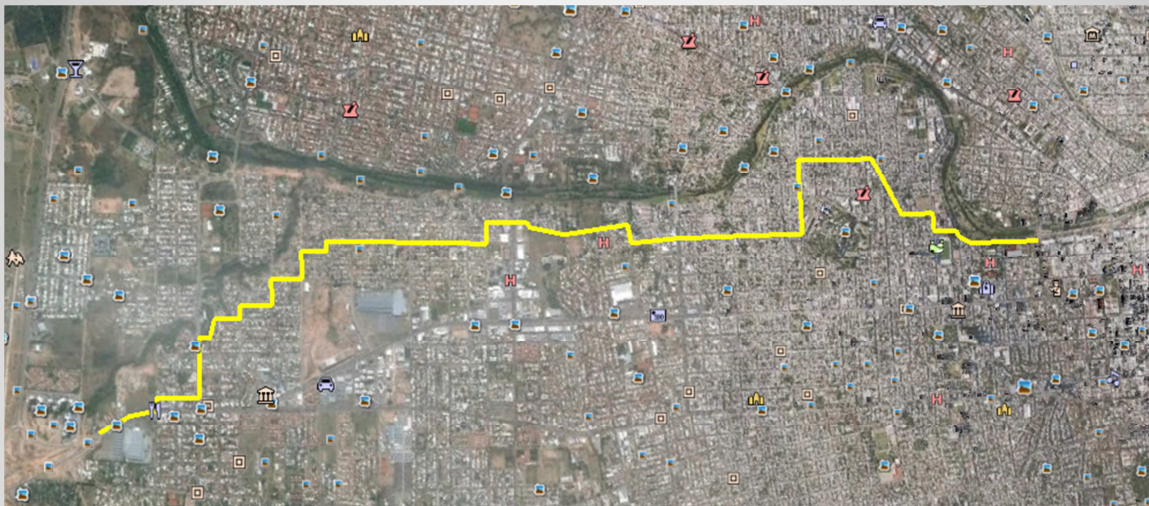




UNIVERSIDAD NACIONAL DE CORDOBA
Facultad de ciencias exactas físicas y naturales
Practica Supervisada- Ingeniería Civil

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR CLOACAL ZONA CENTRO
CIUDAD DE CÓRDOBA



TUTOR: *Ing. María Labaque*

TUTOR EXTERNO: *Ing. Jorge Novello*

ALUMNO: *Agustín Sosa*

AÑO: *2015*



AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a todos aquellos que me han acompañado durante mi carrera, apoyándome en todo momento y dándome fuerzas y ganas para continuar, especialmente a cada uno de los miembros de mi familia y mis amigos.

Quiero agradecer al cuerpo docente, miembros del tribunal encargado de evaluar este documento, formado por el Ingeniero Marcelo García,, la Ingeniera Teresa Reyna, y el Ingeniero Héctor Araujo. Mi gratitud a la Ingeniera María Labaque, quien ha sido la encargada de perfeccionar y conducir este informe.

Quiero agradecer al Ingeniero Jorge Novello, jefe de proyecto de Redes Sanitarias en la Municipalidad de Córdoba, que me acompañó y dirigió durante los meses trabajados.

INDICE

<i>RESUMEN</i>	5
<i>INTRODUCCIÓN</i>	6
<i>OBJETIVOS</i>	6
<i>OBJETIVOS GENERALES DEL RÉGIMEN PS</i>	6
<i>OBJETIVOS PARTICULARES DE LA REALIZACIÓN DE LA PS</i>	7
<i>DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA</i>	7
<i>1. MEMORIA DESCRIPTIVA</i>	9
<i>1.1 ANÁLISIS ZONA DE ESTUDIO</i>	9
<i>1.1.1 Córdoba y el Mercosur</i>	9
<i>1.1.2 Ubicación de la Zona de Estudio</i>	10
<i>1.1.3 Relieve e Hidrografía</i>	11
<i>1.1.4 Clima</i>	13
<i>1.1.5 Industrias</i>	14
<i>1.1.6 Comunicaciones</i>	14
<i>1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN CLOACAL</i>	16
<i>1.3 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN</i>	20
<i>1.4 DETERMINACIÓN DE CAUDALES</i>	24
<i>1.4.1 Dotación</i>	28
<i>1.4.2 Caudales de Diseño</i>	29
<i>1.5 COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES</i>	30
<i>1.5.1 Procedencia de las Aguas Residuales</i>	30
<i>1.5.2 Composición</i>	31
<i>1.5.3 Características Físicas</i>	31
<i>1.5.4 Características Químicas</i>	32
<i>1.5.5 Características Biológicas</i>	35

1.6 RED COLECTORA.....	38
1.6.1 Materiales.....	40
1.6.2 Diseño de la Red Colectora.....	41
1.6.3 Cálculo de la Red Colectora.....	54
2. MEMORIA ANALÍTICA.....	56
2.1 SECTOR DE ESTUDIO.....	56
2.2 CATASTRO DE LA ZONA.....	57
2.3 INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA.....	58
2.4 DETERMINACIÓN DE CUENCAS DE APORTE.....	65
2.4.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS DE LA RED FINA.....	65
2.5 CLIENTES Y POBLACIÓN.....	71
2.6 DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE AGUA RESIDUAL.....	77
2.6.1 Procedencia de las Aguas Residuales.....	77
2.6.2 Composición.....	77
2.6.3 Dotación.....	77
2.7 DETERMINACIÓN DE CAUDALES.....	79
2.8 RED COLECTORA.....	83
2.8.1 Materiales.....	83
2.8.2 Diseño del Colector.....	83
2.8.3 Cálculo del Colector.....	86
2.9 BALANCE APORTE-CAPACIDAD DEL COLECTOR.....	91
3. CONCLUSIONES.....	97
4. RECOMENDACIONES.....	98
5. BIBLIOGRAFÍA.....	99
6. ÍNDICE DE FIGURAS.....	100



RESUMEN

El presente informe técnico es el resultado de los trabajos realizados durante la Práctica Supervisada del alumno Agustín Sosa , para cumplimentar con los requerimientos de la carrera de Ingeniero Civil en la facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba.

La práctica Supervisada fue desarrollada en la Municipalidad de Córdoba, en el área Redes Sanitarias y de Gas, que tiene por finalidad el planeamiento, y diseño de la Red Colectora Cloacal de la Ciudad, así como también el Tratamiento de Aguas Residuales. Los tutores designados para el acompañamiento del alumno durante la ejecución de la Práctica Supervisada fueron la Mgster. Ing. Civil María Labaque por parte de la Universidad Nacional de Córdoba y el Ing. Civil Jorge Novello por parte de la entidad receptora como tutor externo. El Ing. Novello se desempeña como Jefe de Proyectos en el área Redes Sanitarias y de Gas. Las tareas del alumno consistieron principalmente en el Estudio Hidráulico de un Colector ubicado en la zona oeste de la Ciudad de Córdoba

Los resultados de la Práctica Supervisada desarrollada en la Municipalidad de Córdoba se volcaron en el presente informe técnico, el cual está compuesto por tres partes, una primera parte que desarrolla el contenido teórico relacionado a los conceptos que se aplicaron durante el desarrollo del estudio hidráulico. Una segunda parte que detalla la obtención de datos y el desarrollo del trabajo. Para finalizar, se incluyen las conclusiones del trabajo y recomendaciones que se pudieron obtener del mismo.

INTRODUCCIÓN

El proyecto realizado detalla el procedimiento para el estudio hidráulico del colector cloacal ubicado en la zona centro-oeste de Córdoba.

El tramo del colector estudiado consta de 8067m de longitud que se extiende desde la intersección de la Av Colón y Av. Don Bosco, hasta el puente Santa Fe, comenzando con un diámetro de 300mm, aumentando progresivamente hasta 700mm.

Este estudio se inicia con el análisis de las características naturales y artificiales del terreno. Luego se estudia la geometría del colector existente, y la verificación de sus condiciones de funcionamiento.

Luego se continúa con el análisis las redes existentes en la zona para poder definir con mayor exactitud los aportes al colector y así definir sus áreas tributarias.

Una vez analizadas las cuencas de aportes, se determina de la población y los caudales de líquido cloacal de cada cuenca, para luego calcular la capacidad de conducción que posee el colector, y realizar un balance aporte-capacidad del mismo y analizar su comportamiento.

OBJETIVOS

OBJETIVOS GENERALES DEL RÉGIMEN PS

Los mismos son:

- *Brindar experiencia práctica complementaria en la formación elegida, para su Inserción en el ejercicio profesional.*
- *Familiarizar al estudiante en el contacto con las instituciones.*
- *Ofrecer al estudiante experiencias y posibilidades de contacto con nuevas tecnologías.*

OBJETIVOS PARTICULARES DE LA REALIZACIÓN DE LA PS

- *Aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en Ingeniería Sanitaria y Mecánica de los Fluidos.*
- *Generar un marco teórico y conceptual acerca del estudio y cálculo de una red colectora cloacal.*
- *Intensificar el aprendizaje acerca del funcionamiento de una entidad pública de importancia como es la Municipalidad de Córdoba y afianzar mis conocimientos sobre las atribuciones y responsabilidades de cada función.*
- *Compartir vivencias en el manejo de relaciones humanas en los diferentes niveles de la entidad.*
- *Adquirir experiencia en el desarrollo de tareas multidisciplinarias, desarrollando la aptitud para el planeamiento, la organización, la conducción y control de las acciones puestas bajo mi responsabilidad.*

DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La práctica Supervisada se desarrolló en la Municipalidad de Córdoba, en el Área Redes Sanitarias y de Gas que se encuentra en la calle Marcelo T. de Alvear 120 – 8° piso.

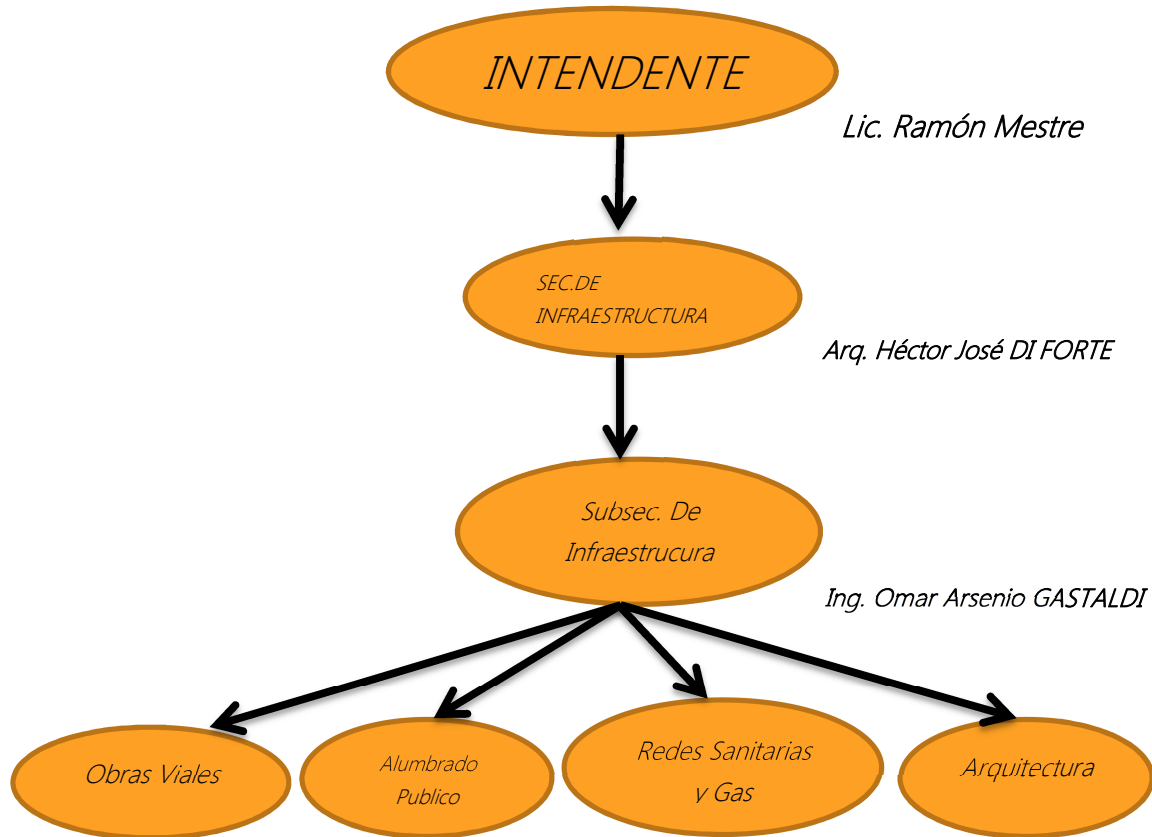
La dirección de Redes Sanitarias y Gas esta conformada de la siguiente manera

Director: Ing. Jorge José VACCARO

Subdirector: Ing. Daniel Andres BARDAGI

Jefe de Proyectos: Ing. Jorge Novello

El organigrama de la Municipalidad de Córdoba es el siguiente



1.MEMORIA DESCRIPTIVA

1.1 ANÁLISIS ZONA DE ESTUDIO

1.1.1 Córdoba y el Mercosur

Podemos decir que la importancia del Corredor Bioceánico Central radica en la aparición de una nueva Argentina, motorizada por las provincias del interior (Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos, San Juan, Mendoza y San Luis), las que avanzaron sobre el proyecto de regionalización que les permitirá remediar el desequilibrio provocado por la concentración histórica ejercida por Buenos Aires y además les otorgará a cada una de ellas una mayor capacidad de poder de decisión, integrándose más eficientemente a los mercados internacionales, mediante el cual se abren rutas comerciales con el Pacífico y el Atlántico.



Figura 1 Cordoba y El Mercosur (www.es.wikipedia.org/Geografia_de_la_Ciudad_de_Cordoba)

La franja de desarrollo formado por estas provincias promete transformarse en un polo de desarrollo alternativo al saturado conglomerado de Buenos Aires, compitiendo por atraer las inversiones de empresas extranjeras que piensen en invertir en el país.

1.1.2 Ubicación de la Zona de Estudio

La zona de estudio del trabajo desarrollado comprende el sector sur de la Ciudad de Córdoba, la capital de la Provincia de Córdoba, ubicada en el centro de la misma, el departamento Capital limita al norte y este con el departamento Colón y al sur y oeste con el departamento Santa María. Según la Ley Provincial N° 1.295 del año 1893, junto con los Decretos Municipales N° 6.548 del 27 de enero y N° 7.102 del 14 de septiembre, ambos del año 1938, establecen que el Ejido Municipal de Córdoba queda delimitado por un cuadrado de 24 Km de lado con una extensión territorial de 576km², de los cuales 68,32km² están edificados.



Figura 2 Provincia de Córdoba (Cba. Una ciudad en Cifras) Figura 3 Departamento Capital (www.es.wikipedia.org)

El departamento Capital tiene una población de 1.329.604 habitantes (3,3% del total del país), una densidad poblacional de 2.308 hab./km² con una tasa de crecimiento de 0,38% según los datos obtenidos en el año 2010.

En cuanto a infraestructura, la ciudad está conformada por 17.103 manzanas, 36.171 calles, de las cuales 26.300 se encuentran asfaltadas. El porcentaje de cobertura del servicio de Agua Potable llega al 97,6% de la población, del servicio de gas natural al 91% con respecto a todos los hogares, mientras que el servicio de recolección cloacal actualmente cubre el 56% de la población.

1.1.3 Relieve e Hidrografía

La ciudad se ubica en la llanura pampeana, al este del cordón oriental de las Sierras de Córdoba o Sierras Chicas, que poseen una altura promedio de 550 msnm. Se extiende al pie del monte, sobre ambas márgenes del Río Suquía, cubriendo el territorio sobre la primera barranca creada por el río y sobre la segunda. Las barrancas son de loes y fueron “excavadas” por el río en tiempos remotos.

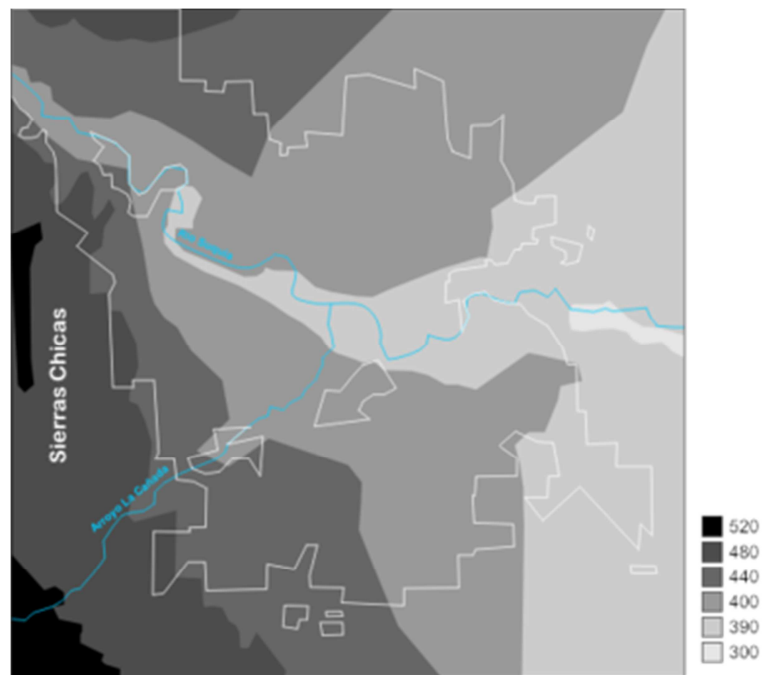


Figura 4 Relieve Ciudad de Córdoba (www.es.wikipedia.org/Geografia_de_la_Ciudad_de_Cordoba)

En cuanto a la Hidrografía el río Suquía tiene su origen en las Sierras Grandes y nace en el Lago San Roque (antigua confluencia de los ríos Cosquín, San Francisco y San Antonio). Atraviesa la Sierra Chica recibiendo el derramamiento de la denominada Cuenca Baja, con aportes de menor cuantía proveniente de la pendiente oriental de la Sierra Chica. Previo al arribo a la ciudad de Córdoba, en el Dique Mal Paso, parten dos Canales Maestros de distribución de agua para riego. Luego ingresa a la llanura y su valle se ensancha hasta alcanzar casi 4 km. Ya en la ciudad tiene un cauce de aproximadamente 100 m de ancho y corre en parte, sobre un estrecho canal de hormigón. El río atraviesa el ejido municipal en sentido noroeste a este y a unos 2 km al oeste del centro de la ciudad, posee una pequeña isla artificial parqueada llamada Isla de los Patos. Al salir de la ciudad de Córdoba, ya es un río típico de llanura y, junto con

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

el Río Xanae (Conocido como Río Segundo) por el oeste, y el río Salado por el norte son los principales efluentes de la gran laguna salada de Mar Chiquita o Mar de Ansenúza.

Por otro lado, el arroyo La Cañada proviene también de la cuenca baja, precisamente de la Lagunilla. Transcurre en sentido suroeste a norte y posee su desembocadura en el río Suquía en la zona céntrica. El arroyo fue encauzado a principios del siglo XX ya que provocaba recurrentes y desastrosas inundaciones (www.es.wikipedia.org/Geografía_de_la_Ciudad_de_Córdoba).

La ciudad se extiende sobre las márgenes de ambos cursos de agua y es atravesado por otros cursos de agua menores y canales, como el Arroyo El Infiernillo.

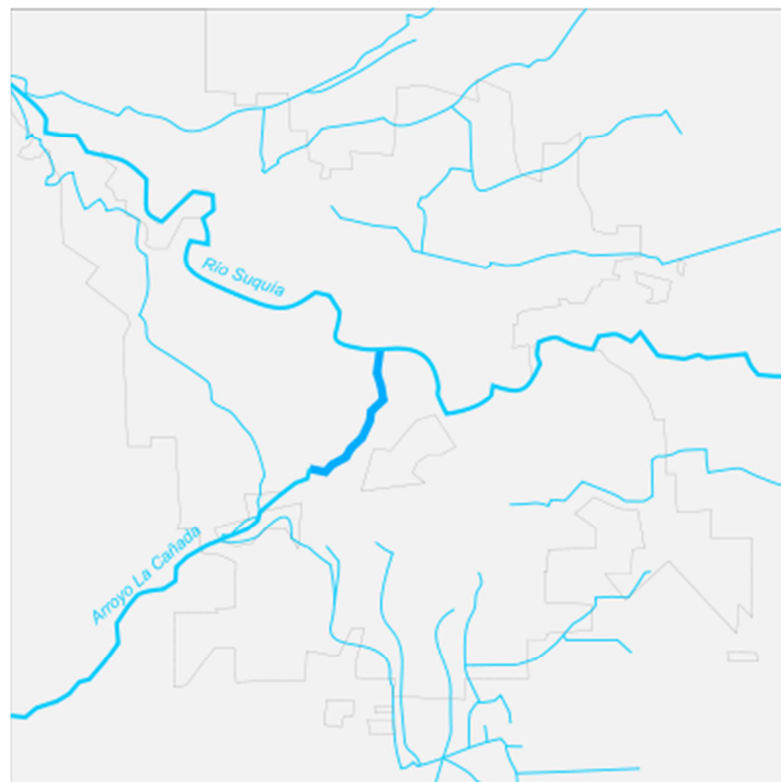


Figura 5 Hidrografía Ciudad de Córdoba (www.es.wikipedia.org/Geografía_de_la_Ciudad_de_Córdoba)

1.1.4 Clima

El clima de la ciudad de Córdoba, como el de la mayor parte de la provincia, es templado moderado con las cuatro estaciones bien definidas. Factores para que la temperatura sea en promedio más fresca que en otros sitios del planeta a latitudes semejantes son: la altitud y, sobre todo, el ubicarse la provincia en la diagonal eólica de los vientos pamperos, vientos fríos que soplan desde el cuadrante sudoeste, originados en la Antártida. (www.es.wikipedia.org/Geografía_de_la_Ciudad_de_Córdoba)

Por otra parte, dada la mediterraneidad, las variaciones o amplitudes térmicas son mayores que en Buenos Aires, siendo menor la precipitación anual: 750 mm/año. Su temperatura media anual es de 18 °C. En enero, mes más cálido del verano austral, la máxima media es de 31° y la mínima de 17 °C. En julio, mes más frío, las temperaturas medias son de 19 °C de máxima y 4 °C de mínima. Aún en invierno son frecuentes temperaturas superiores a los 30 °C, debido a la influencia del viento Zonda.

Las nevadas son poco frecuentes, las últimas se registraron en 1984, 2007 y 2009. Dada la extensión del conurbano, existe una diferencia de 5 °C o más entre el área céntrica y la periferia. El área céntrica, densamente edificada y ubicada en una depresión, es el núcleo de una importante isla de calor.

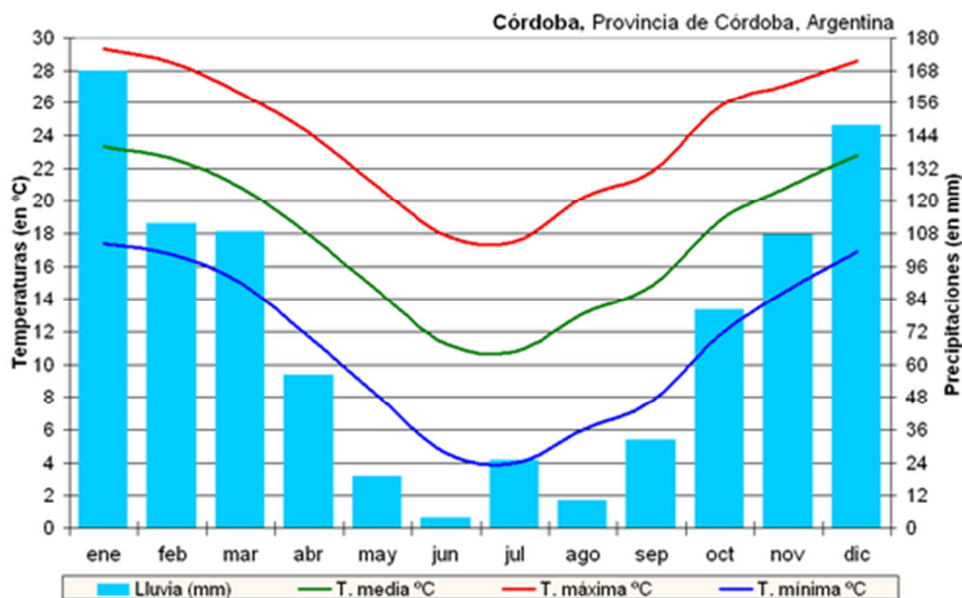


Figura 6 Temperaturas y Precipitación en la Ciudad de Córdoba
(www.es.wikipedia.org/Geografía_de_la_Ciudad_de_Córdoba)

1.1.5 Industrias

La importancia de la actividad industrial en Córdoba se evidencia en el hecho de constituir el 20% de los ingresos económicos provinciales, frente a los 25% que aporta la actividad agropecuaria.

El sector fabril, en su gran mayoría, se concentra en la ciudad de Córdoba, que es uno de los distritos industriales más importantes del país. El desarrollo industrial tiene su antecedente histórico en la instalación, en la capital cordobesa y durante la Segunda Guerra Mundial, de la Fábrica Militar de Aviones y las Industrias Mecánicas del Estado (IME). Esto permitió posteriormente, en la década del '60 la incorporación de fábricas de automóviles, al mismo tiempo que empezaban a desarrollarse fábricas de maquinarias agrícolas tanto en la capital como en el interior provincial.

En la actualidad en el conurbano de la ciudad de Córdoba se concentran importantes industrias automotrices, de autopartes, motores y tractores, equipos ferroviarios y aeronaves.

También hay que considerar la importante industria del turismo que se da tanto en la Ciudad de Córdoba como en la Provincia, la cual en conjunto es uno de los polos mas importante del país.

1.1.6 Comunicaciones

La actividad económica y residencial de la ciudad esta sustentada por una infraestructura en comunicación que tiene una cantidad total de calles de 36.171 de las cuales 26.300 se encuentran pavimentadas, en cuanto al transporte publico hay un total de 68 líneas, 900 unidades en servicio aproximadamente.

