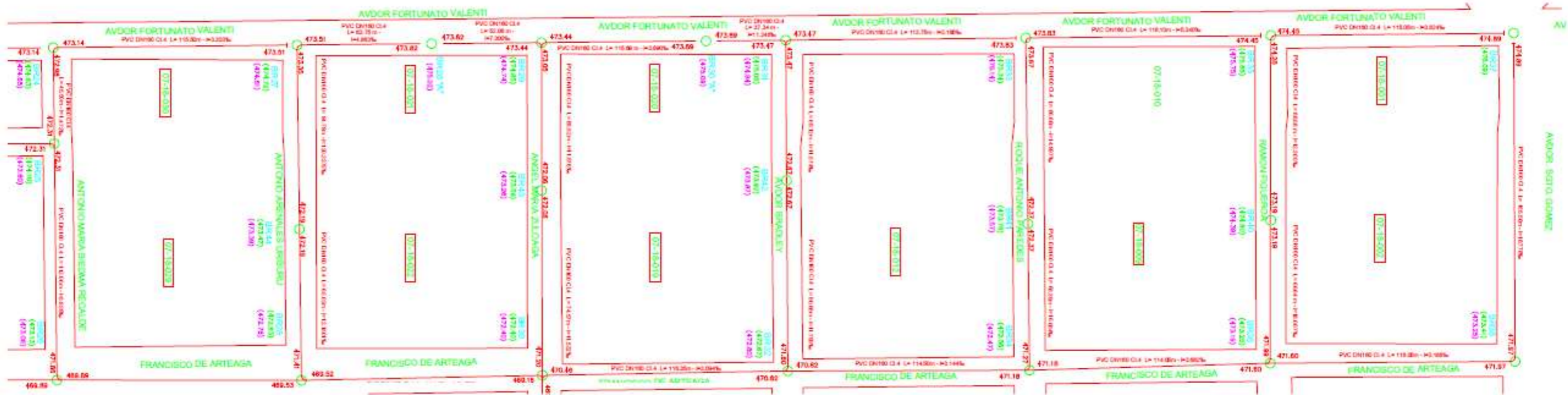
## 14. ANEXOS

### 14.1. Plano red de desagües cloacales B. Villa La Tela – Parte 1°



Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: Marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 56 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

14.2. Plano red de desagües cloacales B. Villa La Tela – Parte 2°



Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 57 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

14.3. Plano nexo cloacal B. Villa La Tela – Trazado original y modificación



Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 58 de 61	
<b>DOCUMENTO CONTROLADO</b> <b>CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL</b> <b>UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA</b>	

14.4. Planillas con los cálculos

PLANILLA DE CÁLCULO					
BARRIO	VILLA LA TELA	Caudales	QE20	14,99 L/s	
Dotación de agua	250 L/hab. día	$\alpha 1$	Longitud total	5.458,72 m	
Coefficiente de aporte	0,8	$\alpha 2$	Gasto métrico	0,002745 L/s*m	14,99
Caudal de vuelco	200 L/hab. día	$\alpha 2,38$	Cama de arena	510,34 m <sup>3</sup>	
Población	2720 hab.	$\beta 1$	Excavación	9274,17 m <sup>3</sup>	
Número de conexiones domiciliarias totales	680	$\beta 2$			
Inmediatas	680	$\beta$			
Futuras					

