



LA MATANZA, SAN JUSTO
“INFRAESTRUCTURA LEÓN GALLO”

Memoria Técnica Cloacal

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN.....	2
2.	OBJETIVO	3
3.	PROYECTO INFRAESTRUCTURA LEÓN GALLO	4
4.	PROYECTO DE RED CLOACAL	5
4.1.	TRAZADO DE LAS CONDUCCIONES	5
4.1.1.	<i>Interferencias</i>	6
	Interferencia con cañería de gas natural	6
	Interferencia redes telefónicas.....	6
	Interferencia redes de media y alta tensión.....	6
4.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	7
4.2.1.	<i>Período de diseño</i>	7
4.2.2.	<i>Población de diseño</i>	7
4.2.3.	<i>Dotación de Consumo</i>	8
4.2.4.	<i>Coefficientes de Caudal</i>	8
4.2.5.	<i>Caudales de Diseño</i>	9
	Caudales Característicos.....	9
	Determinación de los caudales de diseño	11
	a. Caudales aportados por consumo de agua potable.....	12
	a.1 Caudal de diseño para el trazado interno del barrio: QHECT Diseño.....	12
	a.2 Caudal de diseño para el trazado del colector: QHECT Diseño	13
	b. Caudales aportados por infiltración	13
4.2.6.	<i>Tapadas Admisibles</i>	14
4.2.7.	<i>Rugosidad de la Cañería</i>	14
5.	CÁLCULO HIDRÁULICO.....	15
5.1.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO HIDRÁULICO.....	15
5.2.	DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTOS.....	16
5.3.	VERIFICACIÓN DE <i>h/D</i>	17
5.4.	VELOCIDAD DE AUTOLIMPIEZA	17
5.4.1.	<i>Método Tradicional o Velocidad mínima</i>	18
5.4.2.	<i>Esfuerzo tractivo</i>	18
5.5.	VERIFICACIÓN DE VELOCIDADES MÁXIMAS	19
5.5.1.	<i>Criterio de máxima velocidad de Boussisneq</i>	20
5.5.2.	<i>Criterio de máxima velocidad erosiva</i>	20
5.6.	PLANILLAS DE CÁLCULO	21



1. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene la memoria técnica del proyecto de ejecución de la obra de nexo receptora del vuelco del futuro Barrio Nueva Urbanización de la localidad de San Justo perteneciente al partido de La Matanza. Ubicado al noreste de la provincia de Buenos Aires, a 80 km de la ciudad de La Plata, República Argentina.

El sector a intervenir se encuentra a lo largo de la Calle “Pedro León Gallo” y Avenida “Crovara”.

La obra a ejecutar permitirá abastecer del servicio de desagües cloacales a la futura edificación correspondiente al Barrio Nueva Urbanización. Esta obra consiste en la renovación de la cañería existente por las calles mencionadas anteriormente, por otra de mayor diámetro (PVC DN 315 mm) con una longitud aproximada de 806 m, donde volcarán las redes internas del Barrio a construir.

En la **Figura 1** y **Figura 2** se presentan imágenes satelitales de la ubicación a intervenir.



Figura 1: Área de Intervención, La Matanza.

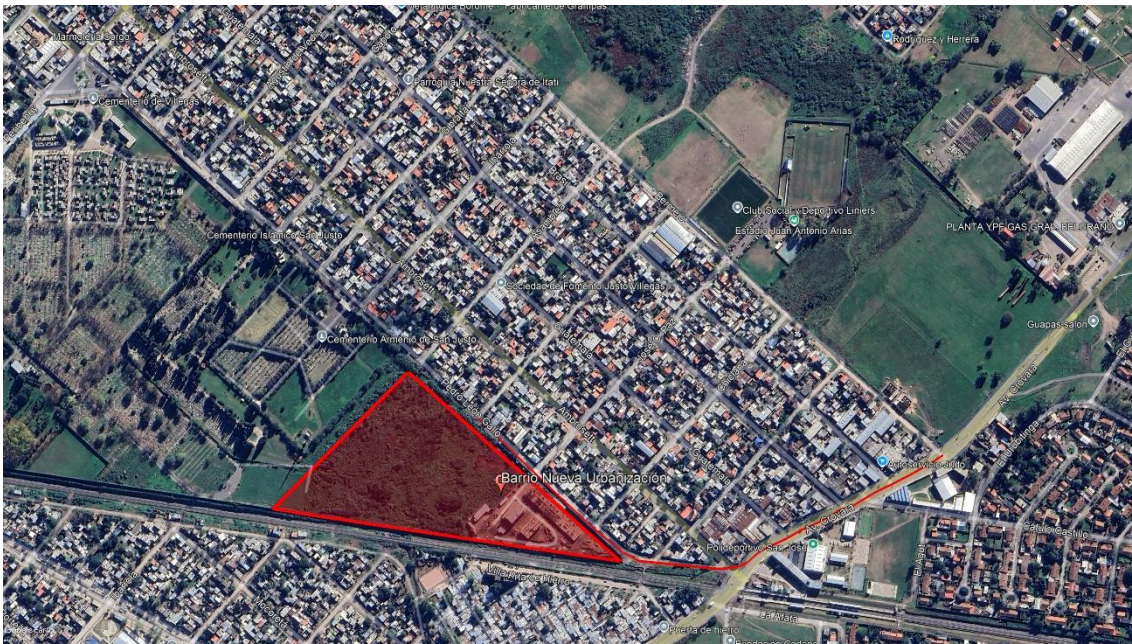


Figura 2: Ubicación del colector y del Barrio Nueva Urbanización, La Matanza.