Dentro de la ciudad también se encuentra el Aeropuerto que es de carácter internacional y está situado en el paraje Pajas Blancas a pocos kilómetros del centro urbano. La ubicación de la ciudad en el centro geográfico del país convierte a esta estación aérea en una alternativa para los vuelos internacionales que usualmente recalán en Ezeiza (Bs. As.). Vuelos a todo el territorio del país y países limítrofes como Chile, Uruguay y Brasil son realizados en varias frecuencias semanales.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

El servicio de prensa y tele radiodifusión tiene un marcado tono regional y la penetración de las cuatro estaciones radiales, las tres televisivas y el del tradicional matutino "La voz del Interior" que se difunden desde la ciudad capital, alcanza a la mayoría del territorio provincial.



Figura 7 Principales Accesos a la Ciudad de Córdoba (Municipalidad de Córdoba (2012))

1.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN CLOACAL

A continuación se transcribe parte del Plan Integral de Cloacas (PIC), realizado por la Municipalidad de Córdoba en el año 2004, en el texto se puede observar como se va a plantear a futuro el Sistema de Recolección Cloacal de la Ciudad de Córdoba, con sus nuevos colectores, y su ampliación de la capacidad de la planta de Bajo Grande.

“La ciudad de Córdoba trata sus efluentes cloacales en la planta depuradora de Bajo Grande, cuya máxima capacidad de tratamiento es de 5.000 m³/h (120.000 m³/d). Este tratamiento alcanza a depurar a un máximo de 404.000 habitantes conectados al servicio de la red cloacal. Actualmente, aproximadamente el 50 % de la población, que representa a 667.000 habitantes, descargan sus efluentes sobre este sistema, lo cual manifiesta que la capacidad de tratamiento del establecimiento depurador, ha sido superada.

Las actuales instalaciones se encuentran con varias estructuras al borde del colapso, necesitando una urgente reparación o reemplazo. Esta obra tiene un costo de US\$ 1,8 millones.

Para duplicar la actual capacidad de la planta a 10.000 m³/h (240.000 m³/d), y así satisfacer las necesidades de 808.000 habitantes, es necesario invertir US\$ 6,1 millones. Es decir, que para duplicar la capacidad de la planta existente y rehabilitar las instalaciones, se necesita una inversión de US\$ 7,9 millones.

Si la población que se conecta crece al 2 % anual, se prevé que esta ampliación puede durar hasta el año 2010. La construcción de estas obras llevaría un total de 30 meses de ejecución, incluyendo el proyecto necesario para la licitación de las obras.

Con la ejecución de la infraestructura mencionada, se puede conectar a toda el área actualmente servida, e inclusive conectar a nuevos usuarios.

Para ampliar aun más la capacidad de las actuales instalaciones de Bajo Grande, se ha previsto ejecutar un nuevo módulo de 2.500 m³/h (60.000 m³/d) dentro del predio de la actual planta, entre los sedimentadores primarios y los digestores, el cual podría ser construido al mismo tiempo que la obra de rehabilitación y ampliación de los 10.000 m³/h (240.000 m³/d). De esta manera se alcanzaría a cubrir una población servida de 1.015.000 habitantes, con un caudal de tratamiento de 12.500 m³/h (300.000 m³/d). Creciendo al 2 % anual la cobertura de servicio y llegando a una del 70 %, se alcanzaría con esta ampliación a cubrir las expectativas de crecimiento hasta el año 2016 (año 10 del plan). Para ejecutar el módulo de 2.500 m³/h (60.000 m³/d), es necesario invertir US\$ 16,8 millones, es decir que para llevar las actuales instalaciones a una capacidad total de 12.500 m³/h (300.000 m³/d) con la rehabilitación de las actuales instalaciones, se necesitan invertir US\$ 24,7 millones. El período de construcción estimado, incluyendo el proyecto, es de 36 meses.

Las futuras ampliaciones de la planta, se realizarán en el predio que dispone el establecimiento detrás de las playas de secado existentes. Se ha previsto una ampliación 5.000 m³/h (120.000 m³/d), en una etapa posterior a la de los 12.500 m³/h (300.000 m³/d), y otra final que cubriría el plan de 30 años, de 2.500 m³/d (60.000 m³/d). La primera tiene un costo de US\$ 27,9 millones, y la segunda de US\$ 16,8 millones.

Los colectores maestros principales de la ciudad cuyos diámetros son superiores a los 500 mm, han sido determinados para cubrir las expectativas de crecimiento de la ciudad a 30 años (2036). Se ha previsto la construcción de un colector maestro norte al río Suquía (CNR), de 13 Km de longitud, cuyo nacimiento está en la zona noroeste de la ciudad. Este permitirá trasladar el líquido cloacal hasta la planta de Bajo Grande, utilizando la actual cloaca máxima de la ciudad. Este colector admitirá adicionalmente, descargar las redes colectoras ubicadas al norte del Suquía que actualmente vuelcan sobre el colector sur, cortando los actuales cruces del río. El costo de este colector será de US\$ 6,3 millones.

Se ha proyectado también el nuevo colector sur del río Suquía (CSR) que permitirá reforzar la tubería existente (6,3 Km), en una segunda etapa, y ejecutar en una primera, un nuevo tramo (5,7 Km), que lleve el líquido hasta una zona baja de San Vicente, donde se juntará con el colector existente en las cercanías del actual cruce del río y con el futuro colector sur, dando nacimiento a la cloaca máxima sur. Con ésta se evitará el actual cruce de San Vicente, evitando bombear todo el líquido en la estación de bombeo San Vicente, como se lo hace actualmente. Este último tramo, permitirá adicionalmente, evitar el actual cruce del río en el puente Sarmiento y alivianar la actual cloaca máxima, que será utilizada únicamente por el colector al norte del río Suquía. El costo de la obra de refuerzo es de US\$ 1,0 millón, y de la obra nueva, de 6,9 millones.

Para toda la zona sur que se encuentra actualmente sin servicio de redes, se ha previsto la construcción del colector sur (CS), que nacerá en la zona de Villa San Rosa Residencial y terminará uniéndose con el colector sur del río Suquía (CSR), para dar nacimiento a la cloaca máxima sur (CMS). El costo del colector Sur-Sur (13 Km) que conducirá el efluente de Villa Libertador y zonas aledañas, es de US\$ 6,0 millones, y el del Sur-Norte (3,4 Km), que capta parte de Barrio Jardín, de US\$ 0,9 millones, con un total entre ambos de US\$ 6,9 millones.

La cloaca máxima sur (CMS) tendrá una longitud de 2,2 Km y un costo de US\$ 2,9 millones, conduciendo el líquido de toda la zona sur a la denominada cámara 5, en donde descarga la actual cloaca máxima de 1.600 mm de diámetro y nace la de 2.100 mm que descarga en el establecimiento depurador.

Finalmente se ha previsto un refuerzo de la actual cloaca máxima (CM), de 1,4 Km de longitud y cuyo costo es de US\$ 2,3 millones.

El costo total de los colectores principales maestros será de US\$ 24,5 millones.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Se concluye que para que la planta funcione durante diez años (2016) y los colectores maestros sean dimensionados para treinta años (2036), permitiendo la potencialidad de conexión a las zonas Noroeste, Norte y Sur de la ciudad, el costo total del plan en primera etapa para la estructura básica, deberá ser de US\$ 48,6 millones.

Adicionalmente, en la primera etapa (2016) los usuarios deberán ejecutar las redes colectoras y colectores internos hasta 500 mm de diámetro, con un costo de US\$ 9,8 millones en colectores principales y US\$ 35,8 millones en redes secundarias, para pasar del 50 % de cobertura actual, al 70 % de la ciudad (64.000 conexiones). El costo total en redes y colectoras es de US\$ 45,7 millones."

De este Plan Integral que se realizó en el año 2004, el cual hubiera permitido cubrir la demanda de la ciudad, solo se materializaron algunas obras:

- *Se amplió la capacidad de tratamiento de la planta de Bajo Grande como se había planeado.*
- *Se realizó el conducto de refuerzo de la Cloaca Máxima, y se construyó el paso del río a través del sifón invertido que estaba planteado en el PIC, dejando de utilizar la estación elevadora San Vicente.*
- *El colector Sur Norte se realizó.*

Pero algunas obras de colectores que eran muy importantes no se realizaron,

- *EL colector Norte del Río Suquía que iba a absorber toda la demanda proveniente de zona Norte y Conduciéndolo a la planta de Tratamiento aliviando así el colector existente en la Zona Sur (Colector Estudiado).*
- *El aliviador de 5,3 km del Nexo Sur del Río Suquía (Colector Estudiado), tampoco se realizó.*
- *El colector Sur Sur, nunca se ejecutó.*

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Entonces en consecuencia de todo lo dicho anteriormente podemos decir que la Red Cloacal de la ciudad de Córdoba esta diseñada a través de nexos principales y secundarios, que recolectan el líquido de la Red domiciliaria y la conducen hacia la Planta de Tratamiento.

En la zona Sur del Río Suquía se encuentran tres nexos principales:

El Nexo Río Suquía Sur (Colector Zona Centro) que comienza con un diámetro 300mm aumentando progresivamente hasta 1400mm cuando llega a la calle Lima. Su recorrido se puede observar en el plano n°1. Este va a ser el colector estudiado en el trabajo el cual se encuentra en una situación crítica, ya que al no realizarse ni el Nexo Suquia Norte, ni el aliviador de la zona sur, está teniendo un aporte muy grande, más todavía si se considera la gran expansión de la zona Oeste de la Ciudad de Córdoba

El Otro Nexo comienza en la Av Armada Argentina, y desciende una parte por la calle Maestro Vidal y otra parte por la calle Río Negro, hasta la calle Santa Rosa, y luego va por la misma calle hasta cruzar el Río en el Sifón de la calle Lima. Su diámetro va aumentando hasta 600mm.

El último nexo que se puede observar es la Cloaca Máxima Sur que comienza con un nexo de 200mm y llega a cruzar el río con 1700mm, esta colector desciende por la calle Sargento Cabral y luego sigue su recorrido costeando el río, hasta cruzarlo, como se puede observar en el plano n°1.

Todos los colectores, reciben descargas directas de las redes domiciliares y también reciben otros nexos secundarios que desembocan en estos.

En cuanto a la zona Norte, existe un nexo principal que nace en Bv Las Heras con un diámetro 600mm, y va costeando el Río Suquía, hasta unirse con el colector que cruza por la Calle Lima desde la zona Sur y desde ahí se dirige a la Planta de Bajo Grande.

Todos los otros nexos, que se encuentran más al Oeste del comienzo del Bv. Las Heras van cruzando en los puentes y desembocando en el Colector que costea el río Suquía por el Sur.

1.3 DETERMINACIÓN DE LA POBLACIÓN

Una red de colectoras cloacales es una obra de servicios cuya magnitud depende de la cantidad de usuarios que tenga y de la contribución per cápita, por lo tanto si se desea proveer con exactitud la cantidad de aguas residuales será imprescindible llevar a cabo estudios de población.

El objetivo básico es el conocimiento de la población esperable, expresada en términos de habitantes para un área o sector determinado y su agrupamiento en unidades habitacionales. Se deben considerar tipos característicos de población diferenciando los casos de población permanente, no permanente, afluencia turística y afluencia por trabajo temporario.

Se deben tener en cuenta las áreas y subáreas comprendidas en el estudio y singularidades de las mismas como son los barrios militares, barrios industriales, barrios alejados, grandes emprendimientos que dependen de la provisión del servicio de agua potable desde el centro urbano más cercano, etc.

Para determinar la población de diseño o población futura, se recurre a una serie de procedimientos denominados de "análisis poblacional", a partir de los cuales se ha desarrollado una serie apreciable de estudios definidos como "leyes de crecimiento", cuyas expresiones matemáticas usuales se exponen a continuación, insistiendo en el hecho de que el éxito de la predicción de población depende básicamente del acierto en la selección del modelo matemático que más se ajuste al crecimiento poblacional real de la comunidad motivo de estudio.

Existen varias metodologías para proyectar la población en el tiempo, sobre la base del conocimiento de indicadores adecuados, surgidos de censos nacionales o provinciales o datos aportados por otros mecanismos. Se estiman dichos procedimientos como suficientemente válidos, ya que su estudio profundiza en el conocimiento de las bases de su desarrollo, al mismo tiempo que establece metodologías de sencilla aplicación.

A continuación se hace una introducción a los diferentes métodos normalmente utilizados.

Ajuste lineal de tendencia histórica

La proyección demográfica de una localidad por ajuste lineal de tendencia histórica, se efectúa aplicando la recta de ajuste resultante de la regresión lineal de los valores de población total registrados en los últimos tres censos.

La población futura se obtiene así utilizando la fórmula:

$$P_n = a + b \times n \quad (1)$$

donde P_n población total al año n .
 n número de años medido desde el año calendario inicial de la proyección hasta el año calendario en análisis.
 a y b coeficientes de la recta.

Los parámetros de la recta de ajuste se obtienen aplicando el método de mínimos cuadrados. El principio de este método es que la recta que mejor se ajusta a un conjunto de datos que muestran una ordenación de tendencia lineal, es aquella para la cual la suma de los cuadrados de los residuos es mínima. Se denomina residuo a la diferencia entre un valor estimado y un valor observado.

Tasas de crecimiento medio anual decrecientes

El método utiliza para la proyección futura la siguiente expresión geométrica, similar a la expresión del interés compuesto:

$$P_f = P_a \times (1 + i)^n \quad (2)$$

donde P_f población futura.
 P_a población actual.
 i tasa de crecimiento.
 n cantidad de años entre P_f y P_a .

Esta expresión se deduce de:

$$P_f = (P_a + P_a \times i) + (P_a + P_a \times i) \times i + [(P_a + P_a \times i) + (P_a + P_a \times i) \times i] \times i \dots \quad (3)$$

sacando factor común , nos queda:

$$Pf = Pa\{(1+i) + (1+i) \times i + [(1+i) + (1+i) \times i] \times i \dots \} \quad (4)$$

sacando factor común , nos queda:

$$Pf = Pa \times (1+i) \{(1+i) + (1+i) \times i \dots \} \quad (5)$$

$$Pf = Pa \times (1+i)^{n-1} \times (1+i) \quad (6)$$

$$Pf = Pa \times (1+i)^n \quad (7)$$

despejando i

$$i = (Pf / Pa)^{1/n} - 1 \quad (8)$$

Curva logística

El método define una curva de crecimiento demográfico que al principio se presenta acelerado, bastante semejante también a la expresión del interés compuesto, para luego presentar un punto de inflexión como consecuencia de una disminución de la tasa de crecimiento y por último tiende a hacerse asintótica lo que representa la saturación.

La curva se ajusta a la siguiente expresión para períodos anuales:

$$P_n = \frac{K}{1 + e^{b-axn}} \quad (9)$$

donde P_n población del año n .
 K constante que representa el valor máximo de P_n , valor de saturación.
 a y b constantes que determinan la forma de la curva.
 N número de años considerados.
 e base de los logaritmos neperianos.

El ajuste de una curva logística a una serie numérica se hace por medio de los "puntos elegidos", para lo cual se toman tres puntos de la curva que estén en la línea de la tendencia. De este modo se obtiene un sistema de tres ecuaciones con tres incógnitas que permiten determinar los tres parámetros de la curva.

Relación-tendencia

Este método se basa en el análisis de las relaciones entre la población total del país, de la provincia, del departamento y de la localidad y en las tendencias de evolución de las mismas.

Crecimiento urbano

El método de los incrementos relativos se fundamenta en la proporción del crecimiento absoluto de un área mayor, que corresponde a áreas menores en un determinado período de referencia.

Este procedimiento constituye una alternativa para la elaboración de proyecciones de áreas menores cuando no se dispone de la información sobre niveles y tendencias de dinámica demográfica, necesaria para el uso de métodos demográficos.

En general, cuando el crecimiento de las áreas mayores no presenta cambios bruscos en el período estimado, el uso de esta metodología implica, aceptar a largo plazo una disminución de las diferencias en los ritmos de crecimiento de las áreas componentes.

La información básica necesaria para la aplicación del método es:

- *Proyección de la población del área mayor para el período en estudio.*
- *Población de cada una de las áreas menores correspondiente a las dos últimas fechas censales.*

Componentes

Uno de los principales problemas de los métodos anteriores es que ignoran por completo la composición de la población por edad y sexo que influye sobre los componentes que en definitiva determina el crecimiento vegetativo y los movimientos migratorios de una localidad.

A través del método de los Componentes se realiza una estimación más rigurosa que en los casos anteriores, al proyectar la población por sexo y grupos quinquenales de edad.

La predicción se basa en un análisis detallado de los Componentes, nacimientos, defunciones, inmigraciones y emigraciones.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Los nacimientos y defunciones son predecibles en base a información estadística disponible. Al contrario existen varios factores que afectan a la migración; por esta razón, la determinación exacta de este factor es muy compleja. Esta complejidad limita el uso del método de los componentes para grandes conglomerados. Cuando la migración neta no es significativa, puede suponerse igual a cero; entonces el método se aboca solamente a las proyecciones de tendencias simples de fecundidad y mortalidad y a las estimaciones respecto de los nacimientos y de las defunciones por edad y sexo.

Sin embargo por tratarse de un estudio de comportamiento en la actualidad del colector, se considera la población actual que se pueden obtener, para lo cual se puede utilizar los siguientes métodos:

- *Obtener de la lotificación que actualmente guarda dicha área y del índice poblacional.*
- *Aplicar una estimación de densificación poblacional, al área influyente en el colector.*
- *Utilizar información provista, por el Área de Catastro de la Municipalidad de Córdoba que tiene datos de población y utiliza el software GIS.*

1.4 DETERMINACIÓN DE CAUDALES

Como se dijo anteriormente una red de colectoras de líquidos cloacales son obras de servicios y para dimensionarla se necesita conocer los caudales que conducirá la red e irán hacia a la planta de tratamiento.

Los caudales volcados por los usuarios al sistema de alcantarillado cloacal, están estrechamente vinculados con los caudales de agua consumidos por los mismos. Por esa causa, en aquellos sistemas se adoptan criterios semejantes a los utilizados para definir los caudales característicos de un sistema de agua potable.

El caudal QC es el caudal promedio de líquido cloacal volcado durante un año y no da información sobre la variación de los caudales diarios a lo largo de ese año. Esta variación queda caracterizada con los caudales QD y QB, siendo estos los caudales diarios máximo y mínimo del año, como se detalla en el mismo gráfico. Estos caudales QD y QB, representan volúmenes volcados en un lapso de 24 horas, pero no brindan información sobre como varían los caudales horarios durante ese periodo.

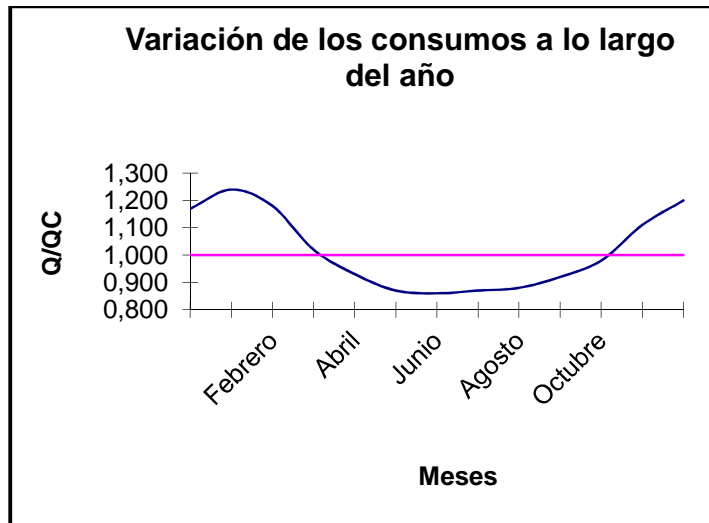


Figura 8 Variación del Consumo de Agua a lo largo del año (Apunte Ingeniería Sanitaria)

Para ello, es necesario identificar, como se observa en la figura 9, el caudal máximo horario Q_E que se vuelca durante el día en que se produce el caudal máximo diario Q_D , siendo este el máximo absoluto de ese año.

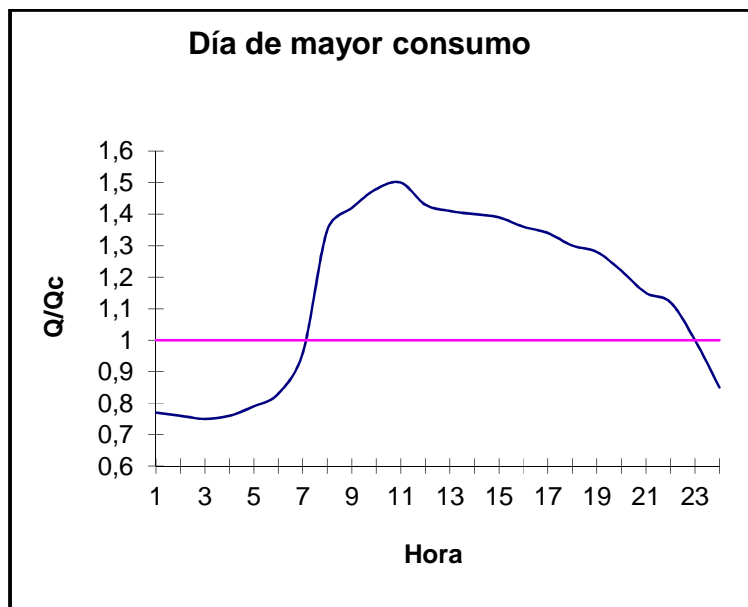


Figura 9 Curva Característica en el Día de Mayo Consumo (Apunte Ingeniería Sanitaria)

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Por otra parte, el caudal horario mínimo absoluto de ese año será el caudal mínimo horario QA que se vuelca durante el día en que se produce el caudal mínimo diario QB, destacados en la figura 10.

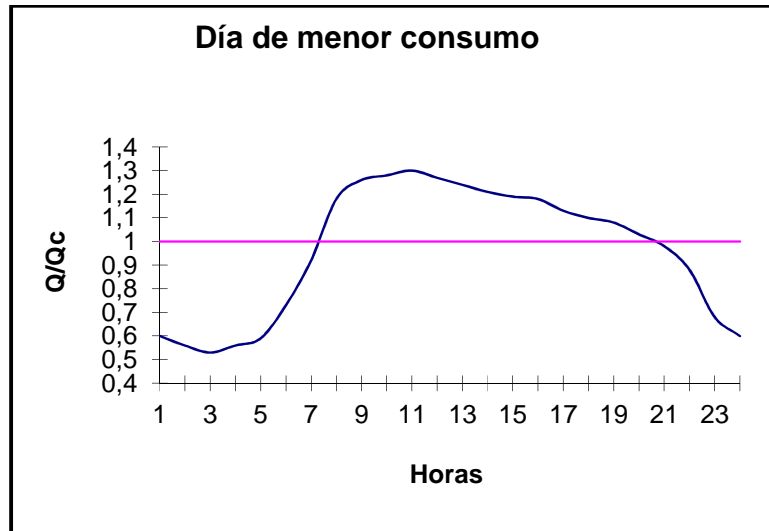


Figura 10 (Curva Característica en el Día de Menor Consumo)

Si bien son similares las definiciones y los conceptos, no es posible adoptar los valores medios, máximos y mínimos del sistema de agua potable de la localidad para dimensionar el sistema cloacal, debido fundamentalmente a lo siguiente :

- No se vuelca al sistema cloacal la totalidad del agua consumida por los usuarios (agua de bebida, lavado de veredas, patios y vehículos, riego, etc.).
- En un sistema colector a gravedad, la diferencia entre los tiempos de tránsito del líquido cloacal entre los distintos puntos de vuelco y la descarga en la planta, puede distorsionar la curva horaria de caudales de descarga final respecto de la curva horaria de consumo de agua, atenuando los picos. Este efecto es mayor cuando más extensa es la red colectora.

La relación entre el caudal medio anual volcado a cloacas y el caudal medio anual consumido, se lo llama coeficiente de vuelco o de retorno de agua.

El caudal medio diario resulta útil para calcular parámetros asimilables a ese periodo, tales como consumos de energía, volúmenes anuales, costos operativos en general, etc.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

A su vez, los caudales máximos diarios y horarios permiten definir la capacidad de las instalaciones de bombeo y de todas las unidades donde existan volúmenes que puedan regular el efecto de los caudales máximos horarios, mientras que estos caudales máximos horarios establecen las dimensiones de las conducciones y unidades no vinculadas a volúmenes de regulación.

Los caudales QA , QB , QD , QE , se obtienen a partir del caudal medio QC , aplicando diferentes coeficientes de caudal, definidos como :

- Coeficiente máximo diario, $\alpha_1 = \frac{QD}{QC}$
- Coeficiente máximo horario, $\alpha_2 = \frac{QE}{QD}$
- Coeficiente mínimo diario, $\beta_1 = \frac{QB}{QC}$
- Coeficiente mínimo horario, $\beta_2 = \frac{QA}{QB}$

De donde surge :

- Coeficiente total de máximo horario, $\alpha = \alpha_1 \times \alpha_2 = \frac{QE}{QC}$
- Coeficiente total de mínimo horario, $\beta = \beta_1 \times \beta_2 = \frac{QA}{QC}$

Si se cuenta con registros o hidrogramas de consumos de agua o de descarga de líquidos cloacales, estos pueden ser utilizados para determinar los coeficientes de caudal.

Dado que generalmente se carece de datos de campo, es necesario fijar los rangos de valores a adoptar, para lo cual se analizarán previamente los factores que influyen en la elección de cada coeficiente.

El coeficiente máximo diario α_1 define el máximo apartamiento positivo, a lo largo de un día, respecto del caudal promedio anual. En un sistema de agua potable está definiendo la relación entre consumos de verano y consumos medios del año, razón por la cual suele vincularse a α_1 con la relación entre la temperatura media del día más cálido y la temperatura media anual de la localidad. Este coeficiente para cloacas resulta menor que su equivalente para agua y menos dependiente de la amplitud térmica, dado que el incremento del vuelco a cloacas en verano deriva

fundamentalmente del mayor uso del agua de duchas e higiene personal y en menor medida del lavado de ropas.

El coeficiente máximo horario α_2 en un sistema de agua esta definido por los siguientes factores :

- Tamaño de la localidad y uniformidad en el horario de actividades.
- Alta concentración de consumos específicos del verano en unas pocas horas del día.
- Grandes usuarios con consumos instantáneos elevados.

El primer y último factor influyen en los caudales cloacales de pico.

El coeficiente mínimo diario β_1 , en forma similar a α_1 , está influenciado por la amplitud térmica de la localidad y por el nivel de pérdidas que se acepte en las pérdidas de agua en las instalaciones internas de los usuarios que se vuelcan a cloacas. Este coeficiente no debe incluir los caudales de infiltración, los que se tomarán por separado.