Tramo	BOCA DE REGISTRO		LONGITUD DE TRAMO	COTA TERRENO AG. ARRIBA	COTA TERRENO AG. ABAJO	PENDIENTE TERRENO	QE20 TRAMO	QE20 ACUMULADO	PENDIENTE ADOPTADA CAÑERÍA	DIÁMETRO INTERNO CÁLCULO	DIÁMETRO INTERNO ADOPTADO	PENDIENTE MÍNIMA	VELOCIDAD CAÑERÍA	COTA INTRADOS AG. ARRIBA	COTA INTRADOS AG. ABAJO	TAPADA AG. ARRIBA	TAPADA AG. ABAJO	ANCHO DE ZANJA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN	CAMA DE ASIENTO	FUERZA TRACTIVA
	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO																			
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	4	1	58,95	474,91	474,94	-0,001	0,162	0,162	0,003	0,035	0,160	0,003	0,17	473,71	473,53	1,20	1,41	0,60	55,35	3,54	0,03
2	1	2	44,85	474,94	474,55	0,009	0,123	0,285	0,004	0,041	0,160	0,003	0,22	473,53	473,35	1,41	1,20	0,60	42,11	2,69	0,05
3	5	2	58,75	475,00	474,55	0,008	0,161	0,161	0,008	0,029	0,160	0,003	0,25	473,80	473,35	1,20	1,20	0,60	51,46	3,53	0,07
4	2	3	114,25	474,55	473,24	0,011	0,314	0,760	0,010	0,050	0,160	0,003	0,40	473,35	472,04	1,20	1,20	0,60	100,08	6,86	0,15
5	3	6	51,89	473,24	473,58	-0,007	0,142	0,902	0,003	0,066	0,160	0,003	0,27	472,04	471,88	1,20	1,70	0,60	53,24	3,11	0,06
6	6	10	57,38	473,58	473,56	0,000	0,158	1,060	0,003	0,070	0,160	0,003	0,28	471,88	471,71	1,70	1,85	0,60	70,06	3,44	0,06
7	4	7	58,95	474,91	474,89	0,000	0,162	0,162	0,003	0,035	0,160	0,003	0,17	473,71	473,53	1,20	1,36	0,60	54,47	3,54	0,03
8	7	8	45,75	474,89	474,60	0,006	0,126	0,287	0,003	0,043	0,160	0,003	0,20	473,53	473,40	1,36	1,20	0,60	42,27	2,75	0,04
9	5	8	58,70	475,00	474,60	0,007	0,161	0,161	0,007	0,030	0,160	0,003	0,24	473,80	473,40	1,20	1,20	0,60	51,42	3,52	0,06
10	8	9	54,70	474,60	474,04	0,010	0,150	0,599	0,008	0,047	0,160	0,003	0,35	473,25	472,83	1,35	1,21	0,60	50,54	3,28	0,11
11	9	10	59,00	474,04	473,56	0,008	0,162	0,761	0,005	0,056	0,160	0,003	0,31	472,68	472,13	1,36	1,43	0,60	58,59	3,54	0,09
12	10	14	114,60	473,56	473,38	0,002	0,315	2,135	0,003	0,091	0,160	0,003	0,33	471,71	471,36	1,85	2,02	0,60	150,93	6,88	0,08
13	7	11	114,10	474,89	474,80	0,001	0,313	0,313	0,003	0,045	0,160	0,003	0,20	473,69	473,34	1,20	1,46	0,60	108,85	6,85	0,04
14	11	12	45,55	474,80	474,48	0,007	0,125	0,438	0,003	0,051	0,160	0,003	0,22	473,34	473,20	1,46	1,28	0,60	44,55	2,73	0,05
15	8	12	114,90	474,60	474,48	0,001	0,315	0,315	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,40	473,05	1,20	1,43	0,60	108,58	6,89	0,04
16	12	13	55,60	474,48	473,80	0,012	0,153	0,906	0,008	0,055	0,160	0,003	0,39	473,05	472,60	1,43	1,20	0,60	52,54	3,34	0,13
17	9	13	115,05	474,04	473,80	0,002	0,316	0,316	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	472,83	472,48	1,21	1,32	0,60	105,27	6,90	0,04
18	13	14	57,05	473,80	473,38	0,007	0,157	1,379	0,005	0,071	0,160	0,003	0,36	472,48	472,18	1,32	1,20	0,60	52,03	3,42	0,11
19	14	17	113,65	473,38	473,42	0,000	0,312	3,826	0,003	0,114	0,160	0,003	0,38	471,36	471,02	2,02	2,40	0,60	168,43	6,82	0,10
20	11	15	113,20	474,80	474,58	0,002	0,311	0,311	0,003	0,044	0,160	0,003	0,20	473,60	473,25	1,20	1,33	0,60	103,58	6,79	0,04
21	18	15	116,50	474,99	474,58	0,004	0,320	0,320	0,004	0,043	0,160	0,003	0,23	473,79	473,25	1,20	1,33	0,60	106,60	6,99	0,05
22	15	16	45,65	474,58	474,35	0,005	0,125	0,756	0,003	0,062	0,160	0,003	0,26	473,25	473,11	1,33	1,24	0,60	42,32	2,74	0,06
23	12	16	112,90	474,48	474,35	0,001	0,310	0,310	0,003	0,044	0,160	0,003	0,20	472,94	472,22	1,54	2,13	0,60	141,92	6,77	0,04
24	19	16	115,90	474,63	474,35	0,002	0,318	0,318	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,38	473,03	1,25	1,32	0,60	107,44	6,95	0,04
25	16	17	112,85	474,35	473,42	0,008	0,310	1,694	0,006	0,074	0,160	0,003	0,40	472,94	472,22	1,41	1,20	0,60	105,97	6,77	0,13
26	17	20	115,90	473,42	473,37	0,000	0,318	5,838	0,003	0,133	0,160	0,003	0,42	471,02	470,67	2,40	2,70	0,60	195,41	6,95	0,12
27	20	23	116,30	473,37	473,57	-0,002	0,319	6,157	0,003	0,136	0,160	0,003	0,43	470,67	470,32	2,70	3,25	0,60	225,74	6,98	0,12
28	18	21	116,50	474,99	474,59	0,003	0,320	0,320	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,79	473,39	1,20	1,20	0,60	102,05	6,99	0,04