La red de desagües cloacales proyectada consiste en la ejecución de 806 m de cañerías colectores de Policloruro de vinilo (PVC), con junta elástica (JE), clase 6 de diámetro nominal de 315 mm. La red incluye todas las válvulas, accesorios y demás elementos para su correcto funcionamiento.

Además, se construirán las correspondientes bocas de registro en los encuentros de cañerías, arranques de las mismas, de pendientes y/o de dirección y cuando se requiera mantener distancias compatibles con los equipos de desobstrucción tradicionales, por lo que se dispondrán 8 bocas de registro.

El empalme de la red proyectada a la red interna del barrio Nueva Urbanización se prevé a través de la conexión de las bocas de registro existentes a las proyectadas.

El punto de vuelco designado corresponde a la boca de registro existente del colector llamada "B.E.05" ubicada en la intersección de la calle Bermejo y Avenida "Crovara".

2. OBJETIVO

El objetivo de la obra es otorgar el servicio cloacal a los futuros habitantes de la nueva urbanización generando una buena calidad de vida en cuestiones sanitarias, y preservar la calidad de las aguas superficiales y del medioambiente.



Las redes de desagües cloacales conforman un conjunto de conductos ramificados, el trazado de los mismos se realiza con pendiente descendente partiendo de los extremos donde se encuentran los puntos más altos y los tramos de menor diámetro, hasta los puntos más bajos con tramos de mayor diámetro. A lo largo del trazado, estas conducciones van recibiendo los desagües de los predios a través de las conexiones domiciliarias las cuales se conectan al tramo correspondiente de vuelco acompañando el sentido de escurrimiento del flujo en la parte superior de la colectora.

El objetivo fundamental del colector cloacal es el de transportar los líquidos con las sustancias que lo integran lo más rápido posible a su destino final, por lo que el sistema se proyecta para evacuar eficientemente el caudal de diseño con su consecuente arrastre de material minimizando la posibilidad del mismo de sedimentar. Como esta última condición no logra cumplirse en su totalidad, las labores de limpieza y mantenimiento serán siempre necesarias, lo que justifica la necesidad de acceso al colector a través de las bocas de registro.

El sistema de conductos comprende conducciones que pueden ser colectores, colectoras o subsidiarias. Las colectoras son aquellas que pueden recibir descargas domiciliarias y cuyo diámetro es menor a 300 mm. Por su parte, los colectores son aquellos que no tienen conexiones y poseen diámetros mayores a 300 mm con profundidad mayor a 3 m. Y las subsidiarias son aquellas paralelas a las principales, que colectan las conexiones domiciliarias cuando los diámetros de las colectoras son superiores a 300 mm y/o la tapada es superior a los 3 m.

Este proyecto comprende el tendido de cañerías de colectores cloacales cuyo diámetro nominal es de 315 mm las cuales se conectan al colector existente.

3. PROYECTO INFRAESTRUCTURA LEÓN GALLO

El Proyecto Infraestructura León Gallo propone la instalación de una cañería de refuerzo de PVC DN 315 mm, empalmada a la cañería con traza por Avenida Crovara, con una longitud de 806 m. Su destino final es el Establecimiento Depurador Sudoeste.

Sobre la calle Pedro L. Gallo se encuentra el proyecto del Barrio Nueva Urbanización el cual es frentista al colector cloacal existente a renovar y sobre el mismo se van a efectuar los vuelcos de las aguas residuales del barrio en cuestión.



El Proyecto del Barrio Nueva Urbanización comprende 3 manzanas, de las cuales 2 (manzana 01 y 02) se encuentran conformadas por 199 viviendas y la manzana 03, por su parte, comprende un total de 98 viviendas.

4. PROYECTO DE RED CLOACAL

Como se mencionó anteriormente, el proyecto consta de un colector cloacal compuesto por cañerías de PVC de 315 mm de diámetro, bocas de registro y los elementos accesorios complementarios.

Este colector se vincula a la red cloacal existente a través del vuelco de los efluentes cloacales, transportados por las cañerías del colector, al colector existente ubicado en Avenida Crovara y Bermejo a través de la boca de registro existente "B.E.05".

4.1. Trazado de las conducciones

Para definir la ubicación del tendido cloacal se siguieron los lineamientos que se detallan a continuación:

- Tendencia del escurrimiento natural de las aguas superficiales, pretendiendo que las colectoras acompañen su trazado.
- Menor profundización posible de las cañerías en el terreno.
- Cañerías con tramos rectos entre accesos a las mismas.
- Minimización del número de accesos a la red sin resentir las posibilidades de desobstrucciones eventuales y el mantenimiento preventivo.
- Verificación de existencia de otras instalaciones visibles o subterráneas de servicios públicos o de propiedad privada.