El coeficiente mínimo horario β_2 define el mínimo caudal horario de vuelco del año, sin considerar la infiltración ni los grandes usuarios. El valor de ese caudal depende de las pérdidas en las instalaciones de los usuarios (domésticos y sanitarios de comercios e industrias), las que a su vez suelen depender de la gestión de la entidad responsable del servicio de agua. Este coeficiente aumenta con el tamaño de la población, debido a que resultan menos eficientes las campañas de reducción de pérdidas a medida que aumenta la cantidad de usuarios.

1.4.1 Dotación

La dotación es la cantidad de agua usada diariamente por un habitante, expresada generalmente en litros por habitante por día. Este es un concepto estadístico por cuanto conlleva el concepto de una proyección.

El agua suministrada a una población puede clasificarse según sus usos en:

- Uso doméstico (agua para bebida, para baños, lavado de ropa, etc.), 40 a 60%.
- Uso industrial (fábricas, lavanderías, hoteles, comercios, etc.), 15 a 30%
- Uso público (plazas, fuentes públicas, escuelas, cásceles, etc.) 10 a 25%
- Pérdidas y derroches (pérdidas en cañería y artefactos y derroches) 5 a 15% aproximadamente.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

La dotación de agua potable cubre todas las necesidades de agua de una población, pero una considerable parte de la misma no llegará al alcantarillado cloacal.

Además al determinar la dotación a utilizarse, en un diseño, hay que tener en cuenta un número muy grande de factores, que pueden dividirse en factores generales y específicos. Algunos factores generales son el tamaño de la ciudad, las características de la ciudad (ciudades comerciales, industriales, balnearios, etc.), hábitos higiénicos (población sanitariamente educada posee mayor consumo), evacuación de líquidos Cloacales (las localidades con redes cloacales poseen mayores consumos), entre otros y factores específicos como calidad del agua (el agua potable tiene mayor consumo que el agua turbia, con olor y sabor desagradable), control de consumo (cuando el uso del agua es medido, el consumo disminuye), el costo del agua (a mayor costo, menor consumo), piletas de natación (la existencia de piscinas puede incidir en gran medida en el consumo de agua de las propiedades), entre otros.

1.4.2 Caudales de Diseño

Los caudales de aguas residuales se establecen considerando la procedencia, la dotación por habitante por día y el número de usuarios del sistema. Para el cálculo del caudal (Q) total se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q(l/s) = \frac{P \times Dot \times 0.8 \times 1.95}{86400}$$

Dónde:

- *0,80 corresponde a que el 80% del agua consumida va a la red cloacal.*
- *1,95 es un coeficiente de consumo pico otorgado por la Municipalidad.*
- *86400 es el factor de conversión de días a segundos.*

1.5 COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

El conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales es esencial para el proyecto y funcionamiento de las instalaciones para su recogida, tratamiento y evacuación.

Dado que el alcance del informe no involucra el tratamiento de los líquidos recolectados, se mencionaran solamente los análisis que deberían de tenerse en cuenta y una breve explicación de los mismos.

1.5.1 Procedencia de las Aguas Residuales

En general las aguas residuales se clasifican así: (M. ESPIGARES GARCÍA y J. A. PÉREZ LÓPEZ)

- 1. AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS (ARD): son las provenientes de las actividades domésticas de la vida diaria como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc. Estos desechos presentan un alto contenido de materia orgánica, detergentes y grasas. Su composición varía según los hábitos de la población que los genera.*
- 2. AGUAS LLUVIAS (ALL): Son las originadas por el escurrimiento superficial de las lluvias que fluyen desde los techos, calles, jardines y demás superficies del terreno. Los primeros flujos de ALL son generalmente muy contaminados debido al arrastre de basura y demás materiales acumulados en la superficie. La naturaleza de esta agua varía según su procedencia: zonas urbanas, rurales, semi rurales y aún dentro de estas zonas se presentan enormes variaciones según el tipo de actividad o uso del suelo que se tenga.*
- 3. RESIDUOS LÍQUIDOS INDUSTRIALES (RLI): Son los provenientes de los diferentes procesos industriales. Su composición varía según el tipo de proceso industrial y aún para un mismo proceso industrial, se presentan características diferentes en industrias diferentes. Los RLI pueden ser alcalinos o ácidos, tóxicos, coloreados, etc, su composición refleja el tipo de materias primas utilizado dentro del proceso industrial.*
- 4. AGUAS RESIDUALES AGRÍCOLAS (ARA): Son las que provienen de la escorrentía superficial de las zonas agrícolas. Se caracterizan por la presencia de pesticidas, sales y un alto contenido de sólidos en suspensión.*

1.5.2 Composición

La composición se refiere a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua residual. Según la cantidad de estos componentes, el agua residual se clasifica como fuerte, media o débil.

1.5.3 Características Físicas

Sólidos totales

Los sólidos totales del agua residual proceden del agua de abastecimiento, del uso industrial y doméstico y del agua de infiltración de pozos locales y aguas subterráneas. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoros, fregaderos, baños y lavaderos.

Los sólidos totales pueden clasificarse en sólidos suspendidos y sólidos filtrables. Los sólidos suspendidos se clasifican a su vez en sedimentables y no sedimentables. Por su parte, la fracción de sólidos filtrables se compone de sólidos coloidales.

Temperatura

La temperatura es un parámetro muy importante por su efecto en la vida acuática, en las reacciones químicas y velocidades de reacción. Un aumento de la misma supone un aumento de la velocidad de las reacciones, junto con una disminución del oxígeno presente. Finalmente, las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a un crecimiento indeseable de plantas acuáticas y hongos.

Color

El agua residual reciente suele ser gris. Sin embargo, cuando los compuestos orgánicos son descompuestos por las bacterias, el oxígeno disuelto en el agua residual se reduce a cero y el color cambia a negro brillante.

Olores

Los olores son debidos a los gases producidos por la descomposición de la materia orgánica.

1.5.4 Características Químicas

Materia orgánica

En un agua residual de intensidad media, un 75% de los sólidos suspendidos y un 40% de los sólidos filtrables son de naturaleza orgánica. Los compuestos orgánicos están formados generalmente por una combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno, junto con nitrógeno en algunos casos. Otros elementos importantes como el azufre, fósforo y hierro pueden hallarse también presentes.

Medida del contenido orgánico:

En el transcurso de los años se han desarrollado una serie de ensayos para determinar el contenido orgánico de las aguas residuales. Los métodos de laboratorio más utilizados hoy día son el de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO) y carbono orgánico total (COT). Otro ensayo más reciente es la demanda total de oxígeno (DTO) y la demanda teórica de oxígeno (DteO).

- *DBO: Se puede definir como la cantidad de oxígeno requerida para la descomposición biológica de los sólidos orgánicos disueltos, en condiciones aerobias, en un tiempo y a una temperatura determinada.*

La DBO es el índice de contaminación biológica por excelencia de las aguas residuales. Varía en función del tiempo y la temperatura. Da una idea de la tratabilidad por medios biológicos de las aguas residuales así como también de las posibilidades de degradación de la materia orgánica contenida en las mismas.

- *DQO: Es la Cantidad de O₂ necesaria para oxidar químicamente la materia orgánica por acción de oxidantes químicos en medio ácido.*

El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas residuales como de las naturales. El equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse se mide utilizando un fuerte agente químico oxidante en medio ácido, como el dicromato potásico. La DQO es por lo general mayor que la DBO, porque es mayor el número de compuestos que pueden oxidarse por vía química que por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible correlacionar la DQO con la DBO. Ello puede resultar muy útil porque la DQO puede determinarse en 3 horas comparado con los 5 días que supone la DBO. Una vez que se ha establecido la correlación, pueden utilizarse las medidas de la DQO para el funcionamiento y control de la planta de tratamiento.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

- *COT: Es la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales.*

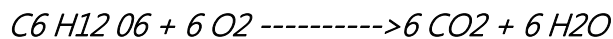
Es aplicable a pequeñas concentraciones de materia orgánica. El ensayo puede realizarse en poco tiempo y su uso se está extendiendo rápidamente. Algunos compuestos orgánicos tienden a no oxidarse pudiendo suceder que el valor medido del COT sea ligeramente inferior a la cantidad real presente en la muestra.

- *DTO: Medida cuantitativa de todo el material oxidable en una muestra de agua o de aguas residuales que se determina instrumentalmente midiendo el agotamiento del oxígeno después de la combustión a alta temperatura.*

Es otro método instrumental para determinar el contenido orgánico presente en las aguas residuales. Este ensayo puede efectuarse rápidamente y sus valores han sido correlacionados con la DQO.

- *DteO: Es la cantidad estequiométrica de O₂ necesaria para oxidar completamente un determinado compuesto.*

Es un método para determinar el contenido de materia orgánica mediante la aplicación de fórmulas químicas de estequiometría, por lo que exige conocer la composición química del líquido residual. No es un ensayo sino que consiste solo en aplicar fórmulas químicas.



$$DTeO = 6 \text{ moles de } O_2 / \text{mol de glucosa} = 6 \times 32 = 192 \text{ gr } O_2/\text{mol.}$$

Materia Inorgánica

Varios compuestos inorgánicos de las aguas residuales y naturales tienen importancia para el establecimiento y control de calidad del agua. Las aguas residuales, a excepción de algunos efluentes industriales, son raramente tratadas para la eliminación de los constituyentes inorgánicos que se añaden en el ciclo de su utilización. Sin embargo la concentración de los distintos constituyentes inorgánicos puede afectar los distintos usos del agua, por lo que conviene analizar la naturaleza de algunos de ellos.

-pH: la concentración del ion hidrógeno es un parámetro muy importante, porque el intervalo de concentración es muy estrecho y crítico.

-Cloruros: las heces humanas contienen unos 6 gramos de cloruros por persona y por día.

En lugares donde la dureza del agua sea elevada (agua con grandes cantidades de carbonatos y sulfatos de calcio y magnesio), los ablandadores que se utilizan en el proceso de potabilizar aportarán igualmente grandes cantidades de cloruros. Puesto que los tratamientos convencionales de las aguas residuales no eliminan los cloruros en cantidades significativas, las concentraciones de cloruros superiores a las normales pueden interpretarse como una señal de que la masa de agua se está utilizando para el vertido de aguas residuales.

-Alcalinidad: la alcalinidad de las aguas residuales se debe a la presencia de hidróxidos, carbonatos y bicarbonatos de calcio, magnesio, potasio o amoníaco. El agua residual es en general alcalina, recibiendo su alcalinidad del agua de suministro, del agua subterránea y de las materias añadidas durante el uso doméstico. La alcalinidad del uso es importante cuando deba hacerse un tratamiento químico.

-Nitrógeno y Fósforo: son los llamados nutrientes o bio-estimulantes, porque son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas.

-Compuestos tóxicos: por su toxicidad, ciertos cationes son de gran importancia en el tratamiento y vertido de las aguas residuales. El cobre, plomo, plata, cromo, arsénico y boro son tóxicos en distintos grados para los microorganismos y por lo tanto deben tenerse en cuenta cuando se proyecta una planta de tratamiento biológico.

-Gases: los gases más frecuentemente encontrados en el agua residual sin tratar son: nitrógeno (N_2), oxígeno (O_2), anhídrido carbónico (CO_2), sulfuro de hidrógeno (SH_2), amoníaco (NH_3) y metano (CH_4). Los tres primeros son comunes en la atmósfera mientras que los tres últimos, proceden de la descomposición de la materia orgánica presente en el agua residual.

El metano es el principal subproducto de la descomposición anaerobia, no encontrándose normalmente en grandes cantidades, porque las bacterias que lo producen son muy sensibles a pequeñas cantidades de oxígeno. Es un hidrocarburo combustible, incoloro e inodoro de gran valor como combustible.

1.5.5 Características Biológicas

Los aspectos biológicos que deben tenerse presente incluyen el conocimiento de los grupos principales de microorganismos que se encuentran en las aguas residuales, así como también aquellos que intervienen en el tratamiento biológico y aquellos que son utilizados como indicadores de polución y contaminación, y finalmente, el conocimiento de los métodos utilizados para valorar la toxicidad de las aguas residuales tratadas.

Microorganismos

Los principales grupos de microorganismos que se encuentran presentes en las aguas residuales se clasifican en protistas, plantas y animales.

-Protistas: las protistas son el grupo más importante de los microorganismos con que el ingeniero sanitario debe familiarizarse, especialmente las bacterias, algas y protozoos. Dado el amplio y fundamental papel jugado por las bacterias en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, deben conocerse bien sus características, funciones, metabolismos y síntesis.

-Bacterias: son organismos de tamaño microscópico, unicelulares, cuyos procesos vitales y funciones son similares a la de los vegetales. Su papel en la estabilización de la materia orgánica por medios biológicos es fundamental. Las bacterias para poder subsistir requieren como todo organismo vivo, alimento, oxígeno y agua. Los procesos vitales que en ellas se verifican dan origen a su vez a productos de desecho.

Las bacterias se clasifican en dos grupos: bacterias parásitas y bacterias prófitas.

- Las bacterias parásitas son aquellas que viven a expensas de otro organismo vivo, del cual extraen el alimento preparado para consumirlo. Dentro de este tipo se encuentran algunos grupos que durante su desarrollo en el tracto digestivo de los animales producen toxinas, las que afectan la salud del huésped produciendo enfermedades. La posible existencia de estos microorganismos en las aguas negras y su peligrosidad hacen que estas deban colectarse y tratarse adecuadamente, a fin de evitar la transmisión de estas bacterias patógenas de un individuo a otro.*
- Las bacterias saprófitas son aquellos microorganismos que obtienen su alimento mediante la descomposición de la materia orgánica, produciendo como desecho sustancias más simples, que pueden ser de tipo orgánico e inorgánico. Estas*

bacterias, por la función ya indicada, son los agentes principales de los procesos de tratamiento.

Existen varias especies de saprófitas, cada una de las cuales tiene un papel específico en el proceso, tendiendo a desaparecer una vez que ha cumplido su ciclo.

Todas las bacterias requieren además de alimento, oxígeno para su respiración. Las bacterias aerobias solo pueden usar el oxígeno disuelto en el agua, dando lugar a un proceso de degradación o descomposición aerobia de la materia orgánica, que se caracteriza por el hecho de desarrollarse sin la producción de olores desagradables. En cambio las bacterias anaerobias no pueden vivir en presencia del oxígeno disuelto. Lo obtienen del oxígeno contenido en la materia orgánica, a la cual deben descomponer dando lugar a un proceso de putrefacción o descomposición anaerobia, que se caracteriza por la producción y emanación de olores desagradables.

Es importante destacar la presencia de otras bacterias saprófitas que gozan de las características de los dos tipos antes mencionadas, recibiendo el nombre de bacterias facultativas, siendo de gran importancia en los procesos de tratamiento debido a su adaptabilidad a distintas concentraciones de oxígeno.

El contenido acuoso de las aguas negras favorece notablemente el desarrollo de las bacterias. Estos organismos son muy sensibles a los cambios de temperatura, dado que su velocidad de reproducción es proporcional al trabajo desarrollado, siendo su actividad afectada notablemente por tales variaciones.

La temperatura óptima para la mayoría de los tipos saprófitos oscila entre los 20°C y los 40°C, recibiendo por tal razón el nombre de mesófilos. Para temperaturas mayores o menores a las indicadas su actividad decrece y finalmente se anula. Otras bacterias actúan en un rango de temperatura que oscila entre los 55°C y los 60°C, conociéndose con el nombre de bacterias termófilas.

Es importante hacer notar que ciertas variedades llamadas psicrófilas alcanzan su mayor actividad en temperaturas muy bajas, las que oscilan entre los 0°C y 5°C. Todos los procesos, cuando se desarrollan en condiciones óptimas, se realizan ordenadamente y concluyen con la destrucción total de las materias orgánicas contenidas en las aguas residuales.

-Algas: las algas pueden representar un serio problema en las aguas superficiales, ya que cuando el contenido de compuestos requeridos para su crecimiento es abundante

pueden reproducirse rápidamente, produciendo la eutrofización del agua. Puesto que los efluentes de las plantas de tratamiento son ricos en nutrientes biológicos, la descarga de los efluentes en los lagos motiva su enriquecimiento y aumenta la tasa de eutrofización.

Uno de los principales problemas en el tratamiento de líquidos residuales es tratar de evitar que los efluentes de las plantas sean ricos en nutrientes y de esa forma evitar desarrollos indeseados de algas.

-Virus : además de las bacterias pueden existir otros microorganismos, de estructura más compleja, aunque de funciones y procesos vitales similares a ellas. Algunos de estos microorganismos son sub-microscópicos. Tal es el caso de los virus, cuya presencia en las aguas negras se ha podido comprobar, aunque no existen datos concretos sobre la función que cumplen en el proceso de depuración. Los virus excretados por los humanos pueden llegar a ser un peligro muy importante para la salud pública. Se sabe con certeza que algunos virus viven hasta 41 días en el agua residual a 20°C.

-Plantas y animales: las plantas y animales de importancia varían desde rotíferos microscópicos y gusanos hasta crustáceos macroscópicos. El conocimiento de estos organismos es útil para determinar la toxicidad de las aguas residuales evacuadas al medio ambiente y al observar la efectividad de la vida biológica en los procesos secundarios de tratamiento utilizados para destruir los residuos orgánicos.

-Organismos coliformes: el tracto intestinal del hombre contiene innumerables bacterias en forma de bastoncillos conocidas como organismos coliformes. Estos no son dañinos al hombre y de hecho son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales. Los organismos patógenos son evacuados por los seres humanos afectados por alguna enfermedad.

Dado que el número de organismos patógenos presentes en las aguas residuales son pocos y difíciles de aislar, el organismo coliforme, que es más numeroso y de determinación más sencilla, se utiliza como organismo indicador. La presencia de organismos coliformes se interpreta como una indicación de que los organismos patógenos también pueden estar presentes.

El procedimiento más corriente para determinar la presencia de coliformes consiste en la realización de ensayos presuntivos y confirmados. El ensayo presuntivo se basa en la capacidad del grupo coliforme para fermentar el caldo de lactosa, con desprendimiento de gas. El ensayo confirmado consiste en el desarrollo de cultivos de bacterias coliformes sobre medios que eliminan el crecimiento de otros organismos.

1.6 RED COLECTORA

Un desagüe cloacal o simplemente cloaca, es un canal o conducto destinado a la evacuación de residuos líquidos de origen doméstico o industrial. Un sistema completo de conductos destinados a tal fin se denomina red colectora cloacal.

“El objeto de las redes colectoras, es evacuar y concentrar los residuos líquidos producto de las distintas actividades humanas, llamadas aguas negras o aguas servidas, a los efectos de realizar su tratamiento y no causar perjuicios, proteger la salud y bienestar de la comunidad”

Los sistemas de red se pueden clasificar según:

- En el tipo de agua que transportan: Sistemas unitarios o sistemas separativos.
- En como es su funcionamiento: Sistemas a presión o sistemas a gravedad.

Los sistemas de red unitarios son sistemas que transportan las aguas residuales y pluviales en forma conjunta. Las plantas de tratamiento en sistemas unitarios son dimensionadas para los caudales punta de tiempo seco el caudal por precipitación.

Los sistemas separativos tratan sólo cloaca y se considera en el dimensionado una parte de la lluvia pero la red de drenaje no está vinculada.

Tratar el volumen completo de las precipitaciones implica un costo prohibitivo, surge entonces la necesidad de obras de derivación de los caudales pluviales sobre el límite de capacidad de tratamiento.

Los sistemas a gravedad son sistemas de red que transportan los líquidos mediante cañerías colectoras a pelo libre, siendo la pendiente de las mismas una importante condición de diseño. Un elemento a considerar es la posible acumulación de sólidos.

Los sistemas de red a presión son sistemas que transportan los líquidos residuales mediante bombeo, contando con un pre tratamiento en origen.

La práctica actual establece la construcción de redes separativas a gravedad, con el tratamiento de las aguas residuales mientras que las aguas pluviales se vuelcan al medio receptor generalmente sin tratamiento alguno.

El escurrimiento de las aguas cloacales constituye esencialmente el escurrimiento del “líquido agua” el que transporta, además cierta cantidad de materiales flotantes, suspendidos y disueltos.

Es por ello que las leyes de la hidráulica son aplicables y en especial, las relativas al “escurrimiento a superficie libre” o “canales”, puesto que éste es el sistema elegido

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

para la evacuación rápida y eficiente de los líquidos o "aguas negras" producida en los domicilios.

La elección del criterio tradicional de escurrimiento en canales para las redes de colectoras y colectores, se explica rápidamente si se tiene en cuenta la problemática sanitaria que implican las infaltables pérdidas y filtraciones en una hipotética red a presión. Se suma la necesidad de acceso a la red para inspección y eventuales desobstrucciones que se producen en la etapa de operación.

Es de destacar que el sistema "a superficie libre" requiere una parte de la sección del conducto disponible para posibilitar la circulación del aire que permita el escape de los gases provenientes del líquido. El sistema de verificación se logra posibilitando la circulación en la parte superior de la conducción, lo que se logra por los circuitos previstos entre "bocas de registro" y asegura el escape a la atmósfera de los gases nocivos y ofensivos producidos tanto en el sistema interno como en el externo y tal como puede apreciarse en el esquema.

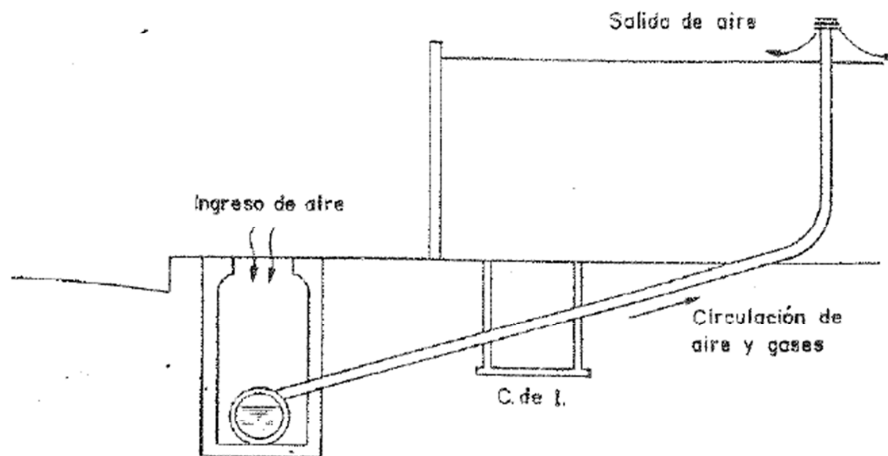


Figura 11 Sistema de ventilación (PS de Pece Rodríguez, Daniel (2014))

En resumen, el objeto fundamental de la red de colectoras, es el transportar los líquidos con las sustancias que lo integran, lo más rápidamente posible a su destino final.

De este concepto se deduce que el sistema no sólo debe proyectarse para evacuar eficientemente el caudal de diseño, sino que además debe preverse el arrastre de material sólido minimizando la posibilidad del mismo de sedimentar.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Es oportuno destacar que existen excepciones, es decir tramos que necesariamente escurren "a presión" en los siguientes casos:

a) Cuando las conducciones trabajan sobrecargadas, sobre todo al final de la vida útil o por crecimiento acelerado e imprevisto de población. Una adecuada planificación deberá tratar de evitarlo.

b) Cuando las obstrucciones "remansan" el líquido, tal como se apuntó oportunamente, lo que debe ser evitado con un mantenimiento periódico adecuado.

c) Cuando es indispensable el bombeo o impulsiones para el desagüe de zonas bajas.

d) En el caso de que la conducción deba salvar depresiones u otras instalaciones previas a través de "sifones invertidos".

El mal uso que suele darse a una red de colectoras puede resumirse en los siguientes puntos:

1. Riesgo de fuego y explosiones resultantes de las descarga de substancias inflamables y explosivas al sistema.
2. Atascamiento de los colectores por introducción de raíces, acumulación de tierra, grasas, y variados objetos pesados.
3. Daños físicos resultantes de la descarga de aguas corrosivas o agua cuya composición estructural está en detrimento del sistema.
4. Sobre cargas por aguas de lluvia, resultante de conexiones indebidas en los sistemas separativos.

1.6.1 Materiales

Los materiales que antiguamente se utilizaban para las colectoras son los siguientes:

- Caño de hormigón comprimido (H[°]C[°]).
- Caño de fibrocemento (FC).
- Caño de hierro fundido (H[°]F[°]).
- Caño de poli cloruro de vinilo (PVC).
- Caño de poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).

En la actualidad, se usa casi con exclusividad los últimos dos materiales mencionados (PVC y PRFV).

Los caños deben ser aprobados por normas IRAM, que aseguran todas las propiedades necesarias para un correcto y duradero funcionamiento, mediante ensayos

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

de laboratorios entre los cuales se destacan la resistencia al impacto, al aplastamiento, estabilidad dimensional, etc.

Las piezas especiales, curvas, ramales, manguitos etc., deben cumplir también con las normas mencionadas.

1.6.2 Diseño de la Red Colectora

Pendientes de las cañerías

Se debe garantizar en los conductos cloacales determinadas pendientes para que escurran y no depositen los sólidos.

Siempre se debe tratar de seguir la pendiente natural del terreno, de esa forma se minimizan las excavaciones y estas deben ser 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.

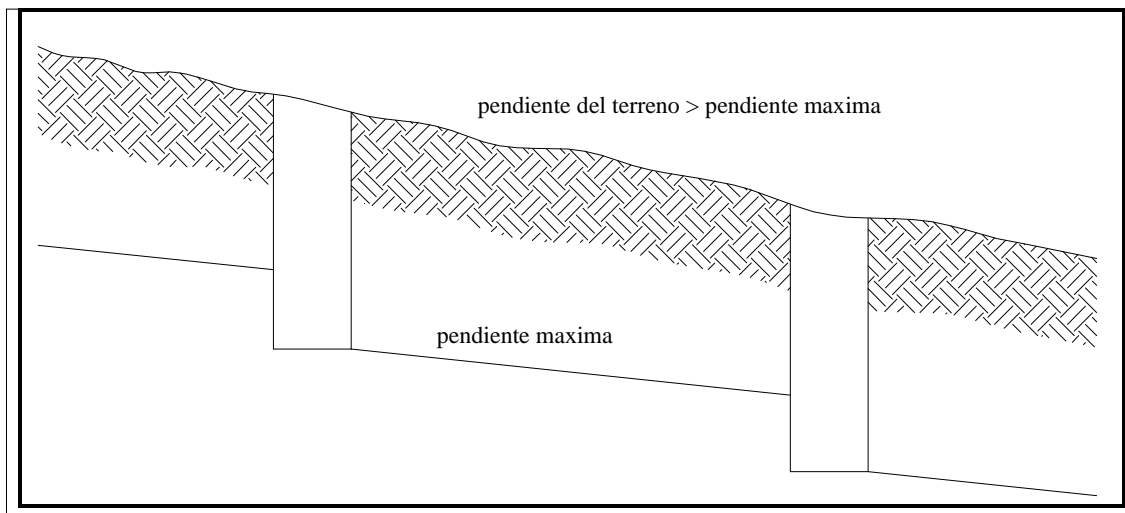


Figura 12 Distintos Casos de pendientes de Terreno. (Apunte Ingeniería Sanitaria)

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 terreno, con un volumen mínimo de excavación, sería el caso más favorable.