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03      Página 59 de 61
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	

Tramo	BOCA DE REGISTRO		LONGITUD DE TRAMO	COTA TERRENO AG. ARRIBA	COTA TERRENO AG. ABAJO	PENDIENTE TERRENO	QE20 TRAMO	QE20 ACUMULADO	PENDIENTE ADOPTADA CAÑERÍA	DIÁMETRO INTERNO CÁLCULO	DIÁMETRO INTERNO ADOPTADO	PENDIENTE MÍNIMA	VELOCIDAD CAÑERÍA	COTA INTRADOS AG. ARRIBA	COTA INTRADOS AG. ABAJO	TAPADA AG. ARRIBA	TAPADA AG. ABAJO	ANCHO DE ZANJA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN	CAMA DE ASIENTO	FUERZA TRACTIVA
	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
29	21	22	44,40	474,59	474,27	0,007	0,122	0,442	0,004	0,048	0,160	0,003	0,25	473,24	473,07	1,35	1,20	0,60	40,89	2,66	0,06
30	19	22	116,55	474,63	474,27	0,003	0,320	0,320	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,38	473,07	1,25	1,20	0,60	103,85	6,99	0,04
31	22	23	112,20	474,27	473,57	0,006	0,308	1,070	0,005	0,064	0,160	0,003	0,34	472,92	472,37	1,35	1,20	0,60	103,34	6,73	0,10
32	21	24	115,55	474,59	474,63	0,000	0,317	0,317	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,39	473,04	1,20	1,59	0,60	114,74	6,93	0,04
33	27	24	115,50	474,72	474,63	0,001	0,317	0,317	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,07	472,73	1,65	1,90	0,60	141,03	6,93	0,04
34	24	25	45,50	474,63	474,10	0,012	0,125	0,759	0,003	0,062	0,160	0,003	0,26	473,04	472,90	1,59	1,20	0,60	45,18	2,73	0,06
35	22	25	114,35	474,27	474,10	0,001	0,314	0,314	0,007	0,038	0,160	0,003	0,28	473,07	472,73	1,20	1,37	0,60	106,00	6,86	0,08
36	25	26	112,00	474,10	473,13	0,009	0,307	1,381	0,007	0,066	0,160	0,003	0,41	472,73	471,93	1,37	1,20	0,70	121,13	7,84	0,14
37	23	26	115,50	473,57	473,13	0,004	0,317	7,544	0,003	0,147	0,160	0,003	0,45	470,32	469,98	3,25	3,15	0,60	239,78	6,93	0,13
38	26	28	115,85	473,13	472,83	0,003	0,318	9,242	0,003	0,158	0,160	0,003	0,48	469,98	469,63	3,15	3,20	0,60	238,77	6,95	0,14
39	29	27	158,90	474,85	474,72	0,001	0,436	0,436	0,003	0,050	0,160	0,003	0,22	473,65	473,30	1,20	1,42	0,60	149,68	9,53	0,05
40	27	28	115,85	474,72	472,83	0,016	0,318	0,754	0,011	0,049	0,160	0,003	0,42	473,30	471,63	1,42	1,20	0,60	109,13	6,95	0,16
41	28	30	114,15	472,83	472,40	0,004	0,313	10,310	0,005	0,151	0,160	0,003	0,58	469,63	469,08	3,20	3,32	0,60	241,08	6,85	0,22
42	31	29	115,70	475,06	474,85	0,002	0,318	0,318	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	473,86	473,51	1,20	1,34	0,60	106,21	6,94	0,04
43	29	30	157,65	474,85	472,40	0,016	0,433	0,750	0,015	0,046	0,160	0,003	0,47	473,50	471,20	1,35	1,20	0,60	145,20	9,46	0,21
44	37	38	155,25	476,09	473,41	0,017	0,426	0,426	0,017	0,036	0,160	0,003	0,42	474,89	472,21	1,20	1,20	0,60	136,00	9,32	0,19
45	38	36	116,05	473,41	473,25	0,001	0,319	0,745	0,003	0,062	0,160	0,003	0,25	472,21	471,86	1,20	1,39	0,60	108,27	6,96	0,06