El principio directriz con el cual se llevó a cabo el trazado, teniendo en cuenta la economía de la obra, se basó en darle a los conductos, de diámetro mínimo, el mayor aprovechamiento y la menor profundización de las cañerías posible.

En función de estos lineamientos se adoptó el trazado de la colector, el cual se puede observar en los planos:



Plano N° 01 – “Planta Red Cloacal”

4.1.1 Interferencias

Para llevar a cabo el trazado se deben salvar tres interferencias correspondientes a un gasoducto y a una alcantarilla, las cuales se detallan a continuación:

Interferencia con cañerías de gas natural

Dentro de la zona de proyecto se contempla la existencia de un tendido de gas natural ubicado sobre la Avenida “Crovara”.

El colector proyectado cruza esta interferencia en la intersección de avenida “Crovara” y Ambrosetti, está a una distancia correspondiente a la altura libre existente entre perímetros externos superior de la cañería de gas natural e inferior de la cañería cloacal, y cumple con las distancias mínimas establecidas por la normativa vigente del Ente Nacional Regulador del Gas (ENERGAS). El mismo establece en la “Guía para trabajos en proximidad a tuberías conductoras de Gas” que debe respetarse una distancia entre las tuberías conductoras de gas y los conductos de agua y cloacas, como mínimo de 0,30 m.

Al cumplir con esta distancia mínima no se requiere la instalación de elementos de protección.

Interferencia redes de telefonía

Existen tramos de calles donde se cruza este servicio con el proyecto planteado, sin embargo, las cotas y tapadas entre ambas cumplen las separaciones mínimas, es decir, no van a requerir modificaciones del proyecto ni obras complementarias

Interferencia redes de media y alta tensión

Al igual que para el caso de redes de telefonías, en los pocos puntos de cruce, la profundidad del trazado respeta la separación mínima entre ambos, por lo que no será necesario consideraciones especiales.



4.2. Parámetros de diseño

Para el cálculo de la red que abastecerá con el servicio de desagües cloacales a la zona de proyecto se consideraron los siguientes parámetros de diseño:

- Período de diseño
- Población de diseño
- Dotación de consumo
- Coeficientes de caudal
- Caudales característicos de diseño

4.2.1 Período de diseño

Es el tiempo, medido en años, durante el cual se proyecta el sistema y sus partes integrantes para cumplir con las funciones para las cuales fue diseñado. Para el presente proyecto, se adopta un período de diseño de 20 años, considerando como año inicial el 2024.

Esto implica que la población a servir deberá contar con el servicio cloacal de calidad, hasta el final del periodo.

Este período surge de la normativa ENOHSa (Ente Nacional de Obras Hídricas de Saneamiento) la cual sugiere un período de diseño para las obras civiles que integrarán el sistema de veinte (20) años, contados a partir del año inicial de operación.

4.2.2 Población de diseño

La población es un parámetro básico y fundamental para el proyecto de este tipo de obras ya que la densidad poblacional define las dimensiones de la red.

La población a servir para el horizonte de proyecto es un factor a definir en función de la población que se estima que habitará el barrio luego del proyecto de urbanización, para lo cual se tuvo en cuenta la totalidad del barrio con las 3 manzanas que lo componen.

Se estima una densidad poblacional de 4.5 habitantes por vivienda y por local, alcanzando una población de diseño de 1544 habitantes.



4.2.3 Dotación de Consumo

La dotación es la cantidad media de agua utilizada diariamente por un habitante, expresada generalmente en litros, en ella se involucran los consumos para uso residencial, no residencial, pérdidas, de uso municipal, etc. La normativa ENOHSa establece para conexiones domiciliarias sin medidor una dotación entre los 150 a 300 *Lt/hab.día*. La estimación realizada por AySA para el partido de La Matanza arroja un valor de 366 *Lt/Hab · día*.

Para el presente proyecto, se adoptó la dotación de consumo estimada por AySA.

4.2.4 Coeficientes de Caudal

Debido a que el consumo de una población varía en intervalos de tiempo durante las horas del día y de un día respecto a otro o de una estación respecto a otra, y no se tienen registros de esas variaciones, se las puede estimar a través de los coeficientes de caudal.

- α_{1n} → Coeficiente máximo diario del año n: representa la relación entre el caudal medio del día de mayor consumo y el caudal medio anual.
- α_{2n} → Coeficiente máximo horario del año n: representa la relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio del día de mayor consumo.
- $\alpha_n = \alpha_{1n} \cdot \alpha_{2n}$ → Coeficiente total máximo horario del año n: representa la relación entre el caudal máximo horario y el caudal medio anual.
- β_{1n} → Coeficiente mínimo diario del año n: representa la relación entre el caudal medio del día de menor consumo y el caudal medio anual.
- β_{2n} → Coeficiente mínimo horario del año n: representa la relación entre el caudal mínimo horario y el caudal medio del día de menor consumo.



• $\beta = \beta_{1n} \cdot \beta_{2n} \rightarrow$ Coeficiente total mínimo horario del año n:
 representa la relación entre el caudal mínimo horario y el caudal medio anual.

En este caso se utilizaron los coeficientes máximos estimados por AySA para el partido de La Matanza y los mínimos, los recomendados por el ENOHSa.