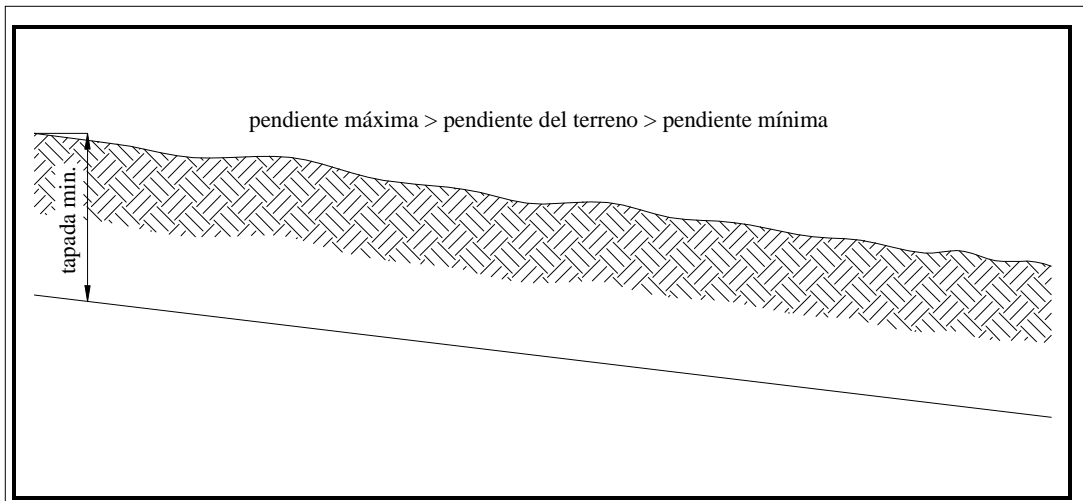


Figura 13 Distintos casos de pendientes de terreno (Apunte Ingeniería Sanitaria)

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

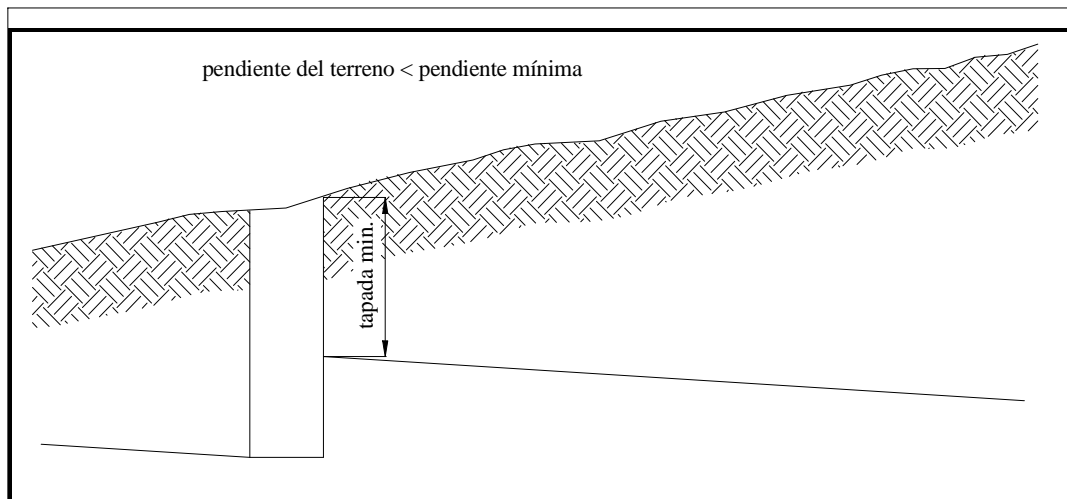


Figura 14 Distintos casos de pendientes de terreno (Apunte Ingeniería Sanitaria)

La pendiente mínima se establece para evitar que los sólidos se depositen en las paredes de los caños. Se establece en función del diámetro y la velocidad, tomando como velocidad mínima aquella denominada de auto limpieza.

\varnothing	<i>Pendiente mín.</i>
160	0.003 m/m
200	0.003 m/m
250	0.003 m/m
315	0.0022 m/m
355	0.0015 m/m
450	0.0012 m/m
525	0.0010 m/m
600	0.0009 m/m
675 y más	0.0008 m/m

Velocidad Mínima

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 300mm 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.

El gráfico siguiente (ver figura 15) tiene como ordenadas la relación entre el tirante y el diámetro de la tubería (y/do) y en abscisas las relaciones de caudal y velocidad a sección parcial y llena (Q_p/Q_{ll} , V_p/V_{ll}).

Entrando con la relación Q_p/Q_{ll} y cortando la curva de caudal, se obtiene los valores de la relaciones de y/do en ordenadas. Ahora entrando con la misma relación Q_p/Q_{ll} y cortando nuevamente la curva caudal se traza una línea horizontal hasta que corta la curva de velocidad, luego en abscisas se obtienen la relación V_p/V_{ll} .

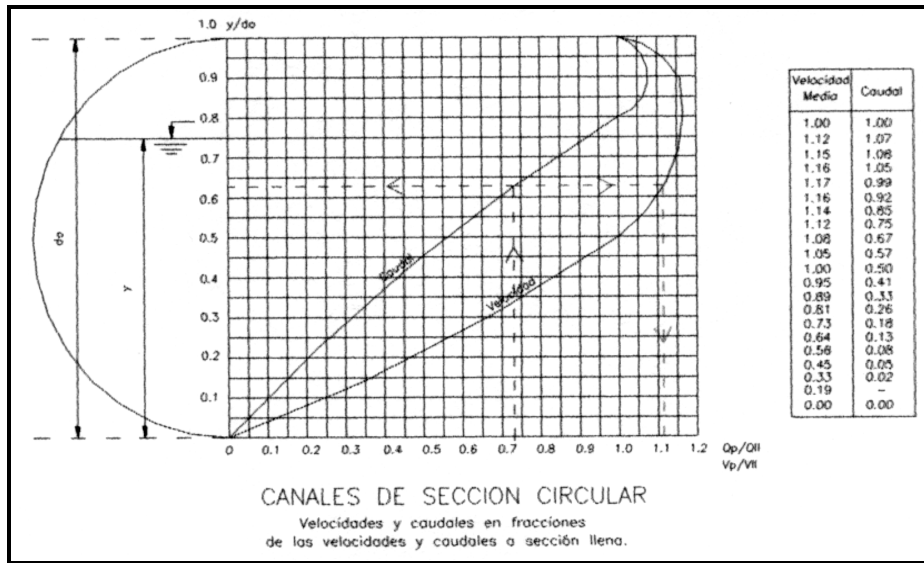


Figura 15 Canales de Sección Circular. (PS de Dubersarsky Vilca (2006))

luego:

$$V_{\text{parcial}} = (\text{valor de gráfico}) \times V_{\text{lleno}}$$

La V_p tiene que ser mayor que la mínima de autolimpieza, así queda verificada la velocidad.

$$V_{\text{parcial}} > V_{\text{autolimpieza}} \Rightarrow \text{Verifica}$$

La V_p tiene que ser mayor que la mínima de auto limpieza, así queda verificada la velocidad.

Es conveniente tener velocidades superiores a las mínimas dado que la eliminación continua de lodo y materiales duros es relativamente costosa, por lo tanto se deben desarrollar pendientes que garanticen velocidades auto limpiantes, incluso cuando el costo inicial de construcción sea mayor.

Velocidad Máxima

Es importante controlar la velocidad máxima por la acción erosiva que pudiera provocar ésta. Un valor práctico adoptado para asbesto cemento es 3.00 m/s y para materiales vítreos es 3.6 m/s, este valor depende del diámetro y el material de la cañería, hoy en día esos materiales cayeron en desuso. Asimismo el CoFAPyS (Consejo Federal de Agua Potable y Saneamiento) define la siguiente expresión para determinar la velocidad máxima:

$$V_{\max} = 6 \times \sqrt{g \times R}$$

siendo: V_{\max} : velocidad máxima [m/s]

g : aceleración de la gravedad [m/s²]

R : radio hidráulico [m] para secciones circulares

$$R = \phi/4$$

Resumiendo:

ϕ	Velocidad max.
160	3.76 m/s
200	4.20 m/s
250	4.70 m/s
315	5.27 m/s
355	5.60 m/s

Tapadas

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

Se han considerado las siguientes tapadas que son, en la práctica, las exigidas por la mayoría de los municipios:

- Tapada mínima en calzada: 1.20 metros.
- Tapada mínima en vereda: 1.00 metro.

- *Tapada máxima para conexión domiciliaria: 3.00 metros.*

El valor máximo de las tapadas se determina por la imposibilidad o la poca comodidad de hacer las instalaciones domiciliarias a elevadas profundidades, también por las condiciones del terreno, el material constitutivo del caño, los costos de excavación, y en algunos casos uno de los condicionantes es la profundidad de la napa freática. Superado el valor máximo se debería realizar la conexión a colectoras subsidiarias.

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 usadas son las bocas de registro, las conexiones domiciliarias, las estaciones elevadoras y los sifones invertidos.

Bocas de registro

Las bocas de registro son cámaras de ingreso que sirven para derivar los líquidos hacia la colectora, ventilar las conducciones y dar acceso a las colectoras para poder realizar la limpieza de las mismas, por lo tanto se deberán colocar las bocas en las intersecciones de cañerías (ver figura 16), en lugar donde se deba efectuar un salto (ver figura 17), en los cambios de pendiente (ver figura 18), en los cambios de dirección (ver figura 19), en los cambios de diámetro de la cañería (ver figura 20) y a distancias no mayores de 120 m (ver figura 21), aunque este criterio último es un poco discutible y dependerá de la tecnología prevista para la limpieza y desobstrucción de las cañerías, hoy las tecnologías más recientes pueden lograr hasta 400 m.

Las bocas de registro se realizan en mampostería u hormigón simple y/o armado, para permitir el acceso del personal de mantenimiento tiene una tapa superior circular, de hierro fundido macizo o tipo reja, también las hay de molde en hierro fundido y rellenas de hormigón, siendo estas de 60 cm de diámetro. No se permite empotrar escaleras metálicas en los paramentos ya que los gases y el tiempo las corroen.

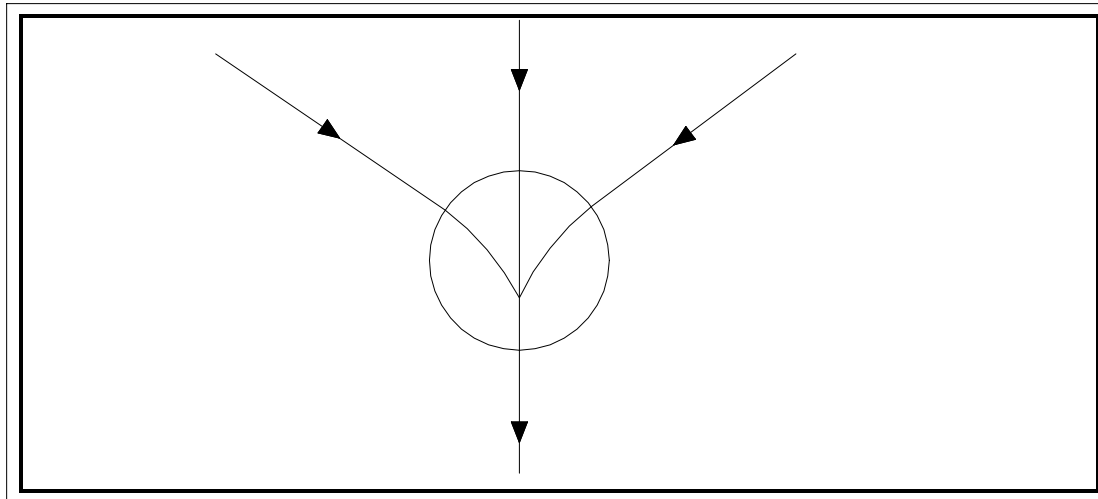


Figura 16 Boca de Registro en Intersección de Cañerías (Apunte Ingeniería Sanitaria)

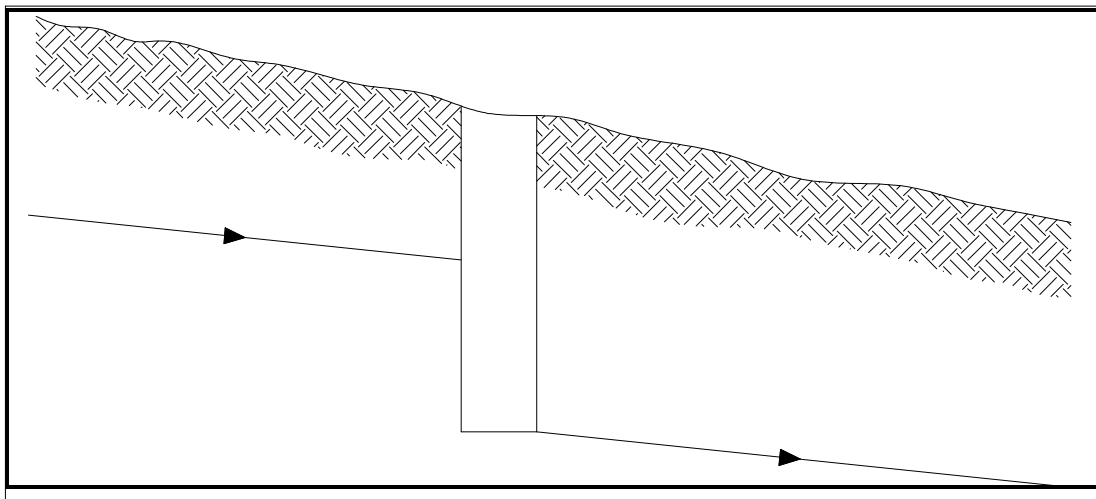


Figura 17 Boca de Registro en un Salto (Apunte Ingeniería Sanitaria)

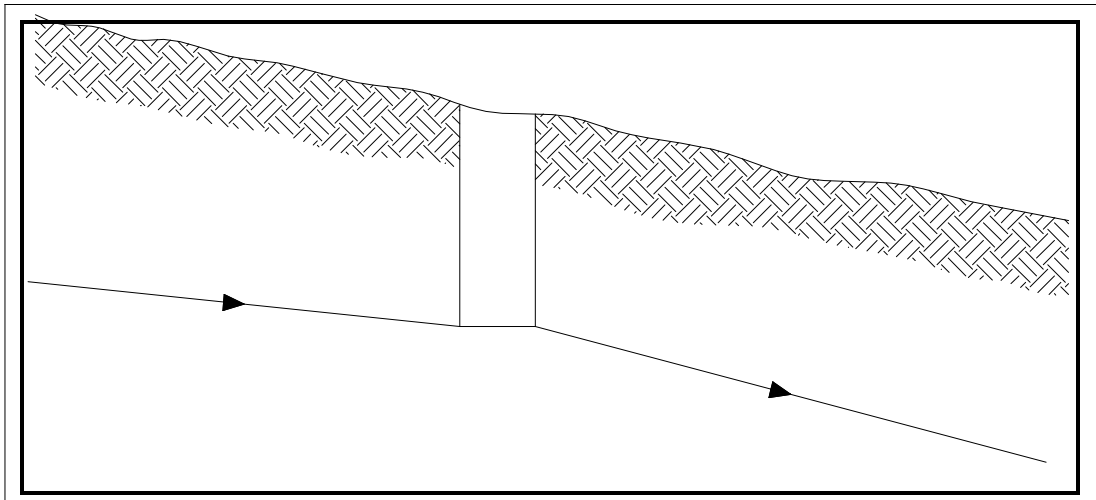


Figura 18 Boca de Registro en un Cambio de Pendiente (Apunte Ingeniería Sanitaria)

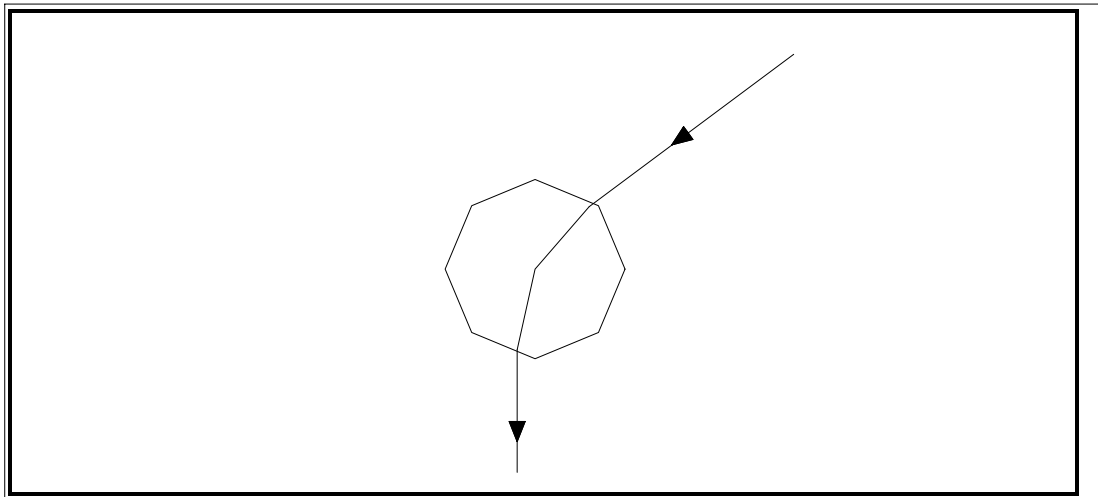


Figura 19 Boca de Registro en un Cambio de Dirección.(Apunte Ingeniería Sanitaria)

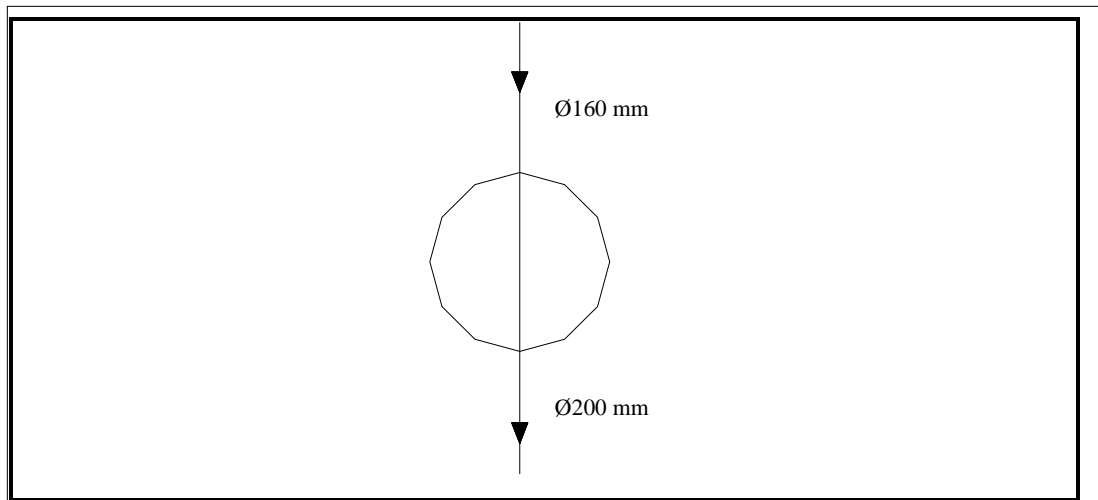


Figura 20 Boca de Registro en un Cambio de Diámetro de la Cañería (Apunte Ingeniería Sanitaria)

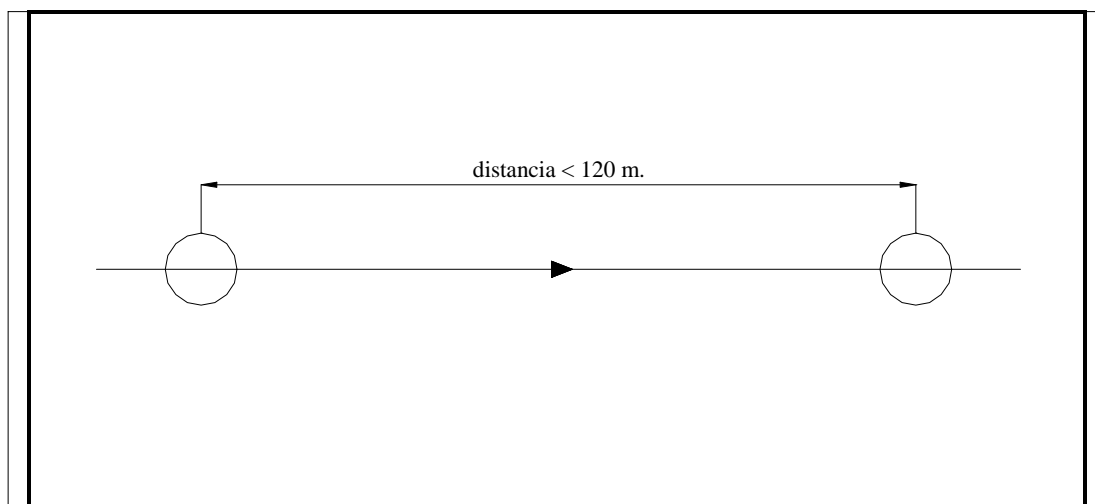


Figura 21 Boca de Registro a una Distancia menor a 120m (Apunte Ingeniería Sanitaria)

Las bocas que albergan la cañería que trabajan a flujo por gravedad solamente, son de planta circular de 1.20 m de diámetro, para permitir al operario el manejo de herramientas para desobstruir la tubería (ver figura 22). Siempre que sea posible se evitarán las caídas verticales en las corrientes de aguas residuales, para reducir al mínimo las salpicaduras. Cuando sea necesario, deberán existir pozos de caída u otros medios para conducir las aguas a una cota inferior. Para alturas mayores de 2.5 metros, puede realizarse una reducción en la parte superior de la boca de registro. Cuando la

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

diferencia entre la cota de intradós del caño de entrada y de salida sea superior a 2 metros, se debe aplicar una caída. En la solera de cada boca se construyen los cojinetes o canales para seguir el escurrimiento del líquido, de sección y pendiente adecuadas a las cañerías con las que deben empalmar. La altura del cojinete es equivalente a la mitad del diámetro de las cañerías, cuando los diámetros concurrentes sean iguales. En el caso que las secciones no sean iguales, se respeta dicha altura en el plano de encuentro con el muro de la boca de registro de cada conducto, debiendo variar hasta el otro plano de encuentro en forma lineal. En el espacio entre el borde del canal (cojinete) y el paramento interno, se rellena y revoca, con una pendiente de 1:10, para evitar que quede depositado el material que transporta el líquido.

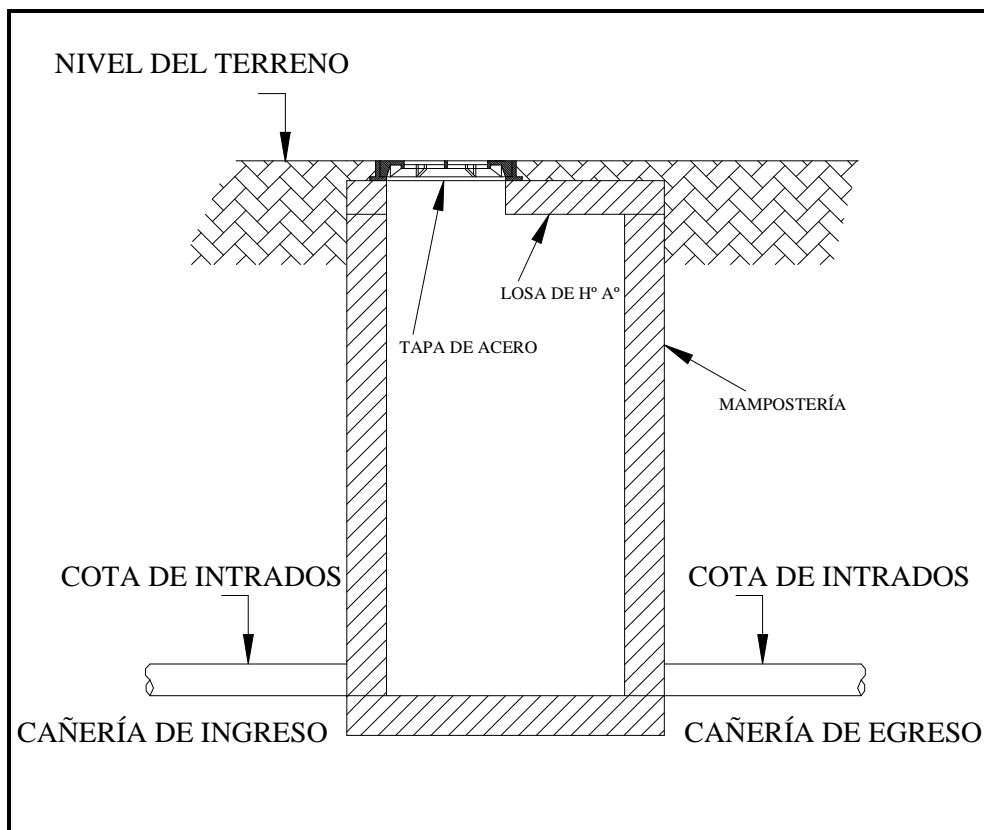


Figura 22 Corte boca de registro para cañerías a gravedad. (Dubersarsky Vilca)

Con respecto a la entrada y salida de las cañerías deberá cumplirse que el caño de salida nunca podrá 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 del mismo, el primero trabajaría en carga situación poco deseable para las cloacas; por último la cota de intradós del caño que ventila debe estar, por lo menos, un diámetro por encima del caño de salida.

Conexiones domiciliarias

Estas se clasifican en internas y externas. Las internas son las que se realizan en el interior de las viviendas hasta el frente y son realizadas por el frentista y las externas que se construye en la calle por parte de la empresa adjudicataria, enlazando así la cañería de desagüe interna con la colectora externa.

A medida que se va instalando la colectora y de acuerdo al plano de ubicación de los lotes, se van dejan colocados ramales para el enlace con las obras domiciliarias internas, aunque el mismo sea baldío. En los terrenos baldíos, los ramales se deben cerrar con un disco de material vítreo asentado con mezcla de cal o mastic asfáltico si se encontrara debajo del nivel freático.

El diámetro máximo en que pueden hacerse conexiones domiciliarias es de 315 mm para PVC, además no pueden realizarse conexiones a cañerías ubicadas a profundidades mayores a 3.00 metros.

Los caños y piezas de conexión a emplear serán de igual material que el de la red, la derivación domiciliaria esta compuesta por un ramal a 45° y una curva a 45°. El ramal a 45° 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, a continuación de la curva a 45° se coloca un tramo de caño de 110 mm de diámetro, hasta 60 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, retirándose el mismo cuando la red se encuentre en condición de ser utilizada.

Con respecto a la cañería de la instalación domiciliaria interna esta se efectúa con diámetro de 110 mm, con pendientes mínimas de 1/60, 5 cm por metro, y máximas de 1/20, 1,6 cm por metro y sobre un plano rígido, osea una solera de hormigón ya que aquí las uniones son rígidas.

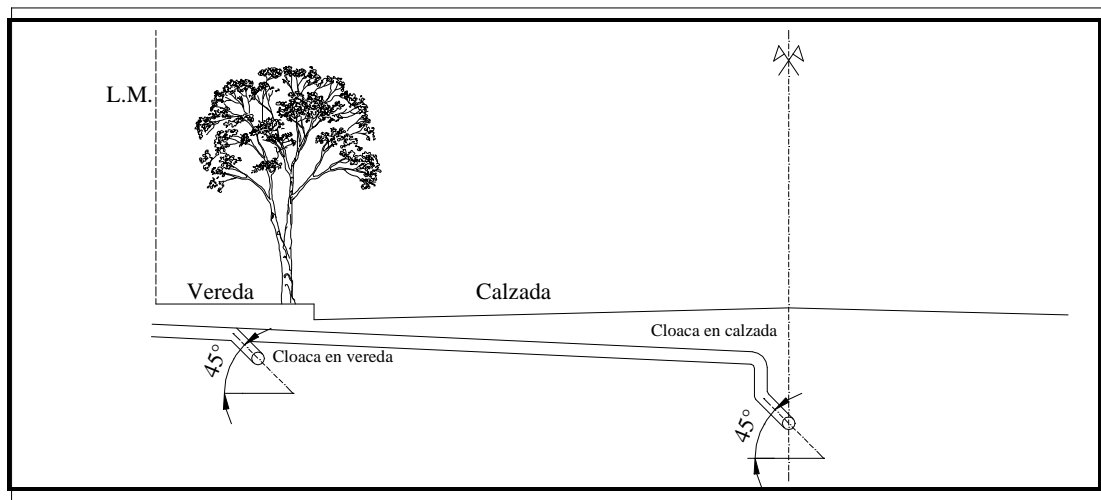


Figura 23 Conexión en Vereda y Calzada (Dubersarsky Vilca)

Estaciones elevadoras

Son usadas en zonas donde la cañería ya se ha enterrado 3 metros por debajo del nivel del terreno natural, entonces se tendrá que elevar las aguas negras para proseguir la conducción por gravedad.

Estas deberán tener una cámara donde llegan las aguas negras, ahí previo el paso por una reja tipo canasto, que sirve para detener a los materiales gruesos, son elevadas por medio de bombas sumergibles a través de una cañería de impulsión a una cámara de descarga a una cota más elevada, desde donde se diseña el empalme hacia la red.

El diseño óptimo de una estación de bombeo está dado en función del caudal que desea elevarse. De acuerdo a los costos de adquisición de los equipos, a mayor capacidad mayor es el costo, por ello es conveniente repartir el caudal de modo de reducir el tamaño de cada unidad, aún si es necesario instalar dos o más equipos, los cuales funcionarán alternadamente para permitir un desgaste similar.

Siempre al número de bombas calculado se le deberá agregar una más en calidad de reserva para cuando se deba realizar tareas de mantenimiento o ante el desperfecto de alguna bomba, por ende el número mínimo es de dos bombas.

La ubicación del pozo de bombeo, además de ser conveniente para los fines específicos del mismo, se selecciona teniendo en cuenta el impacto sobre la trama urbana y sobre el medio ambiente, aparte de la disponibilidad de accesos adecuados y energía eléctrica.

La disposición de las bombas en la estación se puede realizar de dos formas:

- *Emplazamiento indirecto se colocan en un recinto independiente denominado "cámara seca". Las bombas y la cámara seca, si existe, pueden adosarse a la obra de toma o pozo de bombeo, lo que se conoce como emplazamiento lateral o colocarse en la parte superior de los mismos, que corresponde a un emplazamiento superior*
- *Emplazamiento directo: las bombas están dentro de la masa líquida de la obra de toma o pozo de bombeo. Los motores, por su parte, pueden hallarse junto a la bomba en la cámara húmeda o en una cámara seca superior o a la intemperie.*

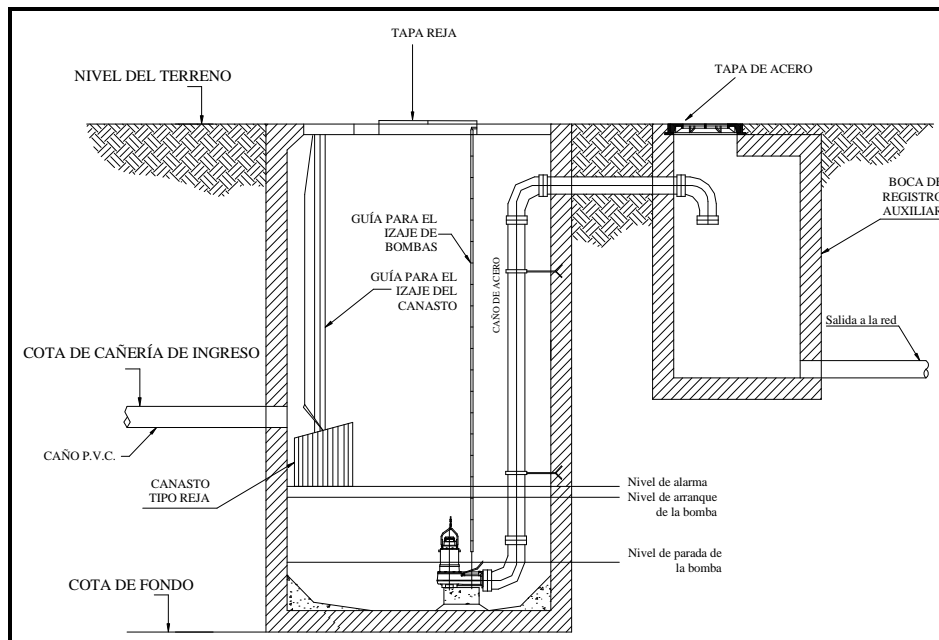


Figura 24 Corte en Estacion Elevadora (Dubersarsky Vilca (2006))

Sifones invertidos

Es un tramo de cañería cuyo intradós se encuentra a un nivel inferior que la línea de pendiente hidráulica, por ende funciona a sección llena, a gravedad y a presión mayor que la atmosférica.

Los sifones son estructuras de mucho mantenimiento por lo tanto deben proyectarse cuando sea estrictamente necesario, la velocidad mínima para estos es de 0.9 m/s, esta velocidad es mayor que la mínima para conductos comunes ya que de

esta forma se busca que no sedimenten arenas y barros. Estos deben de tener compuertas al ingreso y a la salida para su mantenimiento y limpieza.

1.6.3 Cálculo de la Red Colectora

Los conductos cloacales circulares se calculan siempre como canales a sección llena, o sea el tirante coincidirá con el diámetro de la cañería.

Partiendo de la fórmula de Chezy, que permite obtener la velocidad media en la sección de un canal:

$$V = C \times \sqrt{Rxi} \quad (1)$$

Dónde:

R: Radio hidráulico de la sección.

i: Pendiente hidráulica m/m.

C: Coeficiente de Chezy. Está en función de material, viscosidad del fluido, R.

De la expresión más simple de la fórmula de Manning:

$$C = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \quad (2)$$

Dónde:

n: Coeficiente de Manning. Está en función del material y la viscosidad del fluido.

Si reemplazamos (2) en (1) obtenemos:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{1/6} \times \sqrt{Rxi} = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

Como,

$$R = A/P; A = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4}; P = \pi \times \emptyset$$

Entonces,

$$R = \frac{\pi \times \emptyset^2}{4} \div \pi \times \emptyset = \frac{\emptyset}{4}$$

Luego

$$V = 36,08 \times \emptyset^{2/3} \times i^{1/2} \quad (3)$$

Por la ecuación de continuidad

$$Q = A \times V \quad (4)$$

Reemplazando (3) en (4):

$$Q = 28,335 \times \emptyset^{8/3} \times i^{1/2} \quad \left(\frac{m^3}{s} \right)$$

$$Q = 28335 \times \emptyset^{8/3} \times i^{1/2} \quad \left(\frac{l}{s} \right)$$

$$Q = \left(\frac{Q(l/s)}{28335 \times i^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Una vez obtenido el diámetro se adopta uno comercial y con este se calcula la Velocidad de auto-limpieza mediante la fórmula de Manning:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \geq 0,60 \text{ m/s}$$

Está comprobado por ENOHSA que el criterio de velocidad de auto-limpieza es más Representativo para conductos con diámetro mayor a 300 mm.

La capacidad del colector se obtiene de la formula

$$Q = 28335 \times \emptyset^{8/3} \times i^{1/2} \quad (l/s)$$

2. MEMORIA ANALÍTICA

2.1 SECTOR DE ESTUDIO

Córdoba en el último tiempo ha tenido una gran expansión, con una gran inversión inmobiliaria lo cual ha traído aparejado una gran demanda en cuanto infraestructura, por lo que la red actual se encuentra muy exigida y funcionando por encima de su capacidad.

La Municipalidad de Córdoba estima que por el gran crecimiento que hubo y habrá en la zona Oeste de la ciudad de Córdoba sumado a la excesiva área que esta descarga en el nexo al sur del Río Suquía debido a la no realización de obras de colectores planteadas en el PIC, la Municipalidad de Córdoba estima que la situación del Colector Zona Centro es crítica por lo cual se realizó un Estudio hidráulico del Colector para determinar la situación del mismo.

El Colector Zona Centro es uno de los nexos troncales del diseño del PIC, para el funcionamiento de la Ciudad de Córdoba, el conducto comienza con un diámetro de 300mm en la intersección entre la Av. Don Bosco y la Av. Colon, y sigue su recorrido costeando el río y va aumentando su diámetro progresivamente, hasta llegar a 700mm en el Puente Zanichelli (calle Santa Fe), luego continua con diámetros mayores, siguiendo el recorrido de la Costanera, hasta cruzar el Río Suquía a través de un sifón por la calle Lima. El estudio hidráulico se realiza en el tramo que va desde el comienzo del colector hasta el puente Zanichelli.



Figura 25 Colector desde Google Earth (Elaboracion Propia)

2.2 CATASTRO DE LA ZONA

Para el desarrollo de este trabajo se contó con los planos de manzanas de la ciudad y de la malla vial de la Ciudad de Córdoba, los cuales se obtuvieron en la Dirección de Catastro de la Municipalidad de Córdoba, estos permitieron delimitar el sector de estudio y analizar el área de influencia del colector. En el plano n°1 (Anexo planos), se observa la base de la ciudad de Córdoba donde se digitalizará toda la información que sea necesaria para poder realizar el análisis.

La Ciudad de Córdoba tiene una topografía como un gran pozo en donde el nivel mínimo está dado en general por el Río Suquía, por lo que cuando se planteó la ciudad se la dividió en dos grandes zonas: Zona Sur y Norte, cuya frontera, es el Río Suquía. Por lo tanto podemos clasificar dos grandes Cuencas, en donde sus líquidos van a fluir hacia el Río, y va a ser tomado por los colectores correspondientes.

Como se explicó anteriormente el plan original del PIC (Plan integral de Cloacas) es que existan dos colectores importantes que tomen los líquidos residuales que vienen de cada cuenca, pero el colector de la zona norte de la ciudad nunca se realizó, por lo cual todo lo que viene de la zona norte, viaja a través de nexos hacia el Colector que se está analizando.

Como se puede observar en el plano n°2 (Anexo Planos) para el área de estudio se consideró como límite sur del Sector de influencia el Río, como límite oeste la Av. Santa Fe y la calle Río Negro, mientras que para el límite Norte se tomó el Río Suquía y la Av. Fuerza Aérea Argentina (Ruta n° 20) con lo cual queda definida el área preliminar de estudio.

Como se mencionó anteriormente, se debe tener en cuenta cuales son los nexos de la Zona Norte que aportan al Nexo, se realizó un veloz estudio de las redes existentes, se encontró cuatro nexos secundarios que descargan en el conducto estudiado, un nexo proviene de la zona Oeste de Barrio Don Bosco, mientras que los otros tres nexos provienen de la zona Norte ampliando considerablemente el Sector de Estudio.

Para ello se tomó una decisión junto al Jefe de Proyectos de la Municipalidad de Córdoba, considerar como límite Norte, la Av. Circunvalación (Av. Agustín Tosco) y como límite Este Bv. Los Andes, ampliando así el Sector de Estudio como se demuestra en el plano N°2 abarcando una gran parte de la Zona Norte con varios importantes como Cerro de las Rosas, Urca, Villa Cabrera, Bajo Palermo, San Martín y también Barrio Don Bosco hacia la Zona Oeste.

2.3 INFORMACIÓN TOPOGRÁFICA

Se realizó el levantamiento topográfico del sector de estudio del colector. Esta información topográfica permitió obtener las cotas de terreno de las cámaras de inspección, obtener las pendientes de terreno y determinar las áreas tributarias al conducto, es decir las Cuencas Hidráulicas de aporte.

El relevamiento de cotas, al tratarse de una extensión de terreno muy grande, y el costo de un relevamiento topográfico era muy alto y el tiempo de ejecución muy lento por lo que se utilizó los planos de proyectos de Obras Sanitarias de la Nación que realizo en el año 1973, en donde se relevaron las cotas altimétricas de toda la Ciudad de Córdoba con un resultado confiable, por lo que cual se pudo tomar estos datos como base.

Para esto Obras Sanitarias de la nación dividió la ciudad en veintiséis planos.

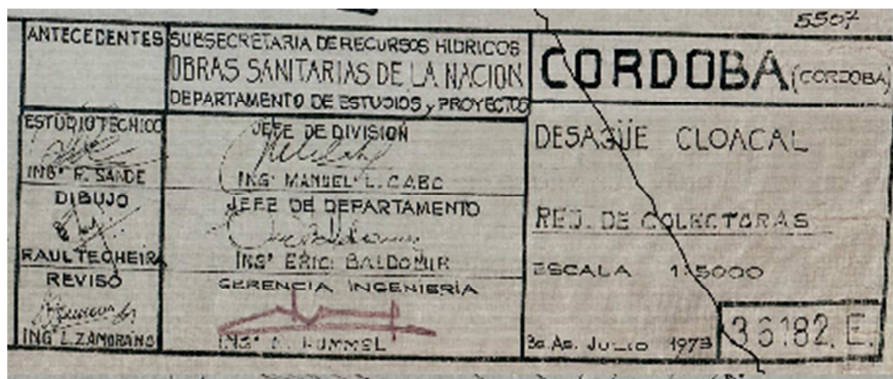


Figura 26 Rótulo de Plano de O. Sanitarias (Elaboracion Propia)

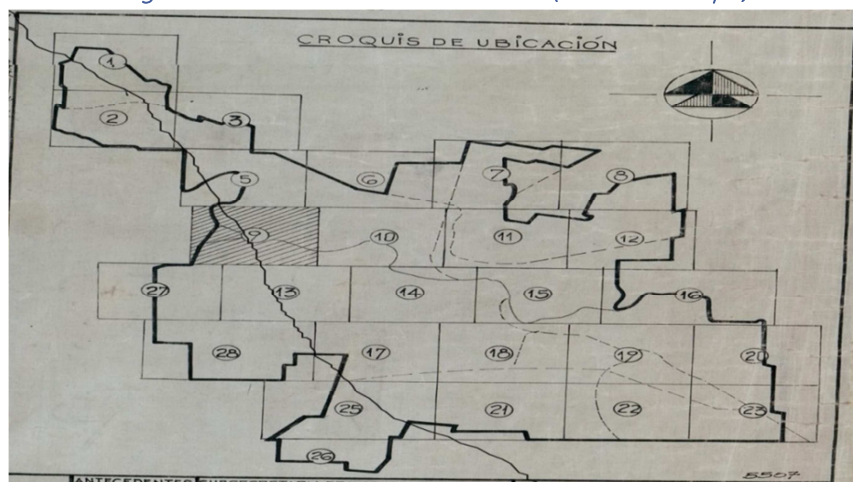


Figura 27 Croquis de Ubicación de los planos de O Sanitarias (Municipalidad de Córdoba)

Nº 10

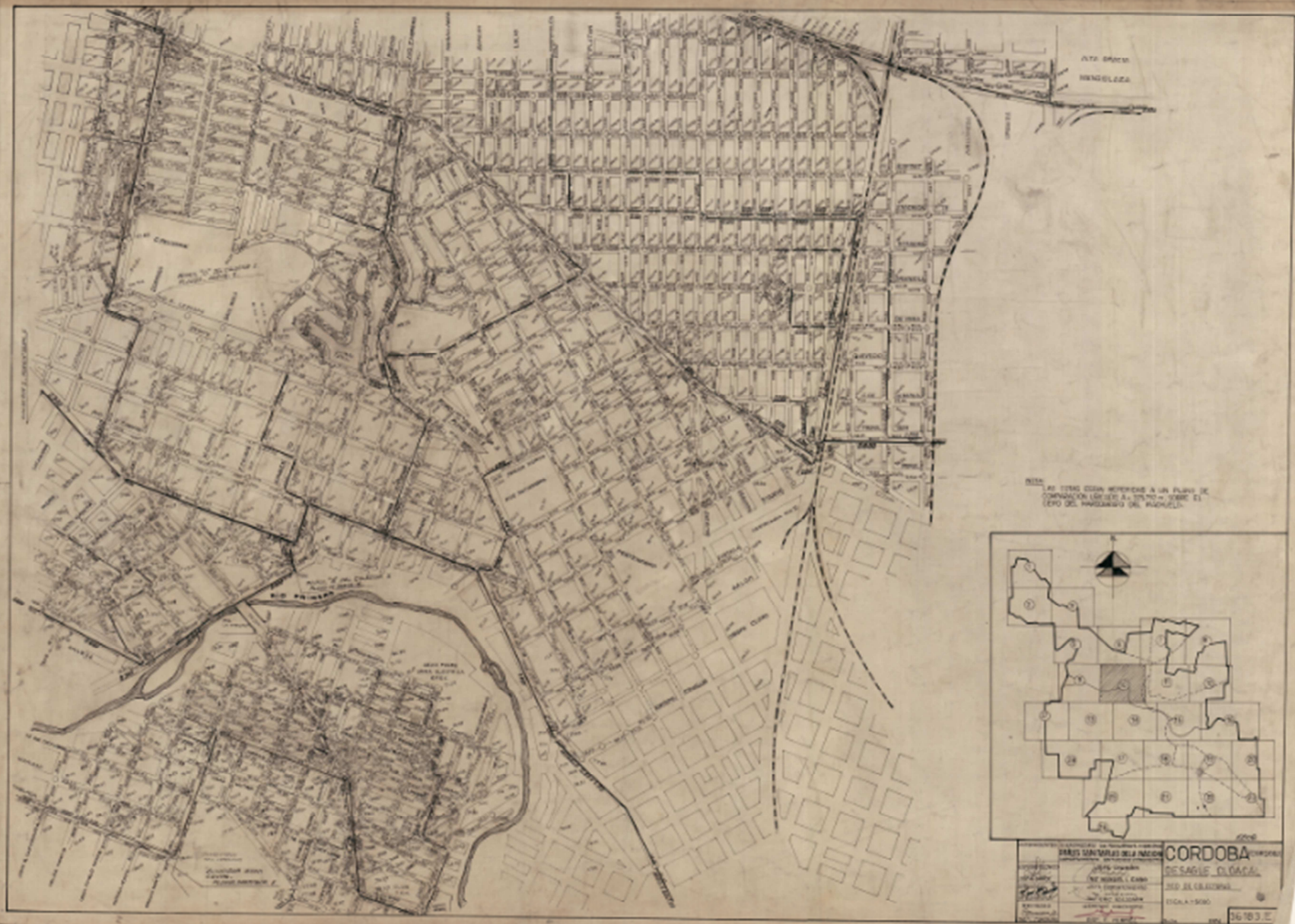


Figura 28 Plano n 10 de O. Sanitarias (Municipalidad de Córdoba)

Como se observa en la figura (28) la zona del "Colector Zona Centro" está representada en los planos 9, 10, 13,14 y 27.

Se digitalizó los planos correspondientes y se sacó la información de las cotas de terreno que están representadas en las esquinas de cada manzana con una inclinación de 30°, también se digitalizó el nexo, su recorrido y sus cotas de intradós, para luego utilizar esta información en el análisis del colector.

En los Planos de Obras Sanitarias de la Nación, se pudo obtener la mayor parte de las cotas altimétricas de terreno, pero en algunos sectores que en esa época no se consideró en el proyecto no hubo datos, por ejemplo la zona de la costanera y los barrios San Ignacio, Quebrada de las Rosas, y Chateu Carreras.

Para poder realizar el análisis de estas Áreas se acudió a las Cartas Topográficas "SPARTAN" del año 1967, son setenta cartas topográficas digitalizadas por la dirección de catastro que representan toda la ciudad, de las cuales se utilizó la carta n° 31, 32, y 39.

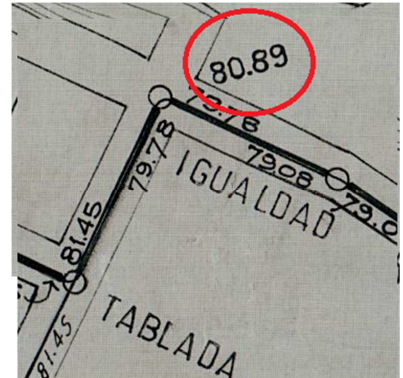


Figura 29 Cotas Digitalizadas (elaboración propia)

**CARTAS TOPOGRAFICAS
SPARTAN - Año 1967**

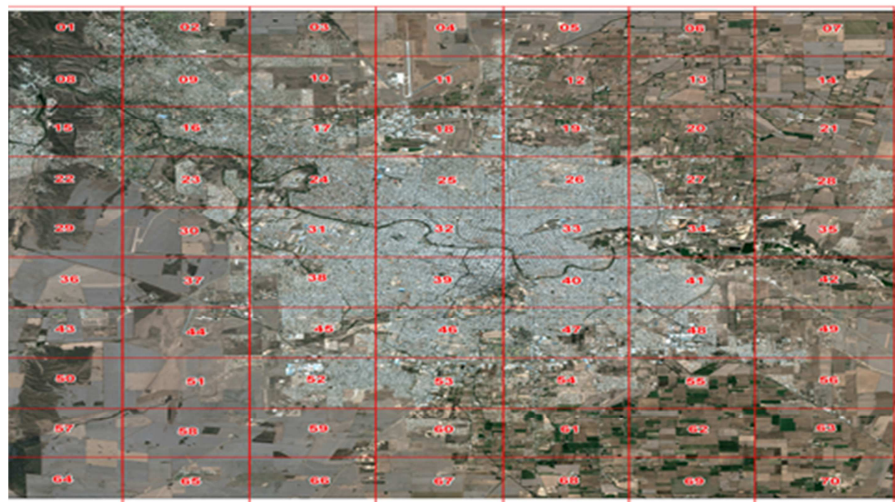


Figura 30 Croquis de Ubicación Cartas Spartan (Municipalidad de Córdoba)

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

De estas cartas solo fue posible obtener las direcciones de flujo y pendientes de los conductos, pero no las cotas altimétricas de terreno, debido a que se encuentran referenciados a un antiguo sistema que no fue posible atar a la nueva malla debido a que las cartas que se obtuvieron no tenían cotas de esquina.

Para resolver esta falencia se trabajó considerando 1,20 sobre la cota de intradós del plano, como una aproximación del proyecto.

Con estas cartas no se obtuvo las cotas, sino que se pudieron analizar las pendientes y determinar cómo fluiría el líquido según el terreno natural, y determinar en qué punto aportaría las futuras cuencas al colector.

Con la información obtenida anteriormente más la ayuda del software Google Earth se obtuvo las cotas de todas la bocas de registro como se observa en la siguiente tabla.

punto	cota terreno	intersección
1	131,54	Av. Colón y Don Bosco
2	130,39	Av. Colón y Calandria
3	127,31	Av. Colón
4	122,85	Av. Colón
5	120,11	Av. Colón y Pasco
6	119,50	Pasco y Cucha Cucha
7	114,72	Caluti y Cucha Cucha
8	110,42	Río Bamba y Cucha Cucha
9	108,33	Río Bamba y 27 de Abril
10	107,02	Río Bamba y Palpa
11	105,65	Río Bamba y Deán funes
12	104,57	Río Bamba y Chiquiraya
13	104,34	Chancay y Chiquiraya
14	104,16	Chiquiraya y Acari
15	103,80	Acari y Cumpeo
16	103,13	Talca y Cumpeo
17	108,43	Humauaca y Cumpeo
18	102,36	Humauaca y Javier del Signo
19	101,80	Javier del signo y Rosillo
20	101,25	Javier del signo y Ramón Figueroa
21	100,70	Javier del Signo
22	100,16	Javier del Signo y Tacuari
23	99,72	Tacuari y Santa Rosa
24	99,18	Tacuari y La Rioja

25	98,59	Humberto Primo y Tacuari
26	98,31	Rafael Obligado y Tacuari
27	96,36	Rafael Obligado y Campichuelo
28	94,41	Campichuelo y La Tablada
29	93,20	La Tablada y Bulonge Sur Mer
30	90,03	La Tablada y Velez Mariconde
31	85,89	La Tablada y Domingo Iros
32	84,09	La Tablada y Victoria
33	83,65	La Tablada y Porto y Mariño
34	83,21	La Tablada y Baltasar de Avila
35	82,65	La Tablada y Juan de Molaes
36	80,74	Igualdad y Juan de Morales
37	80,02	Igualdad y Sagrada Familia
38	79,61	Igualdad y Oñate
39	80,89	Igualdad y Oñate
40	79,38	Igualdad y Manuel Corvalan
41	78,88	Igualdad y Felix Aldao
42	79,60	Igualdad Y Francisco Caballero
43	78,50	Igualdad y Del Carmen
44	82,50	La Tablada y Del Carmen
45	79,61	La Tablada y Sixto Llanos
46	78,09	La Tablada y Domingo Zipoli
47	70,96	La Tablada y Justo Paez Molina
48	80,72	La Tablada y Juan Caferatta
49	79,81	La Tablada y Msor. de Andrea
50	78,89	Msor de Andrea y E. Tornu
51	74,83	Msor de Andrea y Pedro Arata
52	73,83	Pedro Arata y Pedro Goyena
53	74,21	Pedro Arata y Octavio Pinto
54	79,30	Octavio Pinto y Psje San Pablo
55	75,27	Octavio Pinto y 12 de Octubre
56	74,37	Octavio Pinto y Igualdad
57	69,65	Igualdad y J. Maria Mendez
58	71,65	Igualdad y Arturo Orgaz
59	67,50	La Tablada y Arturo Orgaz
60	66,20	La Tablada y Bautista Mestre
61	65,53	Reforma Universitaria y Costanera
62	65,25	El Chaco y Costanera

Obteniendo de este modo el perfil longitudinal del terreno a lo largo del Colector.

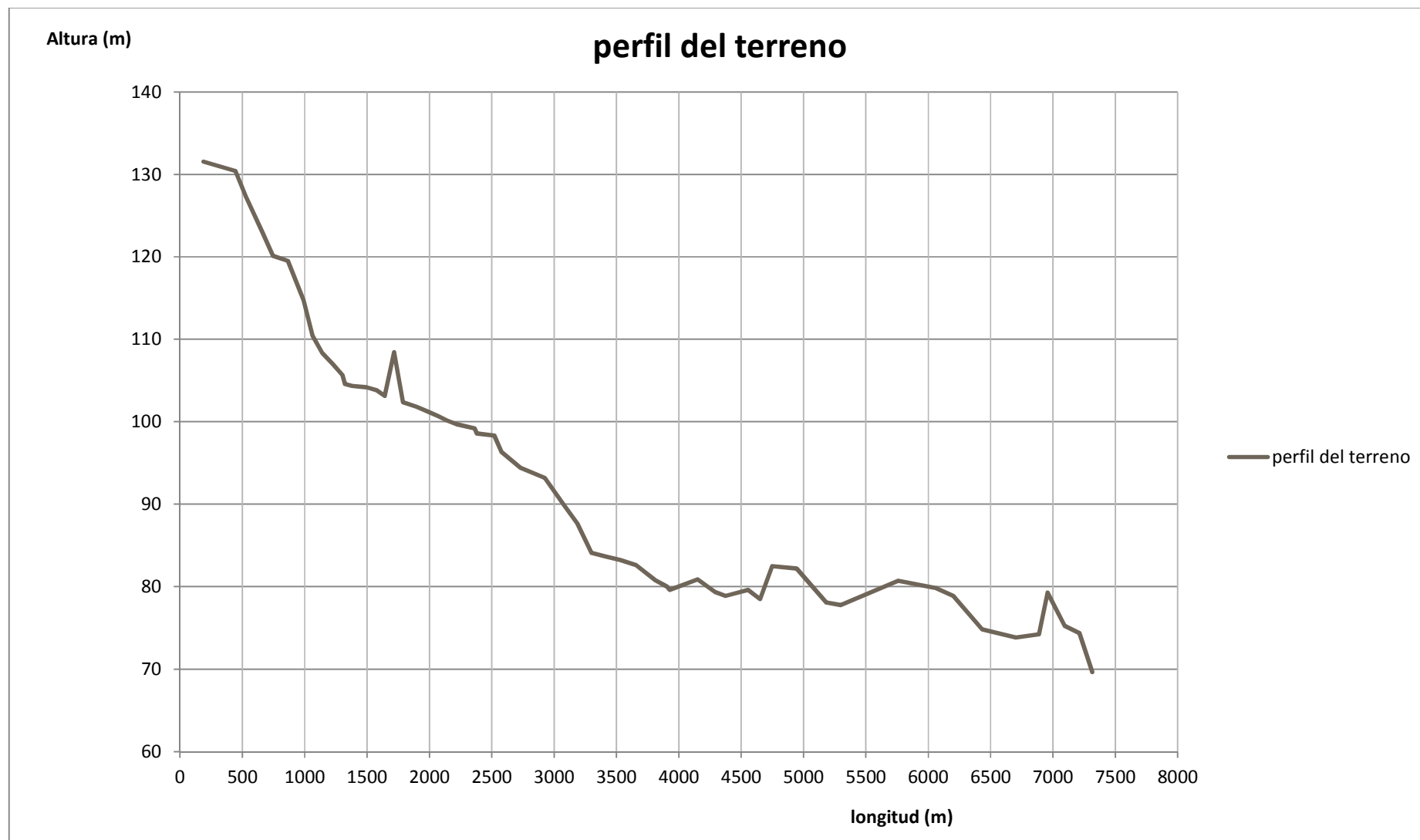


Figura 32 Perfil Longitudinal del Terreno (Elaboración Propia)

2.4 DETERMINACIÓN DE CUENCAS DE APORTE.

Con las cotas digitalizadas se procedió a marcar las divisorias de agua que son las líneas en las cual hay un cambio de pendiente en la altitud del terreno por lo cual el líquido va a fluir en direcciones contrarias a los lados de esta línea.

Para esto se procedió marcando las cotas de mayor altura y luego se las une y de este modo queda marcadas las líneas divisorias de aguas, estas cuencas delimitadas representan como escurriría el líquido residual si siguiese el terreno natural, si bien el líquido cloacal va a escurrir por gravedad y las cuencas delimitadas representan como descargarían las cuencas al colector siguiendo la topografía del terreno. También se debió tener en cuenta los antecedentes de obra de la municipalidad, de donde se sacaron los datos de cómo están diseñadas las distintas obras, y hacia donde descargan, con lo cual esto generó sub cuencas dentro de las grandes cuencas delimitadas anteriormente, y también en algunos casos cambió el esquema de cuenca planteado anteriormente.

2.4.1 LEVANTAMIENTO DE DATOS DE LA RED FINA

Esto se realizó para profundizar en el análisis con información detallada de las obras realizadas por la municipalidad.

Se estudiaron los antecedentes de las obras realizadas por municipalidad (documentos llamados RS y OTC dependiendo la antigüedad de la obra) , se determinaron los números de RS que se encontraban en la zona de estudio, para ello hay un plano en la oficina de Redes Sanitarias y de Gas en la municipalidad de Córdoba, en donde están todos los RS y OTC en cada zona de donde fue la obra.

Se identificaron en la zona sur 71 RS y 18 OTC , los cuales fueron analizados y fueron seleccionados según si aportaban al conducto o si no aportaban, los que aportaban se los digitalizó y los que no aportaban fueron descartados y hubo un número de documentos que no se encontraron ya que no estaban en la oficina de Redes Sanitarias, y se los clasificó como "Perdido".

A continuación se presenta la tabla con los números de RS y OTC encontrados en la zona Sur y su condición

RS		OTC		RS	
16	Pasado	422	Pasado	217	Pasado
19	Pasado	486	Pasado	218	Pasado
31	Pasado	555	Perdido	226	Pasado
36	Pasado	571	Pasado	238	Pasado
45	Pasado	523	Pasado	246	Pasado
47	No aporta	561	Pasado	248	Pasado
61	Pasado	85	Perdido	251	Pasado
66	No aporta	174	Perdido	256	Pasado
68	Pasado	345	Perdido	257	Pasado
70	No aporta	366	Perdido	268	Pasado
103	No aporta	368	Perdido	311	Perdido
111	Pasado	372	Perdido	330	Pasado
112	Pasado	389	Perdido	377	Pasado
113	Perdido	410	Perdido	405	Pasado
115	Perdido	475	Perdido	407	No aporta
118	Pasado	485	Pasado	417	Pasado
119	No aporta	536	Pasado	421	No aporta
122	Pasado	558	Pasado	426	Pasado
124	Pasado	313	No aporta	429	Pasado
125	Perdido			437	Perdido
126	Pasado			448	Perdido
128	Pasado			453	Perdido
132	Pasado			454	Perdido
136	Perdido			462	Perdido
137	Pasado			466	Pasado
153	Pasado			468	Perdido
154	Pasado			472	No aporta
157	Pasado			474	Pasado
177	Pasado			478	Pasado
185	Pasado			485	Pasado
191	Pasado			490	Pasado
196	Pasado			491	No aporta
198	Pasado			492	Pasado
205	Pasado			262	Pasado
208	No aporta			345	Pasado
216	Pasado			296	Pasado

En la zona Norte se identificaron 48 RS y 24 OTC

RS		OTC		RS	
127	Perdido	232	Perdido	42	Pasado
173	No aporta	324	Pasado	295	Pasado
235	No aporta	357	Pasado	212	Pasado
1	Pasado	500	Perdido	446	Perdido
209	No aporta	526	Perdido	18	Perdido
46	No aporta	83	No aporta	189	Pasado
227	No aporta	87	No aporta	44	Pasado
143	Pasado	103	No aporta	187	Pasado
215	No aporta	125	No aporta	230	Pasado
29	Pasado	185	Perdido	342	Pasado
427	No aporta	189	Perdido	301	Pasado
263	Perdido	200	Perdido	345	Pasado
55	No aporta	209	Perdido	173	Pasado
475	Perdido	336	No aporta	59	Pasado
416	No aporta	369	No aporta	63	No aporta
4	No aporta	388	No aporta	156	No aporta
114	No aporta	393	No aporta	162	No aporta
300	Pasado	398	No aporta	187	Pasado
152	Pasado	412	No aporta	265	No aporta
133	Pasado	417	No aporta	313	Pasado
27	Pasado	446	No aporta	366	Pasado
89	Pasado	448	No aporta		
59	Pasado	534	No aporta		
184	Pasado	562	No aporta		
278	No aporta	569	No aporta		
164	Perdido				
158	Pasado				
159	Pasado				

En el plano n°3 (Ver Anexo Planos) se observa las cuencas delimitadas por los RS y OTC, y hacia donde fluiría por gravedad el líquido residual.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Con las cuencas marcadas, se realizó un análisis más detallado en la parte más influyente del colector, el área analizada con más precisión va desde la Costanera hasta la Av. Duarte Quiroz, en este sector se digitalizó toda la red cloacal domiciliar, y se vio específicamente donde descargaban las cuencas que influían directamente al colector, como se puede ver en el plano n°4 (Ver Anexo Planos).



Figura 33 Levantamiento de la Red Colectora Domiciliaria.(Elaboracion Propia)

Luego se relacionó las divisorias de aguas obtenidas con las Cotas Altimétricas, con la información obtenida de los antecedentes, quedando determinadas las subcuencas, 49 en la zona sur, y 3 en la zona norte que aportan puntualmente a través de nexos, como se puede observar en el plano n°4 (Ver Anexo Planos)

Estas subcuencas delimitadas, se unen con otras para aportar puntualmente al colector, por lo que se identificaron la cuencas definitivas, quedando conformada La Zona Sur por 33 cuencas, mientras que la zona norte se delimito en 3 grandes cuencas, que cada una de las cuales a través de tres nexos secundarios, desembocan en en el Colector zona centro como se puede observar en el plano n°5 (Ver Anexo Planos).

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

A continuación se adjunta la tabla de las cuencas, su distrito y zona, con sus áreas, y sus respectivos usos de suelo que van a ser utilizado más adelante.

CUENCA	SUBCUENCA	PLANO	DISTRITO	ZONA	F.O.T.	F.O.S.	PUNTO APLICACIÓN	AREA (HA)
QS1	CS42	gon	10	7			1	254,621
QS2	CS39	RS 177-118-216-218-226-474	6	18-19 Y 21			8	81,255
	CS43	RS 426	6	5 y 19				23,734
QS3	CS37	RS 438-466-485 y OTC 561	6 Y 10	1-2 Y 5			17	83,031
	CS41	RS 426	10	5				59,854
QS4	CS38		6	2	1	70	20	3,769
QS5	CS40	256	10	1-2 y 5			20	110,143
QS6	CS35	RS 478	6	3	1	70	27	27,523
	CS36		6	2	1	70		1,739
QS7	CS34	RS 478	6	3	1	70	29	14,062
QS8	CS33	RS 19	6	3 y 17			31	21,894
	CS44	MUNICIPALIDAD	6 y 10	6-9-17-20 y 21				527,184
QS9	CS30	RS 153- 115	6	4-5 y 16	1,5	70	32	43,809
	CS31	RS 246	6	4	1	70		6,901
QS10	CS29	RS 111 Y246	6	4	1	70	33	12,357
QS11	CS28	RS 111 Y246	6	4	1	70	34	2,573
QS12	CS24	RS 111 y OTC 422	6	5	1,5	70	35	10,105
QS13	CS25	RS 246	6	5	1,5	70	36	3,872
	CS27	RS 246	6	4	1	70		2,699
QS14	CS32	RS 246	6	4	1	70	37	3,443
	CN1							219,086
QS15	CS23	RS 292	q	5 y 6	1,5	70	39	9,820
QS16	CS22	RS 68-185-198-405-417	6	14 y 15	1,5	70	40	51,977
	CS45		6	4-6-16 y 22				203,619
QS17	CS21	RS 68	6	6	1	60	41	6,259
QS18	CS20	RS 36 y OTC 422 y 486	6	14	1,5	70	44	33,793
	CS46		6	23-33 y 34				56,127
QS19	CS19	OTC 475	6	7	1	70	46	25,747

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

CUENCA	SUBCUENCA	PLANO	DISTRITO	ZONA	F.O.T.	F.O.S.	PUNTO APLICACIÓN	AREA (HA)
QS21	CS13	RS 191	6	13	s/limite	80	48	0,674
	CS18a	OTC 410 y 536	6	8 y 13	s/limite	80		12,436
QS22	CS14	RS 191 y OTC 558	6	13	s/limite	80	49	4,223
	CS15	RS 536 y OTC 368	6	13	s/limite	80		26,153
QS23	CS12	RS 191 y OTC 558	6	13	s/limite	80	50	5,169
QS24	CS9	OTC 558	6	9	2	70	50	0,733
QS25	CS8	OTC 558	6	9	2	70	51	1,568
	CS11	RS 132-191 y OTC 558	6	9 y 13	2	70		12,752
QS26	CS5	OTC 558	6	9	2	70	52	4,754
	CS10	OTC 558	6	9	2	70		5,434
QS27	CS3b	RS 31	6	9	2	70	52	2,095
	CS7	OTC 558	6	9	2	70		5,261
QS28	CS4a	RS 46	6	10	2	70	53	0,888
QS29	CS3a	RS 31	6	9	2	70	53	0,553
	CS4b	RS 31	6	9	2	70		0,178
	CS4c	RS 46	6	10	2	70		0,744
	CS6		6	9	2	70		3,848
	CN2							458,307
QS30	CS16	RS 61-126-137-251-536 y OTC 268	6	12	s/limite	80	55	75,588
	CS47	RS 30-121-163	6	2-24 y 32				73,996
QS31	CS2	RS 31-46	6	9 y 10	2	70	58	40,716
	CN3							494,408
QS32	CS1	RS 31	6	10	2	70	60	8,674
QS33	CS17	rs 45-112-128-137-154-157-196-205-429 y OTC 485	6	1, 11 y 28	s/limite	80	61	107,356
	CS48	RS 02-10-11-28-30-43-50-76-83-108-131-199-412-413	8	3-4-5-6-10-25-26-27-28-29-30 y 31				345,555
	CS49		7 y 8	11-12-13 y 21				99,859

Como se puede observar en la tabla el área total de estudio abarca unas 3713,192 Ha, lo cual representa un 9% de las descargas del área total de la ciudad de Córdoba que tiene servicios cloacales.

2.5 CLIENTES Y POBLACIÓN

Son los contribuyentes de caudal de agua residual al sistema de red cloacal que el mismo aportara al colector analizado.

Debido a la extensión de área de estudio, la opción del cálculo de conexiones domiciliarias por lote queda descartada, el software GIS no se logró tener acceso, por lo cual el método utilizado fue trabajar con un factor de estimación de población por hectárea.

Para estimar este valor conjuntamente con el jefe de proyectos del área Redes Sanitarias de la Municipalidad de Córdoba, se analizó los distintos usos de suelos de la zona de estudio, algunas zonas tenían mayor densidad de población que otras, como así también se tuvo en cuenta los grandes corredores donde hay grandes inversiones para considerarlos puntualmente y sumárselos a la población de cada cuenca.

El área de estudio podemos decir que es un área Residencial y Comercial altamente poblada, con algunas concentraciones de gente muy importantes, por lo cual se estimó un promedio de 100 habitantes por hectárea.

Este promedio fue corroborado, en trabajos realizados anteriormente por la municipalidad con el programa GIS obteniendo resultados cercanos a este, con valores un poco mayores en algunos casos, pero eso pone al análisis del seguridad ante cualquier imprevisto ya que el método utilizado anteriormente es una estimación.

A continuación se adjuntan las tablas de las demandas puntuales de los grandes emprendimientos que se consideró y con el cálculo de población por cuenca, a las que están sumadas las demandas puntuales.

COMPLEJO	RS	DIRECCIÓN	SUB-CUENCA	DPTOS	POBLACIÓN	OBSERVACIÓN
TORRES DEL SOL	326	Duarte Quiros y Sol de Mayo	QS33	248	992	3 TORRES
VILLASOL	426	Colon y Calandria	QS3		4876	9 torres
TERRAFORTE	437	Humberto Primo Y Sagrada Familia	QS12	406	1624	
GAMA TERRAFORTE 2	468	Entre colon y Duarte Quiros	QS8	477	1908	
COMPLEJO ARCOR	478	Sur Mer y tablada	QS6		5008	población calculada con tabla de RS
fideicomiso sagrada familia	492	Pedro Oñate	QS 15		560	población calculada con tabla de RS

CUENCA	SUBCUENCA	PUNTO APLICACIÓN	ÁREA (HA)	POBLACIÓN	POBLACIÓN TOTAL
QS1	CS42	1	254,621	25.462	25.462
QS2	CS39	8	81,255	8.126	10.499
	CS43		23,734	2.373	
QS3	CS37	17	83,031	8.303	19.164
	CS41		59,854	5.985	
QS4	CS38	20	3,769	377	377
QS5	CS40	20	110,143	11.014	11.014
QS6	CS35	27	27,523	2.752	7.934
	CS36		1,739	174	
QS7	CS34	29	14,062	1.406	1.406
QS8	CS33	31	21,894	2.189	56.816
	CS44		527,184	52.718	
QS9	CS30	32	43,809	4.381	5.071
	CS31		6,901	690	
QS10	CS29	33	12,357	1.236	1.236
QS11	CS28	34	2,573	257	257
QS12	CS24	35	10,105	1.010	2.634
QS13	CS25	36	3,872	387	657
	CS27		2,699	270	
QS14	CS32	37	3,443	344	22.253
	CN1		219,086	21.909	
QS15	CS23	39	9,820	982	1.542
QS16	CS22	40	51,977	5.198	25.560
	CS45		203,619	20.362	
QS17	CS21	41	6,259	626	626
QS18	CS20	44	33,793	3.379	8.992
	CS46		56,127	5.613	
QS19	CS19	46	25,747	2.575	2.575

CUENCA	SUBCUENCA	PUNTO APLICACIÓN	ÁREA (HA)	POBLACIÓN	POBLACIÓN TOTAL
QS21	CS13	48	0,674	67	1.311
	CS18a		12,436	1.244	
QS22	CS14	49	4,223	422	3.038
	CS15		26,153	2.615	
QS23	CS12	50	5,169	517	517
QS24	CS9	50	0,733	73	73
QS25	CS8	51	1,568	157	1.432
	CS11		12,752	1.275	
QS26	CS5	52	4,754	475	1.019
	CS10		5,434	543	
QS27	CS3b	52	2,095	209	736
	CS7		5,261	526	
QS28	CS4a	53	0,888	89	89
QS29	CS3a	53	0,553	55	46.363
	CS4b		0,178	18	
	CS4c		0,744	74	
	CS6		3,848	385	
	CN2		458,307	45.831	
QS30	CS16	55	75,588	7.559	14.958
	CS47		73,996	7.400	
QS31	CS2	58	40,716	4.072	53.512
	CN3		494,408	49.441	
QS32	CS1	60	8,674	867	867
QS33	CS17	61	107,356	10.736	56.269
	CS48		345,555	34.556	
	CS49		99,859	9.986	



ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

La población total del área de estudio es de 384.260 habitantes, que representa el 27% de la ciudad de Córdoba, demostrando así lo altamente densa que es la zona de estudio, ya que el territorio representaba solo el 9%. Con esto se puede observar la importancia del colector analizado y lo crítico que sería su rotura para la población de la Ciudad de Córdoba.

CUENCA	SUBCUENCA	PUNTO APLICACIÓN	ÁREA (HA)	POBLACIÓN
QS1	CS42	1	254,621	25.462
QS2	CS39	8	81,255	8.126
	CS43		23,734	2.373
QS3	CS37	17	83,031	8.303
	CS41		59,854	5.985
QS4	CS38	20	3,769	377
QS5	CS40	20	110,143	11.014
QS6	CS35	27	27,523	2.752
	CS36		1,739	174
QS7	CS34	29	14,062	1.406
QS8	CS33	31	21,894	2.189
	CS44		527,184	52.718
QS9	CS30	32	43,809	4.381
	CS31		6,901	690
QS10	CS29	33	12,357	1.236
QS11	CS28	34	2,573	257
QS12	CS24	35	10,105	1.010
QS13	CS25	36	3,872	387
	CS27		2,699	270
QS14	CS32	37	3,443	344
	CN1		219,086	21.909
QS15	CS23	39	9,820	982
QS16	CS22	40	51,977	5.198
	CS45		203,619	20.362
QS17	CS21	41	6,259	626
QS18	CS20	44	33,793	3.379
	CS46		56,127	5.613
QS19	CS19	46	25,747	2.575

CUENCA	SUBCUENCA	PUNTO APLICACIÓN	ÁREA (HA)	POBLACIÓN
QS21	CS13	48	0,674	67
	CS18a		12,436	1.244
QS22	CS14	49	4,223	422
	CS15		26,153	2.615
QS23	CS12	50	5,169	517
QS24	CS9	50	0,733	73
QS25	CS8	51	1,568	157
	CS11		12,752	1.275
QS26	CS5	52	4,754	475
	CS10		5,434	543
QS27	CS3b	52	2,095	209
	CS7		5,261	526
QS28	CS4a	53	0,888	89
QS29	CS3a	53	0,553	55
	CS4b		0,178	18
	CS4c		0,744	74
	CS6		3,848	385
	CN2		458,307	45.831
QS30	CS16	55	75,588	7.559
	CS47		73,996	7.400
QS31	CS2	58	40,716	4.072
	CN3		494,408	49.441
QS32	CS1	60	8,674	867
QS33	CS17	61	107,356	10.736
	CS48		345,555	34.556
	CS49		99,859	9.986

2.6 DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE AGUA RESIDUAL

2.6.1 Procedencia de las Aguas Residuales

El agua residual que recibe el colector son de tipo Residencial y Comercial generalmente, también hay que tener en cuenta que aunque no debería puede recibir aguas de lluvia de desagües conectados clandestinamente.

2.6.2 Composición

La composición se refiere a los constituyentes físicos, químicos y biológicos que se encuentran en el agua residual. Las características que podemos mencionar del agua residual de Córdoba, son las siguientes

Se considera para un líquido de tipo Residencial una DBO de 250ml/l.

2.6.3 Dotación.

Se dijo anteriormente que para determinar la dotación se consideraron varios factores:

-Tamaño de la ciudad

-Las características de la ciudad (ciudades comerciales, industriales, balnearios, etc.).

- Hábitos higiénicos (Población sanitariamente educada posee mayor consumo)

-Evacuación de líquidos Cloacales (las localidades con redes cloacales poseen mayores consumos).

-Otros factores específicos como calidad del control de consumo, , el costo del agua, piletas de natación (la existencia de piscinas puede incidir en gran medida en el consumo de agua de las propiedades), entre otros.

La Municipalidad de Cordoba ya utiliza un valor de dotación de 250 lts/hab.día , para todos sus trabajos, de tal modo que se adoptó ese valor.

El coeficiente de aporte es de 0,8, lo que nos indica que el 80% del agua consumida va a la red cloacal.

DOTACIÓN DE AGUA:				0,25	m ³ /hab. día
COEFICIENTE DE APOORTE				0,8	
Nº HABITANTES POR LOTE:				3,33	habitantes
1 ha	1 manzana	30 lotes	100 hab/ha		
POBLACION TOTAL:				384.260	

Como se explicó anteriormente, para el análisis en funcionamiento del colector se utiliza el "coeficiente total máximo horario", que va a ser el pico de líquido residual que va a recibir el colector. Al tratarse de una zona residencial y comercial con alta densidad, el pico de demanda va a ser considerable, por tal motivo se decidió, conjuntamente con el Jefe de Proyectos del Área Redes Sanitarias y de Gas, considerar un "coeficiente total máximo horario" de 1,95, que es un valor elevado considerando que generalmente se utiliza 1,5.

A continuación se presentan todos los valores de los coeficientes utilizados por la Municipalidad de Córdoba.

Coefficientes de picos			
Coefficientes de picos			
α_1 = Coeficiente máximo diario			1,4
α_2 = Coeficiente máximo horario			1,7
α = Coeficiente total maximo horario			1,95
β_1 = Coeficiente mínimo diario			0,7
β_1 = Coeficiente mínimo horario			0,5
β = Coeficiente total mínimo horario			0,35

2.7 DETERMINACIÓN DE CAUDALES

Los caudales de aguas residuales en el caso del colector, van a ser caudales que vienen de cada cuenca de aporte que va a descargar puntualmente en el nexo, por lo que no se calcula los caudales hectométricos si no que con la población de cada cuenca de aporte, se utiliza la siguiente fórmula escrita anteriormente y sacamos el caudal proveniente de cada cuenca..

En el caso de un colector, este no va a recibir caudal desde los domicilio por lo cual no será necesario calcular el caudal hectométrico que es aportado por los domicilios en cada tramos, si no que este recibirá aportes puntuales de las conexiones de las redes de cloacas domiciliarias, por lo tanto lo que se debe realizar es el cálculo de los aportes por cuenca con la población de cada una de ellas, e ingresarlo puntualmente al conducto en el lugar donde cada cuenca aporte.

El aporte de realizado por cada cuenca se calcula con la formula ya escrita anteriormente :

$$Q(l/s) = \frac{P \times Dot \times 0.8 \times 1.95}{86400}$$

Donde:

- P = Población de cada cuenca
- Dot . = Dotación de agua por habitante en la ciudad de Cordoba
- $0,8$ = Factor que se utiliza porque el 80% del agua utilizada va a la red cloacal
- $1,95$ = Coeficiente máximo horario utilizado.

En la siguiente tabla se expresa el caudal de cada cuenca, y en qué punto del caño es aplicado.

En la figura 34 se observa como se incrementa la demanda de caudal a transportar por el colector.

CUENCA	SUBCUENCA	PUNTO APLICACIÓN	ÁREA (HA)	POBLACIÓN	POBLACIÓN TOTAL	APORTE CAUDAL	CAUDAL Q _c (lts/seg)
QS1	CS42	1	254,621	25.462	25.462	58,94	88,41
QS2	CS39	8	81,255	8.126	10.499	24,30	36,45
	CS43		23,734	2.373			
QS3	CS37	17	83,031	8.303	19.164	44,36	66,54
	CS41		59,854	5.985			
QS4	CS38	20	3,769	377	377	0,87	1,31
QS5	CS40	20	110,143	11.014	11.014	25,50	38,24
QS6	CS35	27	27,523	2.752	7.934	18,37	27,55
	CS36		1,739	174			
QS7	CS34	29	14,062	1.406	1.406	3,26	4,88
QS8	CS33	31	21,894	2.189	56.816	131,52	197,28
	CS44		527,184	52.718			
QS9	CS30	32	43,809	4.381	5.071	11,74	17,61
	CS31		6,901	690			
QS10	CS29	33	12,357	1.236	1.236	2,86	4,29
QS11	CS28	34	2,573	257	257	0,60	0,89
QS12	CS24	35	10,105	1.010	2.634	6,10	9,15
QS13	CS25	36	3,872	387	657	1,52	2,28
	CS27		2,699	270			
QS14	CS32	37	3,443	344	22.253	51,51	77,27
	CN1		219,086	21.909			
QS15	CS23	39	9,820	982	1.542	3,57	5,35
QS16	CS22	40	51,977	5.198	25.560	59,17	88,75
	CS45		203,619	20.362			
QS17	CS21	41	6,259	626	626	1,45	2,17
QS18	CS20	44	33,793	3.379	8.992	20,81	31,22
	CS46		56,127	5.613			
QS19	CS19	46	25,747	2.575	2.575	5,96	8,94

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

CUENCA	SUBCUENCA	PUNTO APLICACIÓN	ÁREA (HA)	POBLACIÓN	POBLACIÓN TOTAL	APORTE CAUDAL	CAUDAL Q _c (lts/seg)
QS21	CS13	48	0,674	67	1.311	3,03	4,55
	CS18a		12,436	1.244			
QS22	CS14	49	4,223	422	3.038	7,03	10,55
	CS15		26,153	2.615			
QS23	CS12	50	5,169	517	517	1,20	1,79
QS24	CS9	50	0,733	73	73	0,17	0,25
QS25	CS8	51	1,568	157	1.432	3,31	4,97
	CS11		12,752	1.275			
QS26	CS5	52	4,754	475	1.019	2,36	3,54
	CS10		5,434	543			
QS27	CS3b	52	2,095	209	736	1,70	2,55
	CS7		5,261	526			
QS28	CS4a	53	0,888	89	89	0,21	0,31
QS29	CS3a	53	0,553	55	46.363	107,32	160,98
	CS4b		0,178	18			
	CS4c		0,744	74			
	CS6		3,848	385			
	CN2		458,307	45.831			
QS30	CS16	55	75,588	7.559	14.958	34,63	51,94
	CS47		73,996	7.400			
QS31	CS2	58	40,716	4.072	53.512	123,87	185,81
	CN3		494,408	49.441			
QS32	CS1	60	8,674	867	867	2,01	3,01
QS33	CS17	61	107,356	10.736	56.269	130,25	195,38
	CS48		345,555	34.556			
	CS49		99,859	9.986			

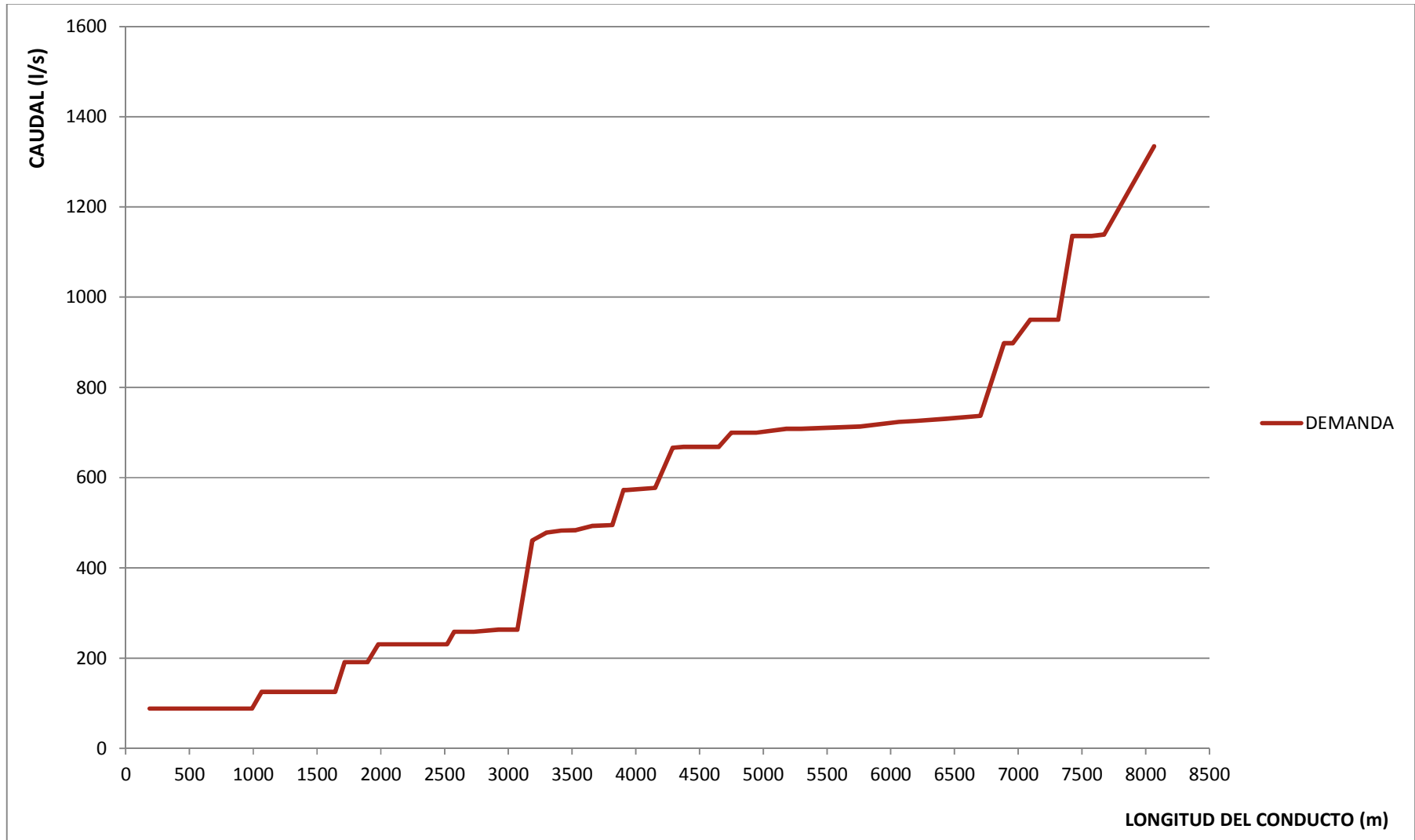


Figura 34 Demanda de Caudales en el Colector (Elaboracion Propia)

2.8 RED COLECTORA

2.8.1 Materiales

El conducto es de H° C, que era el material utilizado antiguamente. Este material tiene el inconveniente que al tiempo de uso, los gases provenientes de la descomposición del agua residual, dañan la parte superior del caño dejando abierto o muy debilitado la zona para soportar las sollicitaciones de los pesos de las tapadas y del tránsito. Por estos motivos este material no es más utilizado para los colectores ni para la red colectora domiciliaria.

2.8.2 Diseño del Colector

Los lineamientos que debemos verificar del diseño de colector son los expresados anteriormente:

- *Para el trazado de la red cloacal se busca seguir la pendiente natural del terreno, utilizando una pendiente mínima del 3 ‰.*

VERIFICA EN TODO EL COLECTOR SALVO ENTRE LA BOCA DE REGISTRO 46 HASTA LA 49. (ES EN LA CALLE TABLADA ENTRE SIXTO LLANOS Y MSOR DE ANDREA) ZONA LA CUAL TIENE UNA TOPOGRAFIA COMPLICADA, Y EL COLECTOR EN ESTE TRAMO VA POR UN TUNEL DE 70cm X 70cm.

- *La tapada mínima para evitar cargas excesivas sobre la cañería exigida es de 1,20 metros para cañerías por debajo de calzada y de 0,80 metros para cañerías colocadas sobre vereda.*

VERIFICA EN TODO EL TRAMO DEL COLECTOR

- *El diámetro mínimo de la cañería es de Ø160.*

VERIFICA, YA QUE EMPIEZA CON UN DIÁMETRO DE 300 mm.

- *.La velocidad mínima requerida, según el ENHOSA, debe ser mayor o igual a 0,60 m/seg. para el caudal a sección llena que corresponda al diámetro y pendiente seleccionada, en nuestro caso la sección se encuentra llena por lo cual verificaremos esta condición. La velocidad máxima, no debe superar los 3,00 m/seg a sección llena o semi llena. Este criterio es conservador, porque las redes originariamente eran de Hormigón y se trataba de evitar la erosión en las cañerías por el arrastre de partículas.*

VERIFICA EN TODO EL COLECTOR LA VELOCIDAD MÍNIMA Y MÁXIMA

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

- *El diámetro de salida siempre será mayor o igual al diámetro de entrada.*
VERIFICA
- *La cota del invertido del caño de salida siempre estará por debajo de la cota del invertido del caño de entrada.*
VERIFICA
- *La cota de intradós del caño que ventila estará por lo menos un diámetro por encima del intradós del caño que desagua.*
NO SE UTILIZÓ ESTE CONDICIONANTE DE DISEÑO, DEBIDO QUE A LAS BOCAS DE REGISTRO SOLO LLEGA ESTE CONDUCTO Y NO OTROS MÁS COMO LOS DE LAS REDES COLECTORAS DOMICIONALES

Se puede concluir de esto, que el caño cumple mayormente con todos los requerimientos de diseño actuales para tener un buen funcionamiento, esto podría no haber sido así ya que el colector se construyó hace muchos años en donde los criterios podrían haber sido diferentes.

A continuación se adjunta el perfil longitudinal del terreno y del nexo, donde se puede observar el recorrido del nexo y sus tapadas, pendientes (Ver Figura 35).

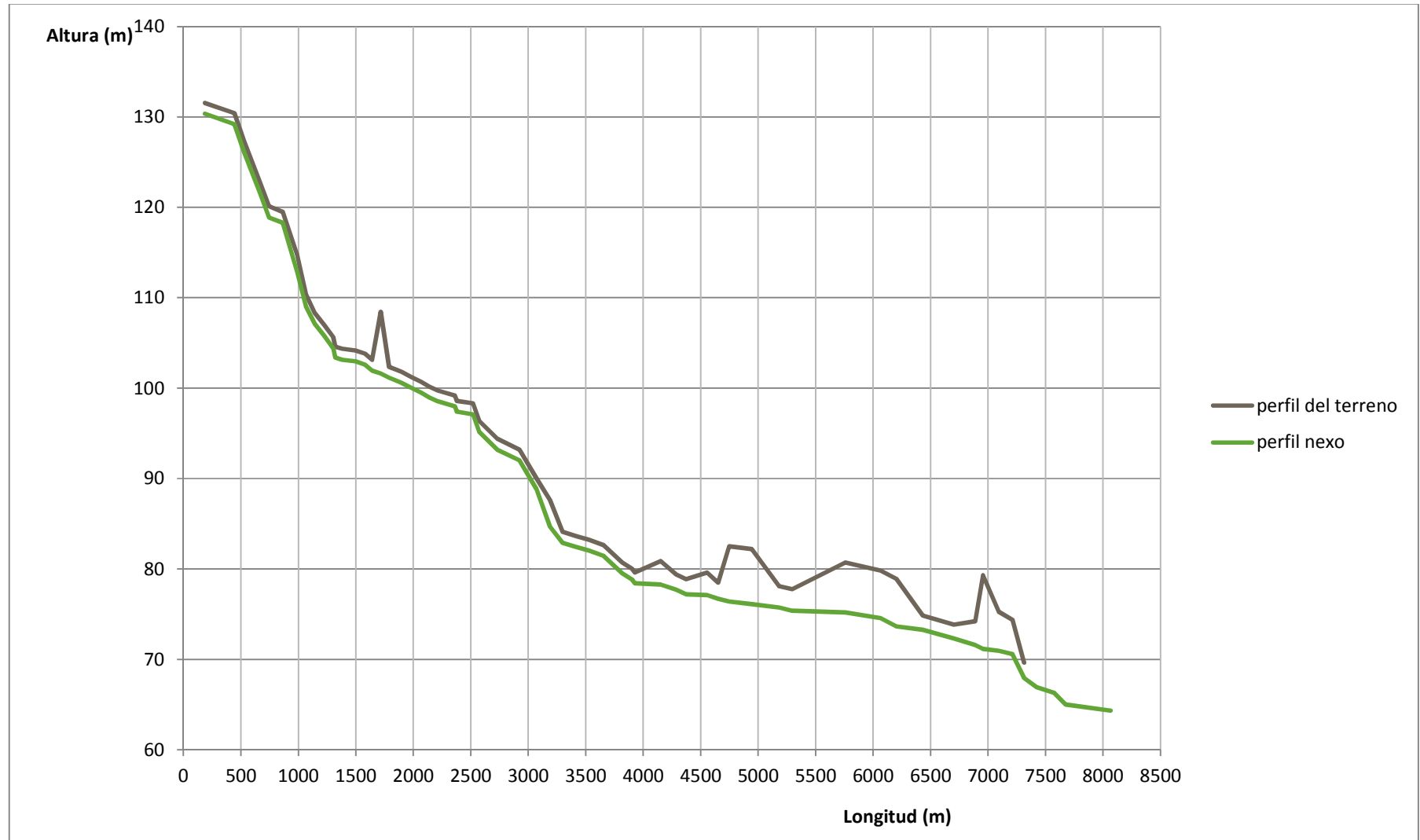


Figura 35 Perfil del Terreno y del Nexa (Elaboracion Propia)

2.8.3 Cálculo del Colector

Como se desarrolló en la parte teórica, el cálculo de la capacidad del conducto se realiza con la siguiente fórmula.

$$Q = 28335 \times \phi^{8/3} \times i^{1/2} \text{ (l/s)}$$

Por lo que se puede observar que la capacidad del conducto va a variar según el diámetro del nexo y de la pendiente de tramo. Como el diámetro va a ser constante con aumentos graduales lo que va a proporcionar el gran cambio de capacidad en el transporte del colector va a ser la pendiente de cada tramo.

A continuación se presenta la tabla de cálculos donde se puede observar en cada tramo del colector la pendiente, su capacidad y la velocidad de funcionamiento.

En la figura 36 se observa como varia la capacidad del conducto en cada tramo, según su diámetro y su pendiente.

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

TRAMO		COTA TERRENO		COTA INTRADOS		LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	PENDIENTE	VERIFICA	TAPADA	CAPACIDAD (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	CONDICION
Atrás	Adelante	Atrás	Adelante	Atrás	Adelante								
1	2	131,54	130,39	130,34	129,19	187,84	300	0,00612	VERIFICA	1,20	75,66	1,07	VERIFICA
2	3	130,39	127,31	129,19	126,11	256,88	300	0,01199	VERIFICA	1,20	105,88	1,50	VERIFICA
3	4	127,31	122,85	126,11	121,65	83,55	300	0,05338	VERIFICA	1,20	223,41	3,00	VERIFICA
4	5	122,85	120,11	121,65	118,88	135,73	300	0,02041	VERIFICA	1,20	138,14	1,95	VERIFICA
5	6	120,11	117,32	118,88	118,30	81,2	300	0,00714	VERIFICA	1,23	81,72	1,16	VERIFICA
6	7	119,50	114,72	118,30	112,79	119,56	300	0,04609	VERIFICA	1,20	207,59	2,94	VERIFICA
7	8	114,72	110,42	112,79	109,07	125,25	300	0,02970	VERIFICA	1,93	166,65	2,36	VERIFICA
8	9	110,42	108,33	109,07	107,13	74,21	300	0,02614	VERIFICA	1,35	156,35	2,21	VERIFICA
9	10	108,33	107,02	107,13	105,82	77,14	300	0,01698	VERIFICA	1,20	126,01	1,78	VERIFICA
10	11	107,02	105,65	105,82	104,42	83,02	300	0,01686	VERIFICA	1,20	125,57	1,78	VERIFICA
11	12	105,65	104,60	104,42	103,37	78,19	300	0,01343	VERIFICA	1,23	112,06	1,59	VERIFICA
12	13	104,57	104,34	103,37	103,14	19,24	300	0,01195	VERIFICA	1,20	105,72	1,50	VERIFICA
13	14	104,34	104,16	103,14	102,96	60	300	0,00300	VERIFICA	1,20	52,96	0,75	VERIFICA
14	15	104,16	103,80	102,96	102,60	114,6	300	0,00314	VERIFICA	1,20	54,20	0,77	VERIFICA
15	16	103,80	103,13	102,60	101,93	84,62	300	0,00792	VERIFICA	1,20	86,04	1,22	VERIFICA
16	17	103,13	108,43	101,93	101,61	60,11	300	0,00532	VERIFICA	1,20	70,55	1,00	VERIFICA
17	18	108,43	107,98	101,61	101,16	76,15	300	0,00591	VERIFICA	6,82	74,33	1,05	VERIFICA
18	19	102,36	101,80	101,16	100,60	71,76	300	0,00780	VERIFICA	1,20	85,42	1,21	VERIFICA
19	20	101,80	101,25	100,60	100,05	108,26	300	0,00508	VERIFICA	1,20	68,92	0,98	VERIFICA
20	21	101,25	100,70	100,05	99,50	83,53	300	0,00658	VERIFICA	1,20	78,46	1,11	VERIFICA
21	22	100,70	100,16	99,50	98,96	86,57	300	0,00624	VERIFICA	1,20	76,37	1,08	VERIFICA
22	23	100,16	99,72	98,96	98,52	73,62	400	0,00598	VERIFICA	1,20	161,00	1,28	VERIFICA
23	24	99,72	99,18	98,52	97,98	74,05	400	0,00729	VERIFICA	1,20	177,84	1,42	VERIFICA
24	25	99,18	98,59	97,98	97,39	146,64	400	0,00402	VERIFICA	1,20	132,09	1,05	VERIFICA
25	26	98,59	98,31	97,39	97,11	18,16	400	0,01542	VERIFICA	1,20	258,59	2,06	VERIFICA
26	27	98,31	96,36	97,11	95,16	140,34	400	0,01389	VERIFICA	1,20	245,48	1,95	VERIFICA
27	28	96,36	94,41	95,16	93,21	55,62	400	0,03506	VERIFICA	1,20	389,93	3,00	VERIFICA

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

TRAMO		COTA TERRENO		COTA INTRADOS		LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	PENDIENTE	VERIFICA	TAPADA	CAPACIDAD (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	CONDICION
Atrás	Adelante	Atrás	Adelante	Atrás	Adelante								
28	29	94,41	93,20	93,21	92,00	154,79	400	0,00782	VERIFICA	1,20	184,12	1,47	VERIFICA
29	30	93,20	90,03	92,00	88,83	194,09	400	0,01633	VERIFICA	1,20	266,14	2,12	VERIFICA
30	31	90,03	87,64	88,83	84,69	146,76	500	0,01630	VERIFICA	1,20	482,07	2,46	VERIFICA
31	32	87,64	85,84	84,69	82,89	116,54	500	0,01545	VERIFICA	2,95	469,26	2,39	VERIFICA
32	33	84,09	83,65	82,89	82,45	111,27	500	0,00395	VERIFICA	1,20	237,44	1,21	VERIFICA
33	34	83,65	83,21	82,45	82,01	116,28	500	0,00378	VERIFICA	1,20	232,27	1,18	VERIFICA
34	35	83,21	82,65	82,01	81,45	115,29	500	0,00486	VERIFICA	1,20	263,15	1,34	VERIFICA
35	36	82,65	80,74	81,45	79,54	123,46	500	0,01547	VERIFICA	1,20	469,64	2,39	VERIFICA
36	37	80,74	78,32	79,54	78,82	161,21	500	0,01500	VERIFICA	1,20	462,44	2,36	VERIFICA
37	38	80,02	79,61	78,82	78,41	87,89	600	0,00466	VERIFICA	1,20	419,36	1,48	VERIFICA
38	39	79,61	80,89	78,41	78,29	23,48	600	0,00511	VERIFICA	1,20	438,94	1,55	VERIFICA
39	40	80,89	79,38	78,29	77,70	223,92	600	0,00500	VERIFICA	2,60	434,16	1,54	VERIFICA
40	41	79,38	78,88	77,70	77,20	137,64	700	0,00363	VERIFICA	1,68	558,21	1,45	VERIFICA
41	42	78,88	79,60	77,20	77,11	86,77	700	0,00300	VERIFICA	1,68	507,28	3,00	VERIFICA
42	43	79,60	78,50	77,11	76,70	180,16	700	0,00300	VERIFICA	2,49	507,28	1,32	VERIFICA
43	44	78,50	82,50	76,70	76,41	96,5	700	0,00301	VERIFICA	1,80	507,72	1,32	VERIFICA
44	45	82,50	82,21	76,41	76,12	96,5	700	0,00301	VERIFICA	6,09	507,72	1,32	VERIFICA
45	46	82,21	78,09	76,12	75,72	196,06	700	0,00204	NOVERIFICA	6,09	418,33	1,09	VERIFICA
46	47	78,09	77,76	75,72	75,39	237,72	700	0,00139	NOVERIFICA	2,37	345,07	0,90	VERIFICA
47	48	77,76	80,72	75,39	75,20	115,43	700	0,00165	NOVERIFICA	2,37	375,75	0,98	VERIFICA
48	49	80,72	79,81	75,20	74,58	460,96	700	0,00135	NOVERIFICA	5,52	339,67	0,88	VERIFICA
49	50	79,81	78,89	74,58	73,66	305,56	700	0,00301	VERIFICA	5,23	508,20	1,32	VERIFICA
50	51	78,89	74,83	73,66	73,26	137,55	700	0,00300	VERIFICA	5,23	507,28	1,32	VERIFICA
51	52	74,83	73,83	73,26	72,32	231,74	700	0,00406	VERIFICA	1,57	589,86	1,53	VERIFICA
52	53	73,83	74,21	72,32	71,60	269,63	700	0,00300	VERIFICA	1,51	507,28	1,32	VERIFICA

ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

TRAMO		COTA TERRENO		COTA INTRADOS		LONGITUD (m)	DIAMETRO (mm)	PENDIENTE	VERIFICA	TAPADA	CAPACIDAD (l/s)	VELOCIDAD (m/s)	CONDICION
Atrás	Adelante	Atrás	Adelante	Atrás	Adelante								
53	54	74,21	79,30	71,60	71,15	184,62	700	0,00300	VERIFICA	2,61	507,28	1,32	VERIFICA
54	55	79,30	75,27	71,15	70,94	69,53	700	0,00302	VERIFICA	8,15	508,99	1,32	VERIFICA
55	56	75,27	74,37	70,94	70,58	136,37	700	0,00300	VERIFICA	4,33	507,28	1,32	VERIFICA
56	57	74,37	69,65	70,58	67,93	118,86	700	0,00300	VERIFICA	3,79	507,28	1,32	VERIFICA
57	58	69,65	71,65	67,93	66,90	102,52	700	0,00300	VERIFICA	1,72	507,28	1,32	VERIFICA
58	59	71,65	71,29	66,90	66,30	109,31	700	0,00549	VERIFICA	4,75	686,17	1,78	VERIFICA
59	60	67,50	67,18	66,30	65,00	150,97	700	0,00500	VERIFICA	1,20	654,90	1,70	VERIFICA
60	61	66,20	65,85	65,00	64,33	99,18	700	0,00550	VERIFICA	1,20	686,86	1,78	VERIFICA
61	62	65,53	65,25	64,33	62,60	391,64	700	0,00442	VERIFICA	1,20	615,55	1,60	VERIFICA

Se puede observar en la próxima pagina el grafico donde está representada la capacidad del colector en cada tramo del mismo y como va variando debido a la pendiente y diámetro.

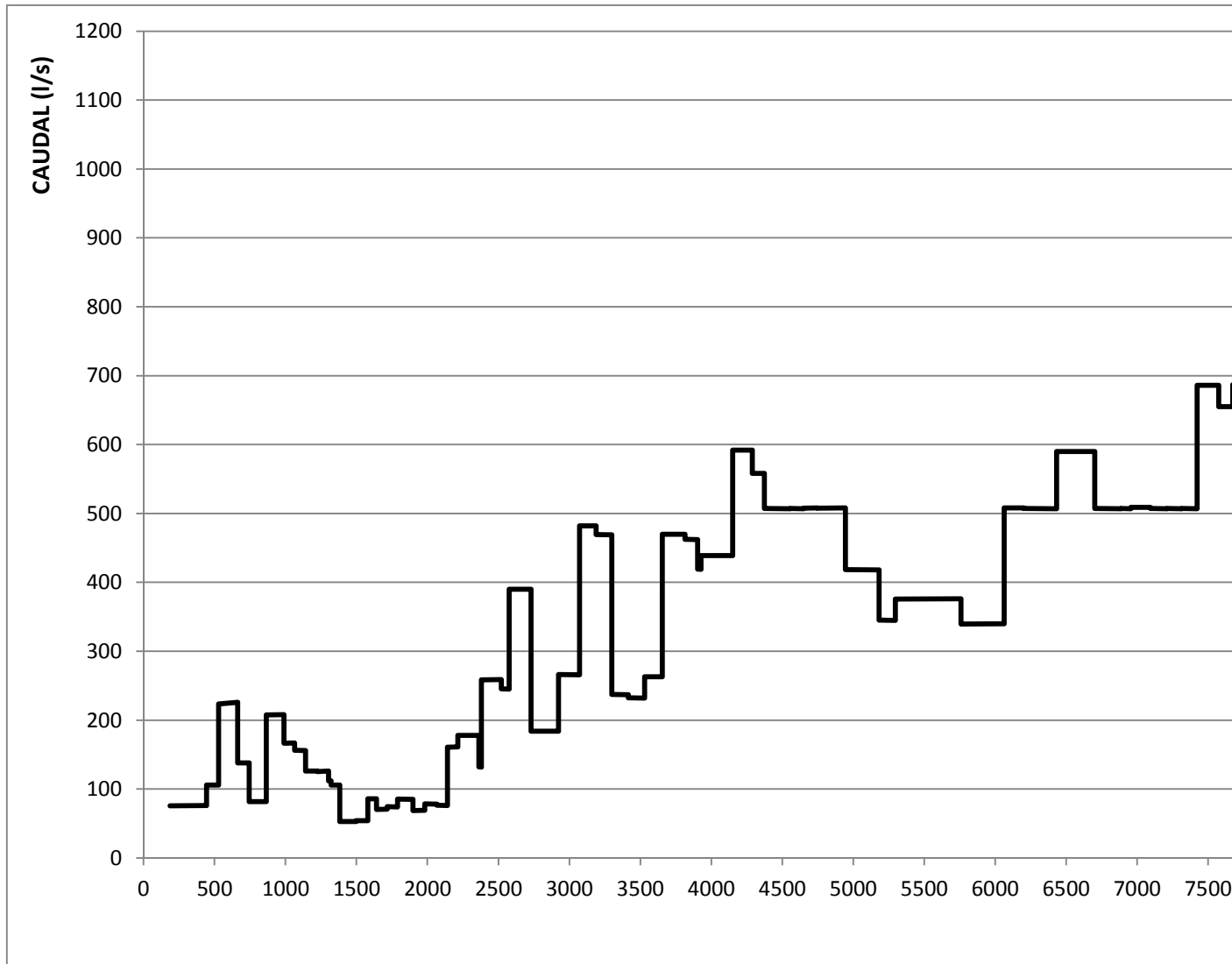


Figura 36 Capacidad del colector por Tramo. (Elaboracion Propia)

2.9 BALANCE APORTE-CAPACIDAD DEL COLECTOR

Luego de que se analizó la capacidad y los aportes puntuales que recibe el caño, se realizó la comparación de estos para verificar si el caño puede soportar las solicitudes y trabaja a gravedad que es lo ideal y lo que se requiere, o si el colector se encuentra sobre saturado funcionando a presión.

TRAMO		APORTES PUNTUALES(l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	CAPACIDAD (l/s)	CONDICIÓN
Atrás	Adelante				
1	2	88,41	88,41	75,66	SUMERGENCIA
2	3	0,00	88,41	105,88	VERIFICA
3	4	0,00	88,41	223,41	VERIFICA
4	5	0,00	88,41	138,14	VERIFICA
5	6	0,00	88,41	81,72	SUMERGENCIA
6	7	0,00	88,41	207,59	VERIFICA
7	8	0,00	88,41	166,65	VERIFICA
8	9	36,45	124,86	156,35	VERIFICA
9	10	0,00	124,86	126,01	VERIFICA
10	11	0,00	124,86	125,57	VERIFICA
11	12	0,00	124,86	112,06	SUMERGENCIA
12	13	0,00	124,86	105,72	SUMERGENCIA
13	14	0,00	124,86	52,96	SUMERGENCIA
14	15	0,00	124,86	54,20	SUMERGENCIA
15	16	0,00	124,86	86,04	SUMERGENCIA
16	17	0,00	124,86	70,55	SUMERGENCIA
17	18	66,54	191,41	74,33	SUMERGENCIA
18	19	0,00	191,41	85,42	SUMERGENCIA
19	20	0,00	191,41	68,92	SUMERGENCIA
20	21	39,55	230,96	78,46	SUMERGENCIA
21	22	0,00	230,96	76,37	SUMERGENCIA
22	23	0,00	230,96	161,00	SUMERGENCIA
23	24	0,00	230,96	177,84	SUMERGENCIA
24	25	0,00	230,96	132,09	SUMERGENCIA
25	26	0,00	230,96	258,59	VERIFICA
26	27	0,00	230,96	245,48	VERIFICA
27	28	27,55	258,51	389,93	VERIFICA
28	29	0,00	258,51	184,12	SUMERGENCIA
29	30	4,88	263,39	266,14	VERIFICA
30	31	0,00	263,39	482,07	VERIFICA

TRAMO		APORTES PUNTUALES(l/s)	CAUDAL ACUMULADO (l/s)	CAPACIDAD (l/s)	CONDICIÓN
Atrás	Adelante				
31	32	197,28	460,67	469,26	VERIFICA
32	33	17,61	478,28	237,44	SUMERGENCIA
33	34	4,29	482,57	232,27	SUMERGENCIA
34	35	0,89	483,46	263,15	SUMERGENCIA
35	36	9,15	492,61	469,64	SUMERGENCIA
36	37	2,28	494,89	462,44	SUMERGENCIA
37	38	77,27	572,16	419,36	SUMERGENCIA
38	39	0,00	572,16	438,94	SUMERGENCIA
39	40	5,35	577,51	591,76	VERIFICA
40	41	88,75	666,26	558,21	SUMERGENCIA
41	42	2,17	668,43	507,28	SUMERGENCIA
42	43	0,00	668,43	507,28	SUMERGENCIA
43	44	0,00	668,43	507,72	SUMERGENCIA
44	45	31,22	699,66	507,72	SUMERGENCIA
45	46	0,00	699,66	418,33	SUMERGENCIA
46	47	8,94	708,60	345,07	SUMERGENCIA
47	48	0,00	708,60	375,75	SUMERGENCIA
48	49	4,55	713,15	339,67	SUMERGENCIA
49	50	10,55	723,70	508,20	SUMERGENCIA
50	51	2,05	725,74	507,28	SUMERGENCIA
51	52	4,97	730,72	589,86	SUMERGENCIA
52	53	6,09	736,81	507,28	SUMERGENCIA
53	54	161,29	898,10	507,28	SUMERGENCIA
54	55	0,00	898,10	508,99	SUMERGENCIA
55	56	51,94	950,04	507,28	SUMERGENCIA
56	57	0,00	950,04	507,28	SUMERGENCIA
57	58	0,00	950,04	507,28	SUMERGENCIA
58	59	185,81	1135,85	686,17	SUMERGENCIA
59	60	0,00	1135,85	654,90	SUMERGENCIA
60	61	3,01	1138,86	686,86	SUMERGENCIA
61	62	195,38	1334,24	615,55	SUMERGENCIA

Como se puede observar en la tabla, el colector está funcionando a presión, la demanda es excesiva por lo cual habrá que tomar medidas con carácter de urgencia para solucionar esto y que no se transforme en un problema mayor.

En el gráfico 37 representa la situación actual del conducto, se observa como la demanda va superando ampliamente la capacidad del conducto y se aleja a medida

que el que se aportan grandes cuencas como las cuencas Nortes., tornándose peor al final del trayecto analizado..

Ante este problema, las posibles soluciones que se pueden plantear son las siguientes:

- Al comienzo del tramo estudiado, entre las bocas de registro 11 y 24, es necesario aumentar la capacidad del conductor con un conducto paralelo, esto es viable y no representa una gran inversión dado que el conducto presente es de diámetro 300mm permitiendo la instalación de uno nuevo con el mismo recorrido entrando ambos en la misma calzada.
- Plantear un nexo paralelo para aliviar el colector en las partes donde está trabajando a presión.
- Agrandar la capacidad del nexo existente.
- Replantear el sistema de recolección de la ciudad planteando nexos en zona norte, y a mitad de zona sur, para achicar la cuenca de aporte hacia el nexo, ya que en la actualidad es excesivamente grande.

Se debe estudiar muy bien el caso y ver cuál es la opción más eficiente, pero a corto plazo y una solución veloz para evitar grandes fallas y problemas en la población, la opción más eficiente es crear nexos paralelos para aliviar al colector principal, estos nexos deberían ir por otras calles ya que el actual es muy grande para poner dos con el mismo recorrido.

A continuación se analizan dos posibles soluciones a la problemática planteada a fin de determinar la secuencia óptima de construcción. :

- **Colector Zona Norte:** Este colector, iría por costanera costeando el Río Suquía, pero del lado norte de la ciudad, y absorbería la demanda de las cuencas CN1; CN2 y CN3 más otras cuencas que se encuentran al Oeste del colector que comienza en Bv. Las Heras, quitándole así al nexo actual una cantidad de 117.181 habitantes que aportan al colector.

- **Colector Duarte Quiros:** Esta opción, quitaría al nexo la carga de las cuencas que están por encima de la Av. Duarte Quiros, que son las cuencas de mayor extensión por lo tanto, en el análisis que se hizo se quitaron las subcuencas CS44; CS45; CS46; CS47 y CS48, quitándole una cantidad de 124.747 habitantes que aportan al conducto.

En la figura 38, se representa la curva Capacidad- Demanda del colector Zona Centro donde se encuentran las alternativas propuestas, en rojo con el colector Zona Norte y en verde con el Colector Duarte Quiros, ambas alternativas presentan zonas de sobredemanda al final del trayecto del colector. Como se puede observar la mejora más sustancial de la situación se da con la construcción de Colector Duarte Quiros.

El Colector Zona Norte es el que está planteado en el PIC expuesto anteriormente, el cual no se construyó, con lo que queda demostrado que si se hubiese construido hubiera habido falencias en la planificación del PIC, ya que en menos de 10 años, estos colectores estarían trabajando por encima de su capacidad.

El Colector Duarte Quiros es una alternativa solución eficiente, ya que con un recorrido casi paralelos al Colector Estudiado, tomaría gran parte de la demanda aliviando el Colector estudiado, y permitiendo a la Municipalidad de Córdoba a futuro planificar la ciudad con Colectores que recorran las ciudad en la misma dirección a distintas altura absorbiendo los caudales provenientes de la red colectora domiciliaria.

Como se observa en la figura 38, la solución óptima es la construcción de ambos colectores, en este caso la demanda al colector estudiado sería parecida a la capacidad del conducto, salvo en pequeños tramos que no habría dificultad para poner pequeños aliviadores paralelos en la misma calzada.

Para que la situación no empeore, se deberá tomar la decisión de planificar correctamente e invertir en el sistema de recolección cloacal de la Ciudad de Córdoba, y mientras se lleven a cabo las obras no permitir conexiones de grandes emprendimientos, que aportan puntualmente un caudal muy grande, ya que como se ve la situación es crítica y puede colapsar, causando grandes daños a la ciudad y los habitantes.

Para concluir, se debería alivianar con carácter de urgencia el Colector Zona Centro, con estas alternativas, pero considerar estas alternativas dentro de una planificación integral donde se pueda desarrollar la ciudad con la infraestructura adecuada .

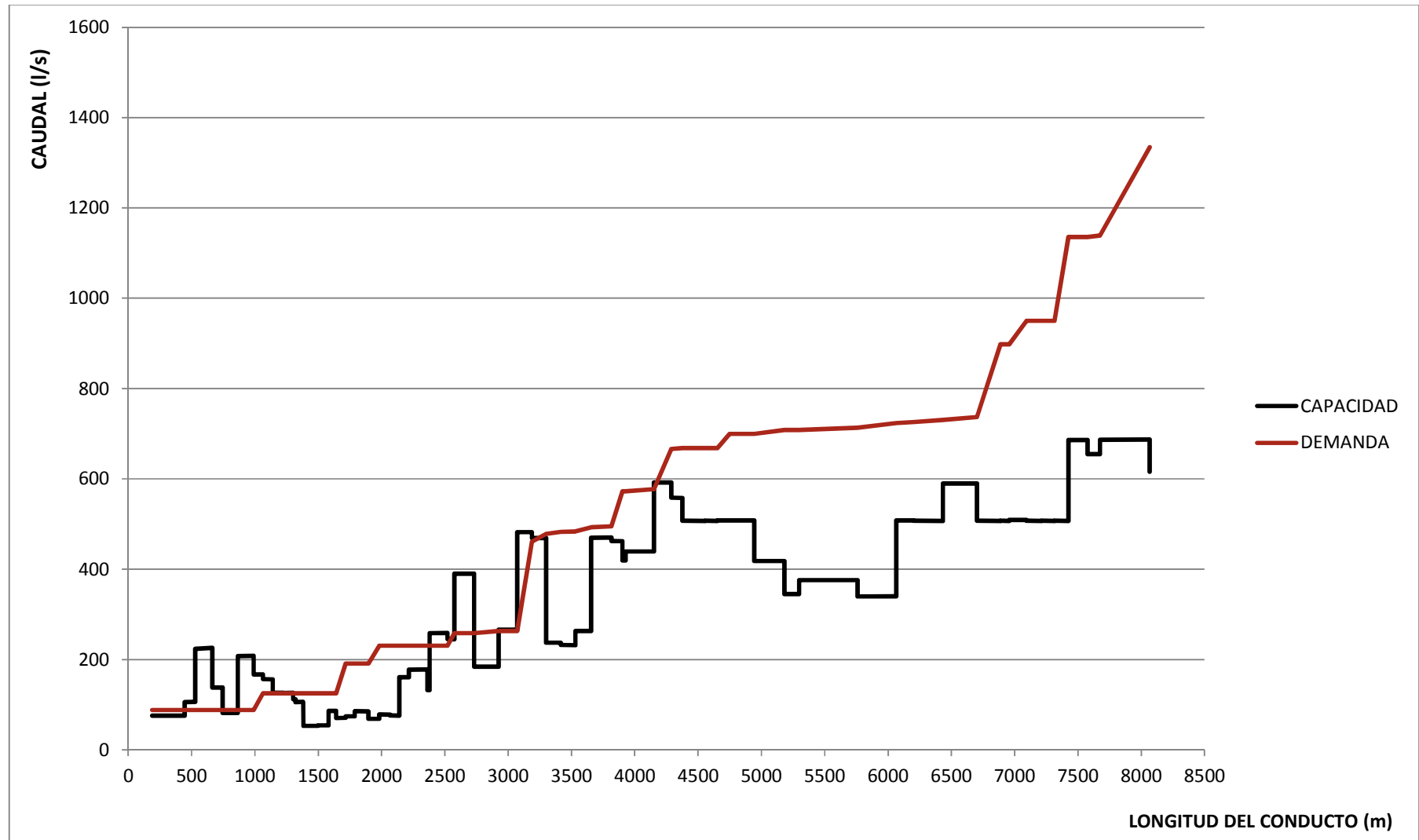


Figura 37 Demanda- Capacidad (Elaboracion Propia).

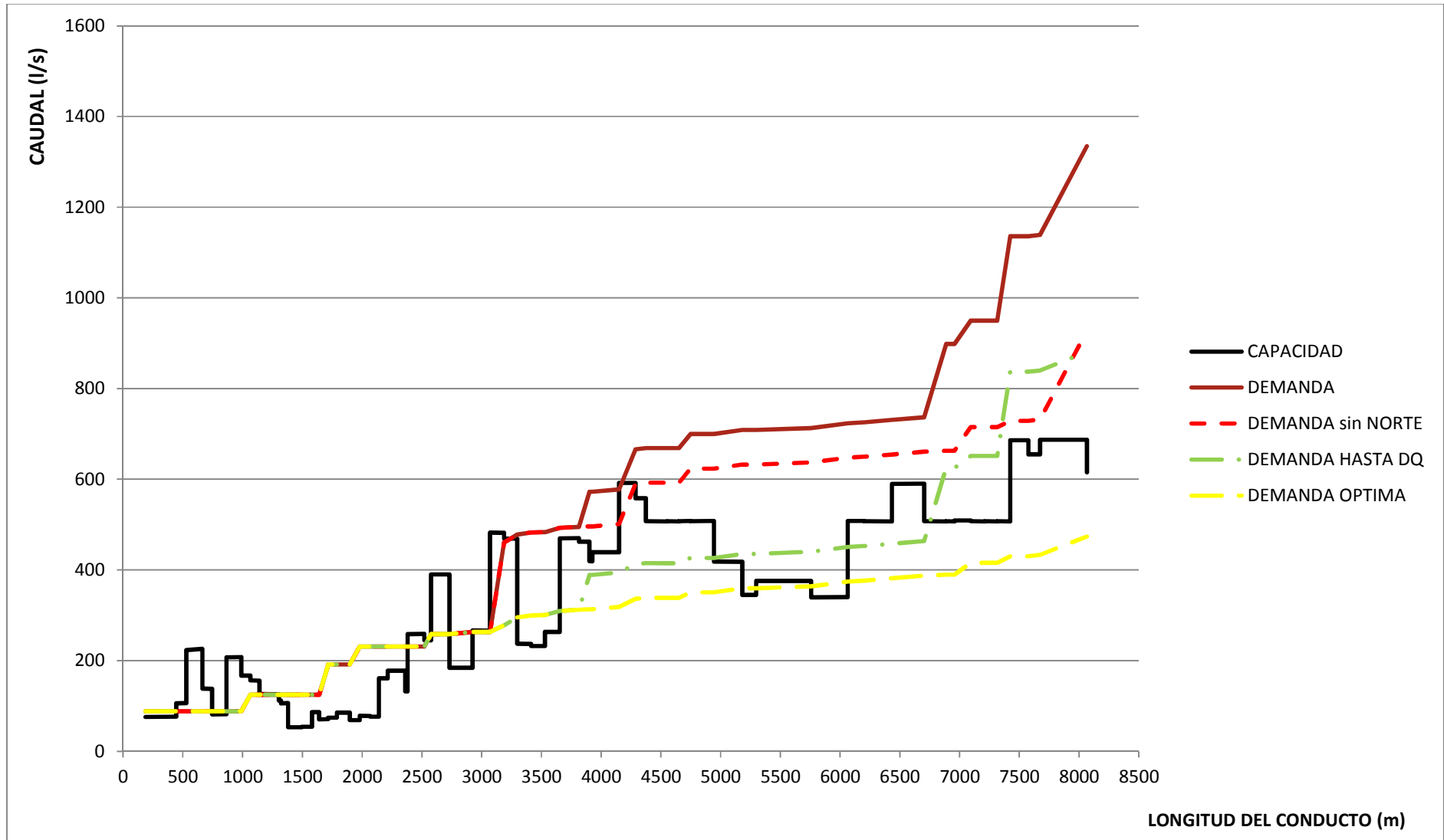


Figura 38 CAPACIDAD-DEMANDA DISTINTAS ALTERNATIVAS (Elaboracion Propia)

3. CONCLUSIONES

A continuación se listan las principales conclusiones que se extrajeron del presente informe:

- *La documentación recopilada mostró la existencia desde hace más de una década de un plan para el desarrollo de la infraestructura cloacal, sin embargo la inversión en los Colectores Principales de la Ciudad de Córdoba fue reducida y no alcanzó a cubrir ni la mitad las obras propuestas en el Plan.*
- *Se debe realizar una nueva planificación integral a largo plazo ya que la fisonomía de la ciudad cambió a lo que se consideró 10 años atrás y esa planificación quedó desactualizada de manera particular con el surgimiento de los barrios cerrados.*
- *Como se determinó, existen problemas respecto a la confiabilidad de la información para el análisis de la topografía de la zona de estudio.*
- *La cantidad de población que aporta al colector es excesivamente grande para la capacidad del mismo, debido al impensado crecimiento que tuvo la Ciudad de Córdoba en la zona oeste en estos últimos años y la falta de obras e inversión en esa zona.*
- *Entre las bocas de registro 11 y 24, es necesario aumentar la capacidad del colector con un aliviador paralelo, lo cual es viable ya que en ese tramo el diámetro actual es 300mm pudiendo haber otro colector en la misma calzada sin generar inconvenientes importantes.*
- *Se estudiaron posibles soluciones, las que mostraron la necesidad de realizar dos colectores aliviadores con carácter de urgencia, Colector Zona Norte y Colector Duarte Quirós. El estudio determinó también que se obtendría un beneficio de mayor magnitud con la construcción del colector de calle Duarte Quirós (toma más población) aliviando de manera más rápida el funcionamiento del actual conducto.*

4. RECOMENDACIONES

Se presentan también algunas recomendaciones:

- *Se sugiere utilizar la infraestructura existente, planteando obras acordes a las posibilidades y recursos acordes al municipio.*
- *Concientizar y educar a los habitantes de la ciudad, para que las cloacas se utilicen correctamente, sin que existan materiales que obstruyan las mismas y compliquen el correcto funcionamiento.*
- *Realizar un relevamiento altimétrico completo de la Ciudad de Córdoba, y unificar información.*
- *Crear nexos paralelos al Rio Suquía para reducir el área de aporte de los nexos existentes, se recomienda darle prioridad al Colector Duarte Quiros.*
- *Trabajar a futuro para que en un largo plazo todos los conductos sean del mismo material, homogeneizando la Red.*

5. BIBLIOGRAFÍA

- *Tarquini, Nicolas(2014). PROYECTO DE RED COLECTORA CLOACAL LOTEO AREA 158 – VILLA MARÍA.*
- *Alejandro Potel Junot-Rolando Augusto Silva Nigri. Criterios de Calculo Hidráulico. Métodos Tradicional y Del Esfuerzo Tractriz.*
- *Medellín (2009). Guía para el diseño Hidráulico de Redes de Alcantarillado*
- *Pece Rodríguez, Daniel Fernando (2014) Trabajos en proyectos de Tratamiento y Red de desagües cloacales.*
- *ING. Jose Manuel Jimenez Terán Manual Para El Diseño de Sistemas de Agua potable y Alcantarillado Sanitario.*
- *Dubersarsky, Javier Bernardo(2006) Red Colectora, Colectores Principales, Cloaca Máxima y Planta Depuradora de los líquidos cloacales de Villa del Rosario.*
- *ENOHSA. "Normas de Diseño", "Fundamentación de Normas" y "Proyectos y diseños típicos".*
- *M. Espigares S García y J. A. Pérez López. Composición de las Aguas Residuales.*
- *FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES. "Apunte de Cátedra Ingeniería Sanitaria". Universidad Nacional de Córdoba, Argentina*
- *Municipalidad de Córdoba (2012) Córdoba una Ciudad en Cifras*
- *www.wikipedia.com.ar Infraestructura de la Ciudad de Córdoba (Argentina)*
- *www.wikipedia.com.ar Geografía de la Ciudad de Córdoba (Argentina)*
- *www.civilgeeks.com*

6. ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1 Córdoba y El Mercosur (Wikipedia).....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2 Provincia de Córdoba (Cba. Una ciudad en Cifras)</i>	
<i>Figura 3 Departamento Capital (Wikipedia).....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4 Relieve Ciudad de Córdoba(Wikipedia).....</i>	<i>11</i>
<i>Figura 5 Hidrografía Ciudad de Córdoba (Wikipedia).....</i>	<i>12</i>
<i>Figura 6 Temperaturas y Precipitación en la Ciudad de Córdoba (Wikipedia).....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 7 Principales Accesos a la Ciudad de Córdoba (Cba. Una Ciudad en Cifras).....</i>	<i>15</i>
<i>Figura 8 Variación del Consumo de Agua a lo largo del año (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 9 Curva Característica en el Día de Mayo Consumo (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 10 (Curva Característica en el Día de Menor Consumo).....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 11 Sistema de ventilación (PS de Pece Rodríguez, Daniel).....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 12 Distintos Casos de pendientes de Terreno. (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>41</i>
<i>Figura 13 Distintos casos de pendientes de terreno (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 14 Distintos casos de pendientes de terreno (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>42</i>
<i>Figura 15 Canales de Sección Circular. (PS de Dubersarsky Vilca).....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 16 Boca de Registro en Intersección de Cañerías (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 17 Boca de Registro en un Salto (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 18 Boca de Registro en un Cambio de Pendiente (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 19 Boca de Registro en un Cambio de Dirección.(Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 20 Boca de Registro en un Cambio de Diámetro de la Cañería (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 21 Boca de Registro a una Distancia menor a 120m (Apunte Ingeniería Sanitaria).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 22 Corte boca de registro para cañerías a gravedad. (PS Dubersarsky Vilca).....</i>	<i>50</i>
<i>Figura 23 Conexión en Vereda y Calzada (PS Dubersarsky Vilca).....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 24 Corte en Estación Elevadora (PS Dubersarsky Vilca).....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 25 Colector desde Google Earth (Elaboración Propia).....</i>	<i>56</i>



ESTUDIO HIDRÁULICO COLECTOR ZONA CENTRO

Figura 26 Trazado del Colector (Elaboracion Propia).....	59
Figura 27 Rotulo de Plano de O. Sanitarias (Elaboracion Propia).....	58
Figura 28 Croquis de Ubicación de los planos de O Sanitarias (Municipalidad de Córdoba)	58
Figura 29 Plano n 10 de O. Sanitarias (Municipalidad de Córdoba)	59
Figura 30 Cotas Digitalizadas (elaboración propia).....	60
Figura 31 Croquis de Ubicacion Cartas Spartan (Municipalidad de Córdoba).....	60
Figura 32 Carta Spartan n 33 (Municipalidad de Córdoba).....	61
Figura 33 Perfil Longitudinal del Terreno (Elaboración Propia).....	64
Figura 34 Levantamiento de la Red Colectora Domiciliaria.(Elaboracion Propia).....	68
Figura 35 Demanda de Caudales en el Colector (Elaboracion Propia).....	82
Figura 36 Perfil del Terreno y del Nexo (Elaboracion Propia).....	85
Figura 37 Capacidad del colector por Tramo. (Elaboracion Propia)	90
Figura 38 Demanda- Capacidad (Elaboracion Propia).....	95