46	37	35	115,05	476,09	475,85	0,002	0,316	0,316	0,003	0,045	0,160	0,003	0,21	474,89	474,54	1,20	1,31	0,60	104,58	6,90	0,04
47	35	36	155,05	475,85	473,25	0,017	0,426	0,741	0,005	0,056	0,160	0,003	0,31	474,50	472,05	1,35	1,20	0,60	142,80	9,30	0,08
48	35	33	116,10	475,85	475,34	0,004	0,319	0,319	0,004	0,043	0,160	0,003	0,23	474,65	474,14	1,20	1,20	0,60	101,70	6,97	0,05
49	33	34	157,40	475,34	472,56	0,018	0,432	0,432	0,017	0,036	0,160	0,003	0,43	473,99	471,36	1,35	1,20	0,60	144,97	9,44	0,19
50	36	34	114,05	473,25	472,56	0,006	0,313	1,799	0,004	0,081	0,160	0,003	0,35	471,86	471,36	1,39	1,20	0,60	106,41	6,84	0,10
51	34	32	114,50	472,56	472,67	-0,001	0,314	2,546	0,003	0,098	0,160	0,003	0,35	471,36	471,01	1,20	1,66	0,60	116,10	6,87	0,09
52	33	31	113,75	475,34	475,06	0,002	0,312	0,312	0,003	0,045	0,160	0,003	0,20	474,14	473,78	1,20	1,28	0,60	102,38	6,83	0,04
53	31	32	156,15	475,06	472,67	0,015	0,429	0,741	0,014	0,046	0,160	0,003	0,45	473,71	471,47	1,35	1,20	0,60	143,81	9,37	0,20
54	32	30	116,35	472,67	472,40	0,002	0,319	3,606	0,003	0,111	0,160	0,003	0,38	471,01	470,66	1,66	1,74	0,60	136,83	6,98	0,10
55	30	39	113,30	472,40	471,36	0,009	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	469,08	468,74	3,32	2,62	0,70	263,31	7,93	0,17
56	39	40	114,14	471,36	470,40	0,008	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	468,74	468,39	2,62	2,01	0,70	212,93	7,99	0,17
57	40	41	115,71	470,40	469,74	0,006	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	468,39	468,04	2,01	1,70	0,70	178,60	8,10	0,17
58	41	42	51,40	469,74	469,32	0,008	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	468,04	467,88	1,70	1,44	0,70	69,08	3,60	0,17
59	42	43	100,99	469,32	469,25	0,001	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	467,88	467,57	1,44	1,68	0,70	135,02	7,07	0,17
60	43	44	110,00	469,25	468,47	0,007	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	467,57	467,27	1,68	1,20	0,70	137,83	7,70	0,17
61	44	45	99,83	468,47	466,77	0,017	0,000	14,666	0,003	0,188	0,250	0,003	0,53	467,27	465,57	1,20	1,20	0,70	108,32	6,99	0,17
62	45	46	99,92	466,77	465,82	0,010	0,000	14,666	0,009	0,153	0,250	0,003	0,81	465,57	464,62	1,20	1,20	0,70	108,41	6,99	0,42
63	46	47	99,83	465,82	465,16	0,007	0,000	14,666	0,007	0,160	0,250	0,003	0,73	464,62	463,96	1,20	1,20	0,70	108,32	6,99	0,34
64	47	48	95,18	465,16	464,18	0,010	0,000	14,666	0,010	0,150	0,250	0,003	0,84	463,96	462,98	1,20	1,20	0,70	103,27	6,66	0,46
65	48	49	121,11	464,18	463,20	0,008	0,000	14,666	0,080	0,102	0,250	0,003	1,83	462,98	462,00	1,20	1,20	0,70	131,40	8,48	2,47
66	49	50	8,08	463,20	463,29	-0,011	0,000	14,666	0,012	0,145	0,315	0,003	0,90	462,00	461,90	1,20	1,39	0,80	11,05	0,65	0,53
67	50	51	149,69	463,29	461,73	0,010	0,000	14,666	0,008	0,156	0,315	0,003	0,77	461,90	460,53	1,39	1,20	0,80	204,78	11,98	0,38
68	51	52	85,26	461,73	461,58	0,002	0,000	14,666	0,003	0,188	0,315	0,003	0,53	460,53	460,27	1,20	1,31	0,80	113,91	6,82	0,17