Según la normativa ENOHSa cuando no existan registros confiables ininterrumpidos, de no menos de los últimos 36 meses, de consumos de agua potable o de descargas cloacales que permitan determinar estos coeficientes, se pueden adoptar los valores especificados en la **Tabla 1**.

Población servida	α_1	α_2	α	β_1	β_2	β
500 h < P _s ≤ 3.000 h	1,40	1,90	2,66	0,60	0,50	0,30
3.000 h < P _s ≤ 15.000 h	1,40	1,70	2,38	0,70	0,50	0,35
15.000 h < P _s	1,30	1,50	1,95	0,70	0,60	0,42

Tabla 1: Coeficientes de caudal. Fuente: ENOHSa

Para el presente proyecto y según la cantidad de habitantes del sitio del proyecto, se adoptaron los siguientes valores:

Coeficientes de Caudal

α_1 Máx. Diario	1,15
α_2 Máx. Horario	1,50
α	1,73
β_1 Min. Diario	0,70
β_2 Min. Horario	0,50
β	0,35

Tabla 2: Coeficientes de caudal adoptados

4.2.5 Caudales de Diseño

Caudales Característicos

Respecto a los aportes por consumo de agua potable, se definen cinco caudales característicos que se utilizan en el diseño de una red de agua potable para cada año del período de diseño. Para el año “n” será:



Q_{Cn} = Caudal medio diario del año n. → Es la cantidad de agua promedio consumida en el año n por cada habitante. No brinda información sobre las variaciones de los caudales diarios a lo largo de ese año.

Entonces, para poder caracterizar esas variaciones, se utilizan los diarios máximos y mínimos del año:

Q_{Bn} = Caudal medio mínimo diario del año n. → Es el caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n.

Q_{Dn} = Caudal medio máximo diario del año n. → Es el caudal medio del día de mayor consumo de agua potable del año n.

A su vez, estos caudales representan los valores medios en un lapso de 24 horas, pero no brindan información sobre cómo varían los caudales horarios dentro de ese período. Para ello es necesario definir los siguientes caudales:

Q_{An} = Caudal mínimo horario del año n. → Es el menor caudal instantáneo del día de menor consumo de agua potable de ese año.

Q_{En} = Caudal máximo horario del año n. → Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (Q_{Dn}) del año n.

Q_{Ln} = Caudal máximo horario del día de menor consumo del año n. → Mayor caudal instantáneo del día de menor consumo (Q_{Bn}) del año n.

En la **Tabla 3** se resumen las nomenclaturas de los caudales característicos:

Caudal	Nomenclatura
Medio diario	QC
Máximo diario	QD
Máximo horario	QE
Mínimo diario	QB
Mínimo horario	QA

Tabla 3: Nomenclatura Caudales de Diseño. Fuente: ENOHSa

El caudal Q_C se obtiene a partir de la dotación de consumo y de la población para el año del período de diseño.

El resto de los caudales característicos, se obtienen a partir de Q_C , aplicando los siguientes coeficientes:



$$\alpha_1 = \frac{Q_D}{Q_C} \rightarrow \text{Coeficiente máximo diario}$$

$$\alpha_2 = \frac{Q_E}{Q_D} \rightarrow \text{Coeficiente máximo horario}$$

$$\alpha = \alpha_1 * \alpha_2 = \frac{Q_E}{Q_C} \rightarrow \text{Coeficiente total de máximo horario}$$

$$\beta_1 = \frac{Q_B}{Q_C} \rightarrow \text{Coeficiente mínimo diario}$$

$$\beta_2 = \frac{Q_A}{Q_B} \rightarrow \text{Coeficiente mínimo horario}$$

$$\beta = \beta_1 * \beta_2 = \frac{Q_A}{Q_C} \rightarrow \text{Coeficiente total de mínimo horario}$$

Y, por último, la relación con el QL0 con estos coeficientes corresponde a la siguiente expresión:

$$Q_L = Q_C \cdot \beta_1 \cdot \alpha_2 = \alpha_2 \cdot Q_B$$

En la

Tabla se detallan los caudales característicos calculados para el presente proyecto:

Caudales Característicos

Q_C [Lt/s] =	6,54
Q_D [Lt/s] =	7,5
Q_E [Lt/s] =	11,28
Q_B [Lt/s] =	4,6
Q_A [Lt/s] =	2,3
Q_L [Lt/s] =	6,87

Tabla 4: Caudales Característicos para cálculo de red cloacal

Determinación de los caudales de diseño

Se consideran caudales aportados por:

- Consumo de agua potable
- Infiltración



a. Caudales aportados por consumo de agua potable

La factibilidad del caudal que puede transportar el colector se ve condicionado solo por el vuelco de las redes internas del Barrio Nueva Urbanización, ya que se desconocen los aportes de los barrios adyacentes que también volcarían al mismo.

Por lo que el caudal del proyecto para el colector solo tiene en cuenta los efluentes correspondientes a la población del Barrio Nueva Urbanización, y se considerada el vuelco de este como descarga concentrada.

Para estimar el caudal del barrio, se calcularon precisamente los caudales de diseño por vivienda. Por lo que, estos caudales, representan la cantidad de efluente que vuelca, por vivienda, a la colectora. Y en función de la cantidad de viviendas que aportan a cada tramo se definió el caudal que transportará cada uno de ellas.

Los conductos se calcularon para el caudal máximo que deben transportar “ Q_E ” verificando la capacidad de autolimpieza “ Q_L ”.

a.1 Caudal de diseño $Q_{DISEÑO\ TOTAL}$

Para determinarlo, se define el caudal máximo horario del día de mayor consumo Q_E para lo cual, se afecta al consumo medio diario, establecido en base a la dotación y a la población de diseño del barrio, por dos coeficientes: α_1 que permite ajustar el consumo medio diario al consumo máximo diario y α_2 que permite ajustar el consumo máximo diario al consumo máximo horario.

Este Q_E se multiplica por el coeficiente de retorno “ φ ”, el cual indica el porcentaje de la dotación de agua potable que es descargada efectivamente a la red cloacal. En este caso se adoptó de 0.70, indicando que el 70% de la dotación de agua potable se vuelca a las colectoras proyectadas.

De este modo se calcula el caudal que vuelca la totalidad del futuro Barrio a la colectora proyectada:

$$Q_{Diseño\ total} = Q_{C20} \cdot \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \varphi = Q_E \cdot \varphi \text{ [Lt/s]}$$



$$Q_{Diseño\ total} = 7.90 \text{ [Lt/s]}$$

a.2 Caudal de verificación $Q_{VERIF. TOTAL}$

Asimismo, se debe verificar que se alcance la velocidad de auto limpieza necesaria para el arrastre de los sólidos, ya que, caso contrario ocasionarían olores y atascamientos. Esta verificación se efectúa con el caudal Q_{L0} el cual corresponde, como se mencionó anteriormente, al caudal máximo horario del día de menor consumo.

Para esto, se afecta dicho caudal por el coeficiente de retorno y por la cantidad de viviendas. De esta manera, el caudal de verificación del caudal total de la red es:

$$Q_{Verif.total} = Q_{C0} \cdot \beta_1 \cdot \alpha_2 \cdot \varphi = Q_{L0} \cdot \varphi \text{ [Lt/s]}$$

$$Q_{Verif.total} = 4.81 \text{ [Lt/s]}$$

b. Caudales aportados por infiltración

Corresponde a las contribuciones externas a las redes cloacales, las cuales pueden estar originadas en el subsuelo o provenir de aportes accidentales de aguas pluviales. Estos caudales se deben fundamentalmente a agua que penetra a través de las juntas, de las paredes de los caños, de las estructuras de los accesos a la red y por las uniones de estas con los caños. También, las conexiones domiciliarias pueden asumir una importancia fundamental en la infiltración debido a su longitud y por la ejecución de las conexiones.

En este caso, se adoptó como caudal de infiltración al estimado por AySA para el partido de la matanza:

$$Q_{inf} = 30 \frac{m^3}{día} / km$$



En la **Tabla 5** se resumen los caudales de diseños empleados en el presente proyecto:

Caudales de Diseño	
$Q_{\text{DISEÑO TOTAL}} [\text{Lt/s}] =$	7,90
$Q_{\text{VERIF. TOTAL}} [\text{Lt/s}] =$	4,81
$Q_{\text{INF}} [\text{m}^3/\text{día/Km}] =$	30
$Q_{\text{INF}} [\text{Lt/s/m}] =$	0,0003

Tabla 5: Caudales de Diseño para cálculo de la red interna cloacal

4.2.6 Tapadas Admisibles

La tapada corresponde a la distancia vertical, medida desde la superficie del pavimento o vereda, hasta el extradós de la cañería.

En el presente proyecto se adoptó una tapada mínima de 1.20 m para el colector.

4.2.7 Rugosidad de la Cañería

La rugosidad de la cañería es un parámetro muy importante ya que influyen en la velocidad del fluido transportado por las mismas. Para el diseño de las colectoras este parámetro se representó con el coeficiente de rugosidad de Manning “n”, el cual es el más empleado en el diseño de redes cloacales y depende del material de las tuberías, para el caso del PVC, se recomiendan valores de n entre 0.010 y 0.013.

En este caso se adoptó un valor de $n = 0.011$.

En la **Tabla 6** se resume los parámetros de diseño adoptados en el proyecto:



Parámetros de diseño

Descripción	Sigla	Magnitud	Unidad
Población Diseño	P	1.544	Hab
Dotación de agua potable	D	366	Lt/hab.día
Coeficiente de aporte	φ	0,7	-
Coeficiente pico diario	α_1	1,15	-
coeficiente pico horario	α_2	1,50	-
Coeficiente mínimo diario	β_1	0,70	-
Coeficiente mínimo horario	β_2	0,50	-
Longitud total de cañerías	L_{Total}	1.049	m
Caudal de Diseño	$Q_{DISEÑO/VIVIENDA}$	0,023	Lt/s
Caudal de Verificación	$Q_{VERIF./VIVIENDA}$	0,014	Lt/s
Caudal de Infiltración	Q_{INF}	30	m ³ /día/Km
Tapada mín	T_{min}	1,2	
Coeficiente de Rugosidad	n	0,011	s/m ^{1/3}
Velocidad mín	V_{min}	0,6	m/s

Tabla 6: Parámetros de diseño adoptados

5. CÁLCULO HIDRÁULICO

5.1. Metodología de cálculo hidráulico

El escurrimiento de las aguas cloacales incluye el líquido vertido más cierta cantidad de materiales flotantes, suspendidos y disueltos. Es por ello que son aplicables las leyes de la hidráulica relativas al escurrimiento a superficie libre. Se opta por este tipo de escurrimiento debido a las infaltables pérdidas y filtraciones que implica la red a presión sumado a la necesidad de acceso a la red para llevar a cabo la inspección y eventuales desobstrucciones que se producen en la etapa de operación. Este sistema de desagüe requiere una parte de sección de conducto disponible para posibilitar la circulación del aire que permita el escape de los gases provenientes del líquido, dicho sistema de ventilación se logra a través de los circuitos previstos entre cámaras de inspección y ventilaciones del sistema domiciliario.

Para el diseño de las redes se dimensionaron los conductos para que posean la capacidad suficiente para transportar el caudal máximo horario, denominado Q_{E20} TOTAL TRAMO correspondiente al caudal de vuelco en la hora y en el día de mayor consumo y luego se verificó la capacidad de autolimpieza de los mismos con el caudal máximo



horario del día de menor consumo nombrado como $Q_{LO\ TOTAL\ TRAMO}$, correspondiente al caudal de vuelco en la hora de mayor consumo del día de menor consumo.

5.2. Dimensionado de los conductos

Se realizaron los cálculos para escurrimiento a sección llena, situación que se da cuando el tirante líquido es igual al diámetro de la sección ($h = D$). Este cálculo se realiza a los fines de verificar la capacidad de escurrimiento (Capacidad (QLL) > caudal de tramo acumulado (QE20 TOTAL TRAMO)). Para este cálculo se utiliza la ecuación de Chezy-Manning considerando un escurrimiento uniforme y permanente, es decir, adoptando un gradiente hidráulico coincidente con la pendiente de la cañería o solera.

El caudal a sección llena se calcula:

$$Q_{LL} = U_{LL} \cdot \text{Área} = \frac{0,3117}{n} \cdot D^{\frac{8}{3}} \cdot i^{\frac{1}{2}}$$

Y la velocidad del fluido para la misma condición:

$$U_{LL} = \frac{R_h^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n} = \frac{\left(\frac{D_{int}}{4}\right)^{2/3} \cdot i^{1/2}}{n}$$

Donde R_h corresponde al radio hidráulico de la sección:

$$R_h = \frac{\text{Área}}{\text{Perímetro mojado}} = \frac{D_{int}}{4}$$

El comportamiento de la red se verifica con el caudal real, es decir, con el caudal acumulado de cada tramo para el período de diseño ($Q_{TOTAL\ TRAMO}$); este último corresponde al caudal total al final de la boca de registro. Para ello, se toma el caudal de la boca de registro aguas arriba ($Q_{A.Arriba}$) y el caudal incorporado por infiltración (Q_{INF}).

$$Q_{DISEÑO.Acum} = Q_{A.Arr} + Q_{inf}$$

Donde:

- $Q_{DISEÑO.Tramo} = \text{Viviendas por tramo} \cdot Q_{Diseño/vivienda}$



A los efectos de cumplir con la capacidad necesaria, se verificó que en todos los tramos se cumpla con:

$$Q_{LL} > Q_{\text{Total Tramo}}$$

5.3. Verificación de h/D

Otra verificación necesaria dentro del diseño de colectoras cloacales corresponde a comprobar que al tirante del líquido cloacal dentro de las cañerías permanezca dentro de los valores recomendados a lo largo del período de diseño, ya que la relación de h/D debese menor a ciertos valores límites establecidos por las normativas.

En este caso, la prestataria del servicio en el sitio del proyecto es AySA y la misma establece que para el caudal de diseño $Q_{DISEÑO\ Acum}$: $h/D < 0.85$.

Para calcular la relación h/D se utilizan las tablas de Woodward-Posey, ingresando a las mismas con el valor adimensional:

$$Adim\ W - P = \frac{Q \cdot n}{D^{8/3} \cdot i^{1/2}}$$

Las tablas arrojan, para cada valor del $Adim\ W - P$, la relación de h/D asociada al mismo.

5.4 Velocidad de Autolimpieza

Como se mencionó anteriormente, se verificó que se cumpla en todos los tramos de la red, con la velocidad del fluido que permite la autolimpieza y evitar así, que se produzca sedimentación de las partículas sólidas con el consecuente atascamiento.

Esta verificación se realizó en base a la combinación de dos metodologías de diseño correspondiente a criterios de autolimpieza para el transporte de sólidos, siendo ambas, parte de la teoría de Camp-Shields la que sostiene que, para remover partículas, es necesario que la fuerza de arrastre del líquido en movimiento venza a



la fuerza rozamiento generada por el peso del sedimento, por lo que resultan compatibles y complementarias.

Las metodologías son:

- a) **Método Tradicional o Velocidad mínima.**
- b) **Esfuerzo tractivo.**

5.4.1 Método Tradicional o Velocidad mínima

La velocidad crítica de arrastre o velocidad de autolimpieza define la velocidad para la cual se produce el arrastre o suspensión de las partículas transportadas, por lo que velocidades menores a esta no arrastrarán dichas partículas. La velocidad de auto limpieza adopta igual a $U_{min} = 0,60$ [m/s] a sección llena, lo cual debe asegurarse a partir de la pendiente mínima.

5.4.2 Esfuerzo tractivo

Este método propone verificar que la fuerza tractiva del fluido sea mayor a la fuerza tractiva mínima asociada a un buen arrastre hidráulico de la materia sedimentable dentro de las cañerías. La normativa ENOHSa propone un esfuerzo tractiva mínimo de $F_{Tmin} = 0,10$ [Kg/m²].

La expresión para el cálculo del esfuerzo tractiva es la siguiente:

$$F_T = 690 \cdot n^{0.46} \cdot Q_{VERIF,Acum}^{0.375} \cdot i^{0.8125} \text{ [Kg/m}^2\text{]}$$

Este esfuerzo es calculado con el caudal QL0 (caudal máximo horario correspondiente al día de menor consumo del inicio del período de diseño) denominado, dentro del presente proyecto, como Q_{TOTAL TRAMO} de verificación correspondiente al QL0 a los efectos de asegurar el arrastre de las partículas al menos una vez al día.

La verificación de la velocidad de autolimpieza se realizó con ambas metodologías, de las cuales surgen las pendientes mínimas a adoptar a los efectos de cumplir con las mismas.



Para el caso del método tradicional, la pendiente mínima surge de la fórmula de Manning, igualando la velocidad a sección llena a la mínima $U_{LL} = 0.60 \text{ m/s}$, con lo cual, se obtienen pendientes mínimas variables en función del diámetro de las cañerías. Para el caso del único diámetro involucrado, la pendiente mínima es:

Para:

$$D = 315 \text{ mm} \rightarrow i_{min} = 2.0 \text{ ‰}$$

En el caso del método tractor, la pendiente mínima surge de la expresión de cálculo del mismo, igualando la fuerza tractiva a la mínima admisible de $F_{Tmin} = 0.10 \text{ Kg/m}^2$, con lo cual, se obtienen pendientes mínimas variables en función del caudal de verificación de las cañerías.

En las planillas de cálculo se puede observar que las pendientes mínimas, que surgen del esfuerzo tractor, no se verifican en la totalidad de los tramos, en los cuales las pendientes son menores, esto se justifica económicamente ya que técnicamente con la pendiente adoptada y un acompañamiento periódico de limpieza se garantiza el buen funcionamiento de la red. Mayores pendientes implican mayores excavaciones lo que deriva en un aumento del costo total del proyecto.

5.5 Verificación de Velocidades Máximas

Todas las colectoras se deben calcular para que no se supere la velocidad máxima para el caudal de diseño. Esta velocidad máxima es considerada cuando el líquido comienza a incorporar aire que se traduce en un aumento de volumen el cual disminuye la capacidad de la cañería produciendo trastornos de circulación hidráulica en la misma.

Por tal motivo, se verificó que la velocidad del fluido permanezca por debajo de los límites admisibles, los cuales fueron determinados por dos metodologías:

- a) Criterio de máxima velocidad de Boussisneq.
- b) Criterio de máxima velocidad erosiva.



5.5.1 Criterio de máxima velocidad de Boussisneq

La velocidad máxima surge de la siguiente expresión:

$$U_{Max} = B \cdot \sqrt{g \cdot R_h}$$

En la que:

B = Coeficiente de Boussisneq. $B = 6$.

g = Aceleración de la gravedad. $g = 9.8 \text{ m/s}$

R_h = Radio hidráulico de la sección correspondiente al caudal de diseño ($Q_{\text{DISEÑO.Acum}}$)

Entonces, para distintos diámetros se obtienen distintas velocidades máximas. Por lo tanto, se verifico que las velocidades alcanzadas en los distintos tramos se mantengan por debajo del límite calculados.

5.5.2 Criterio de máxima velocidad erosiva

Por cuestiones relacionados a problemas de erosividad se adopta una velocidad máxima: $U_{MAX} = 3 \text{ m/s}$.

Se verifico que la velocidad se mantenga también por debajo de este límite admisible.



5.6 Planilla de Cálculo

Tramo			Terreno Natural TN				Cañería Proyectada								Aportes		Caudales						Parámetros Hidráulicos														
Nº	Bocas de Registro BR		Longitud [m]	Cotas		Pend. i _{TN} [m/m]	D _{NOMINAL} [m]	Pendiente			Tapada		Cota Intrados		Q Diseño Barrio Nueva Urb. [lt/s]	Q Verif. Barrio Nueva Urb. [lt/s]	Infiltración Q _{INF.} Tramo [lt/s]	Caudal de Diseño - Q _{E20}			Caudal de Verificación - Q _{L0}			Sección Llena		Para Q _{E20}					Para Q _{L0}					Tractriz	
	Inicial	Final		Inicial	Final			i _{MINIMA} Met. TRAD.	i _{MINIMA} Met. TRAC.	i _{ADOPTADA}	Inicial	Final	Inicial	Final				A. Arriba	Tramo	Q _{TOTAL TRAMO}	A. Arriba	Tramo	Q _{TOTAL TRAMO}	Q _{LL}	V _{LL}	Adim. W - P	h/D	R/D	U [m/s]	Adim. W - P	h/D	R/D	U [m/s]	F _T [kg/m ²]			
	1	BRE 01		1	62,87			24,800	25,310	-0,008	0,315	0,002	0,009	0,002				3,50	4,14	21,30	21,17	0,61	0,38	0,02	0,61	0,00	0,63	0,38	0,00	0,40	58,21	0,75	0,0034	0,017	0,011	0,09	0,002
2	1	BRE 02	62,87	25,310	25,830	-0,008	0,315	0,002	0,009	0,002	4,14	4,78	21,17	21,05			0,02	0,63	0,00	0,65	0,40	0,00	0,42	58,21	0,75	0,0035	0,017	0,011	0,09	0,002	0,017	0,011	0,09	0,04			
3	BRE 02	BRE 03	125,59	25,830	24,040	0,014	0,315	0,002	0,008	0,002	4,78	3,24	21,05	20,80			0,04	0,65	0,00	0,70	0,42	0,00	0,47	58,21	0,75	0,0037	0,017	0,011	0,09	0,003	0,017	0,011	0,09	0,04			
4	BRE 03	BRE 04	29,75	24,040	23,340	0,024	0,315	0,002	0,003	0,002	3,24	2,60	20,80	20,74	8,11	5,06	0,01	8,81	0,00	8,82	5,53	0,00	5,54	58,21	0,75	0,0472	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
5	BRE 04	2	40,16	23,340	23,070	0,007	0,315	0,002	0,003	0,002	2,60	2,41	20,74	20,66			0,01	8,82	0,00	8,83	5,54	0,00	5,55	58,21	0,75	0,0473	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
6	2	3	108,16	23,070	22,820	0,002	0,315	0,002	0,003	0,002	2,41	2,38	20,66	20,44			0,04	8,83	0,00	8,87	5,55	0,00	5,59	58,21	0,75	0,0475	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
7	3	4	23,59	22,820	23,507	-0,029	0,315	0,002	0,003	0,002	2,38	3,11	20,44	20,39			0,01	8,87	0,00	8,88	5,59	0,00	5,60	58,21	0,75	0,0475	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
8	4	5	37,12	23,507	23,893	-0,010	0,315	0,002	0,003	0,002	3,11	3,57	20,39	20,32			0,01	8,88	0,00	8,89	5,60	0,00	5,61	58,21	0,75	0,0476	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
9	5	6	36,73	23,893	23,761	0,004	0,315	0,002	0,003	0,002	3,57	3,51	20,32	20,25			0,01	8,89	0,00	8,90	5,61	0,00	5,62	58,21	0,75	0,0477	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
10	6	7	97,80	23,761	23,568	0,002	0,315	0,002	0,003	0,002	3,51	3,52	20,25	20,05			0,03	8,90	0,00	8,94	5,62	0,00	5,66	58,21	0,75	0,0479	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
11	7	8	92,24	23,568	23,318	0,003	0,315	0,002	0,003	0,002	3,52	3,45	20,05	19,87			0,03	8,94	0,00	8,97	5,66	0,00	5,69	58,21	0,75	0,0480	0,017	0,011	0,09	0,030	0,017	0,011	0,09	0,09			
12	8	BRE 05	89,61	23,318	23,289	0,000	0,315	0,002	0,003	0,002	3,45	3,60	19,87	19,69			0,03	8,97	0,00	9,00	5,69	0,00	5,72	58,21	0,75	0,0482	0,017	0,011	0,09	0,031	0,017	0,011	0,09	0,10			
Long. Tot [m] = 806															Caudal. Tot [m] = 9,00			Caudal. Tot [m] = 5,72																			

Tramo			Verificaciones											
Nº	Bocas de Registro BR		CAPACIDAD h/D < 0.85 Q _{DISEÑO}	Velocidad de Limpieza						Velocidad Máxima				
	Inicial	Final		Método Velocidad Mínima			Método Esfuerzo Tractriz			Boussineq		Erosiva		
				V _{LL} > 0.6 [m/s]	i _{MINIMA} [m/m]	i _{ADOP} > i _{MIN}	i _{MINIMA} [m/m]	i _{ADOP} > i _{MIN}	F _t [kg/m ²]	F _t > 0.10 [kg/m ²]	U _{MAX} [m/s]	U < U _{MAX} [m/s]	U < 3 [m/s]	
1	BRE 01	1	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,009	NO VERIFICA	0,03	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
2	1	BRE 02	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,009	NO VERIFICA	0,03	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
3	BRE 02	BRE 03	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,008	NO VERIFICA	0,03	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
4	BRE 03	BRE 04	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
5	BRE 04	2	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
6	2	3	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
7	3	4	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
8	4	5	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
9	5	6	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
10	6	7	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
11	7	8	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	
12	8	BRE 05	VERIFICA	VERIFICA	0,002	VERIFICA	0,003	NO VERIFICA	0,08	NO VERIFICA	1,12	VERIFICA	VERIFICA	



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES
2025-Centenario de la Refinería YPF La Plata: Emblema de la Soberanía Energética Argentina

Hoja Adicional de Firmas
Pliego

Número:

Referencia: Memoria técnica cloaca

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 21 pagina/s.