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 60 de 61	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	



Tramo	BOCA DE REGISTRO		LONGITUD DE TRAMO	COTA TERRENO AG. ARRIBA	COTA TERRENO AG. ABAJO	PENDIENTE TERRENO	QE20 TRAMO	QE20 ACUMULADO	PENDIENTE ADOPTADA CAÑERÍA	DIÁMETRO INTERNO CÁLCULO	DIÁMETRO INTERNO ADOPTADO	PENDIENTE MÍNIMA	VELOCIDAD CAÑERÍA	COTA INTRADOS AG. ARRIBA	COTA INTRADOS AG. ABAJO	TAPADA AG. ARRIBA	TAPADA AG. ABAJO	ANCHO DE ZANJA	VOLUMEN DE EXCAVACIÓN	CAMA DE ASIENTO	FUERZA TRACTIVA
	AGUAS ARRIBA	AGUAS ABAJO																			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
69	52	53	76,07	461,58	460,81	0,010	0,000	14,666	0,009	0,153	0,315	0,003	0,81	460,27	459,61	1,31	1,20	0,80	101,63	6,09	0,42
70	53	54	57,79	460,81	460,59	0,004	0,000	14,666	0,004	0,178	0,315	0,003	0,60	459,61	459,39	1,20	1,20	0,80	74,66	4,62	0,22
71	54	55	57,79	460,59	461,23	-0,011	0,000	14,666	0,004	0,183	0,315	0,003	0,57	459,39	459,19	1,20	2,04	0,80	94,08	4,62	0,19
72	55	56	78,07	461,23	459,35	0,024	0,000	14,666	0,004	0,179	0,315	0,003	0,59	457,79	457,59	3,44	1,76	0,80	188,30	6,25	0,21
73	56	57	99,79	459,35	458,17	0,012	0,000	14,666	0,006	0,164	0,315	0,003	0,70	457,59	456,97	1,76	1,20	0,80	151,28	7,98	0,31
74	57	58	95,94	458,17	457,79	0,004	0,000	14,666	0,004	0,178	0,315	0,003	0,59	456,97	456,59	1,20	1,20	0,80	123,95	7,68	0,21
75	58	59	60,53	457,79	457,09	0,012	0,000	14,666	0,010	0,150	0,315	0,003	0,84	456,59	455,89	1,20	1,20	0,80	78,20	4,84	0,45
76	59	60	52,00	457,09	456,87	0,004	0,000	14,666	0,004	0,176	0,315	0,003	0,61	455,89	455,67	1,20	1,20	0,80	67,18	4,16	0,23
77	60	61	60,91	456,87	455,72	0,019	0,000	14,666	0,019	0,133	0,315	0,003	1,08	455,67	454,49	1,20	1,23	0,80	79,43	4,87	0,78
78	61	62	28,89	455,72	455,58	0,005	0,000	14,666	0,005	0,172	0,315	0,003	0,64	454,49	454,38	1,23	1,20	0,80	37,67	2,31	0,25
79	62	63	133,27	455,58	454,52	0,008	0,000	14,666	0,008	0,157	0,315	0,003	0,77	454,38	453,32	1,20	1,20	0,80	172,18	10,66	0,38
80	63	64	112,07	454,52	453,89	0,006	0,000	14,666	0,006	0,167	0,315	0,003	0,68	453,32	452,69	1,20	1,20	0,80	144,79	8,97	0,29
81	64	65	51,12	453,89	453,60	0,006	0,000	14,666	0,006	0,167	0,315	0,003	0,68	452,69	452,40	1,20	1,20	0,80	66,05	4,09	0,29
82	65	66	82,70	453,60	453,40	0,002	0,000	14,666	0,003	0,186	0,315	0,003	0,55	452,40	452,20	1,20	1,20	0,80	106,85	6,62	0,18
Total			7.870,10																	9274,17	510,34
Diámetro 315 mm			1.289,97 m																		
Diámetro 250 mm			1.121,41 m																		
Diámetro 160 mm			5.458,72 m																		

Elaboró: González, Sebastián - Ruiz, Federico	Código: TFBH-2020
Revisó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Emisión: marzo de 2024
Autorizó: J. M. Fontana – F. M. Ganancias	Revisión: 03
Página 61 de 61	
DOCUMENTO CONTROLADO	
CÁTEDRA TRABAJO FINAL – INGENIERÍA CIVIL	
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA	