



BARRIO ARGENTINO, LA PLATA

“RED CLOACAL BARRIO ARGENTINO, MELCHOR ROMERO”

Memoria Técnica

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	2
2.	OBJETIVO.....	4
3.	PROYECTO DE RED CLOACAL	5
3.1.	TRAZADO DE LAS CONDUCCIONES	5
3.2.	PARÁMETROS DE DISEÑO	6
3.2.1	<i>Período de diseño</i>	6
3.2.2	<i>Población de diseño</i>	7
3.2.3	<i>Dotación de Consumo</i>	8
3.2.4	<i>Coeficientes de Caudal</i>	8
3.2.5	<i>Caudales de Diseño</i>	9
	Caudales Característicos.....	9
	Determinación de los caudales de diseño	12
a.	Caudales aportados por consumo de agua potable	12
a.1	Caudal de diseño para el trazado interno del barrio: $Q_{HECT\ Diseño}$	12
a.2	Caudal de diseño para el trazado del colector: $Q_{HECT\ Diseño}$	13
a.3	Caudal de verificación para el trazado interno del barrio: $Q_{HECT\ Verif.}$	13
a.4	Caudal de verificación para el trazado del colector: $Q_{HECT\ Verif.}$	14
b.	Caudales aportados por infiltración	14
3.2.6	<i>Tapadas Admisibles</i>	16
3.2.7	<i>Rugosidad de la Cañería</i>	16
4.	CÁLCULO HIDRÁULICO	18
3.1.	METODOLOGÍA DE CÁLCULO HIDRÁULICO	18
3.2.	DIMENSIONADO DE LOS CONDUCTOS	19
3.3.	VERIFICACIÓN DE h/D	20
3.4.	VELOCIDAD DE AUTOLIMPIEZA	21
a)	<i>Método Tradicional o Velocidad mínima</i>	21
b)	<i>Esfuerzo tractivo</i>	21
3.5.	VERIFICACIÓN DE VELOCIDADES MÁXIMAS.....	23
a)	<i>Criterio de máxima velocidad de Boussisneq</i>	23
b)	<i>Criterio de máxima velocidad erosiva</i>	23
3.6.	PLANILLAS DE CÁLCULO	24



1. INTRODUCCIÓN

El siguiente documento contiene la memoria técnica del proyecto de la red desagües cloacales destinado al área de intervención conocida como Barrio El Argentino de la localidad de Romero perteneciente al partido de La Plata. Este sector se ubica al este de la provincia de Buenos Aires, a 13 km de la ciudad de La Plata, República Argentina.

La obra a ejecutar permitirá abastecer del servicio de agua potable a la futura urbanización, que incluye la construcción de 175 viviendas, la cual está siendo llevada a cabo por el Instituto de la Vivienda, perteneciente al Ministerio de Hábitat de la Provincia de Buenos Aires. Asimismo, se prevé el suministro de agua potable a las viviendas que actualmente habitan en el sitio.

El área de estudio se encuentra delimitada por las calles 173 y 177 intersección con las calles 524 y 526.

La red abastecerá del servicio cloacal a 314 viviendas, incluyendo tanto las del proyecto mencionado como las preexistentes. Además, se realizó una proyección demográfica en zonas con potencial de ser habitadas, lo que incrementa la capacidad de abastecimiento a un número de viviendas 1121 garantizando la evacuación ambientalmente segura de los efluentes cloacales mediante la conexión al colector cloacal existente.

En la **Figura 1** y **Figura 2** se presentan imágenes satelitales del barrio en cuestión.

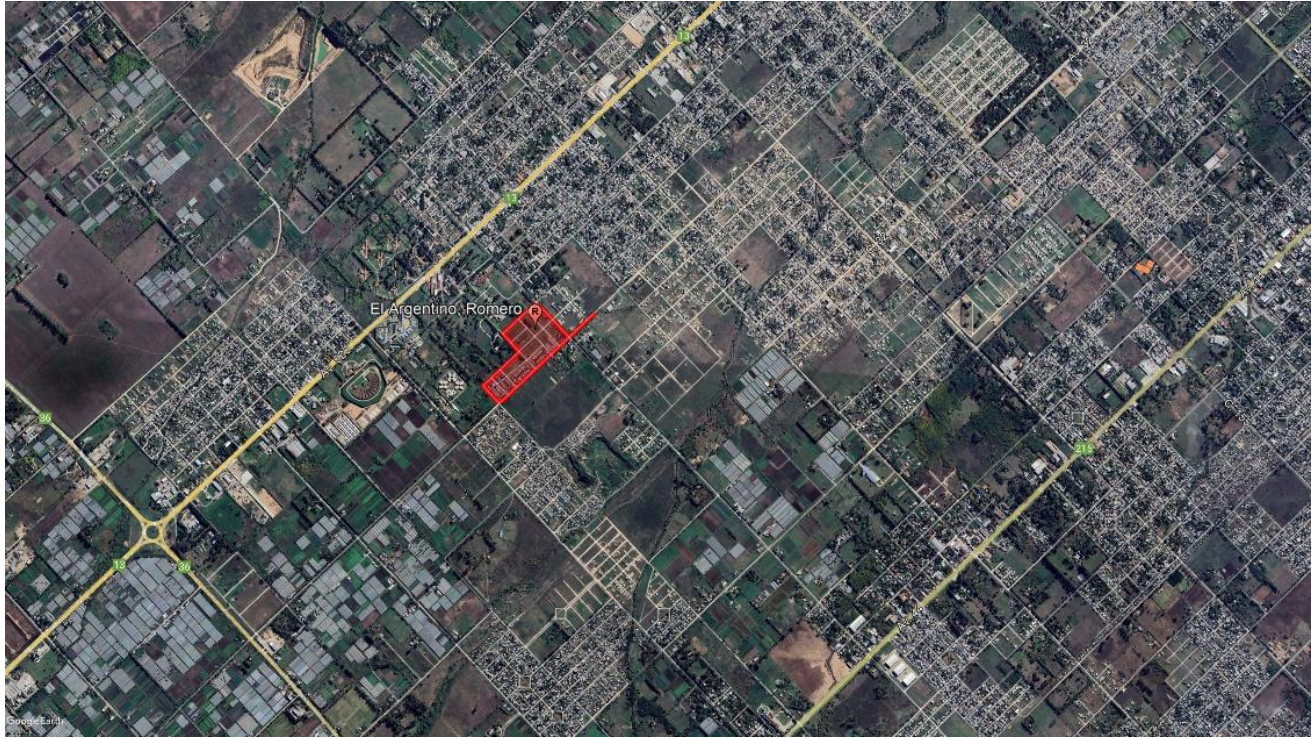


Figura 1: Ubicación El Argentino, La Plata



Figura 2: Sector de Intervención, El Argentino



La red de desagües cloacales proyectada, para el trazado actual del barrio, consiste en la ejecución de 2639 m de cañerías colectoras de Policloruro de vinilo “PVC”, con junta elástica “JE”, de diámetro nominal de 160 mm y la ejecución de 819 m de cañería colector del mismo material y diámetro nominal de 200 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, cambios de diámetros, de pendientes y/o de dirección y cuando se requiera mantener distancias compatibles con los equipos de desobstrucción tradicionales, por lo que se dispondrán 34 bocas de registro “B.R”.

Las conexiones domiciliarias alcanzan un total de 314 unidades.

El punto designado para volcar los efluentes del barrio corresponde a la boca de registro existente del colector cloacal tendido sobre la calle “526”, ubicada entre las calles “171” y “172”.

2. OBJETIVO

El objetivo de la obra es ejecutar una red cloacal para la futura urbanización del Barrio El Argentino y para los habitantes que residen actualmente que no cuentan con el servicio cloacal, además 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.

El objetivo fundamental de la red de colectoras cloacales 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 a la red a través de las bocas de registro.

El sistema de conductos comprende conducciones que pueden ser primarias (colectores) o secundarias (colectoras), estas últimas son aquellas que pueden recibir descargas de los bloques y cuyo diámetro es menor a 300 mm. Caso contrario, los colectores son aquellos que no tienen conexiones y poseen diámetros mayores a 300 mm con profundidad mayor a 3 m.

Como se mencionó anteriormente, este proyecto comprende el tendido de colectores cloacales cuyo diámetro nominal es de 200mm y cañerías colectoras cloacales de 160 mm de diámetro.

3. PROYECTO DE RED CLOACAL

El proyecto prevé la instalación de una red interna que se encarga de recolectar y transportar los efluentes propios del barrio para volcarlos en el colector principal cuya función es recibir actualmente los efluentes de la red interna del barrio y a futuro los producidos por las zonas consideradas como posibles ampliaciones.

El colector cloacal comprende tuberías de PVC con diámetro de 200 mm con una longitud de 820 m, y la red interna comprende tuberías de 160 mm de diámetro con una longitud de 2639 m, bocas de registro y los elementos accesorios necesarios.

Las colectoras se proyectaron con el objeto de lograr, lo más económicamente posible, la evacuación en forma eficaz de los líquidos residuales de la población de diseño y conducirlos rápidamente a su destino final.

3.1. 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 colectora, el cual se puede observar en el plano:

Plano N° 01 – “Planta Red Cloacal El Argentino, Romero”.

3.2. 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

La futura urbanización se tuvo en cuenta con la máxima profundización posible de las cañerías a los efectos de generar la posibilidad de ampliar la red si el proyecto así lo requiere.

3.2.1 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.

3.2.2 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.

Se realizó una proyección demográfica considerando tres sectores: uno ya densificado que no cuenta con servicio de cloaca y dos con potencial a ser habitados. Se estima una densidad poblacional de 4.5 habitantes por vivienda para el sector de viviendas existentes y para el proyecto de hábitat se considera 4 habitantes por vivienda.

Se considera que la densidad poblacional sería la misma que la existente en el barrio actualmente, alcanzando una población de proyecto que es de 4958 habitantes.

Se estima que esta cantidad de habitantes es superior a la población correspondiente al proyecto de urbanización por lo que se considera que la capacidad de las unidades de conducción será suficiente para la población futura. Aunque menor población implica menores caudales de descarga por lo que será necesario realizar una verificación de la autolimpieza de las cañerías.



3.2.3 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*.

Para el presente proyecto, se adoptó la dotación de consumo de 300 *Lt/hab. día*.

3.2.4 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.

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

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	1,40
α_2 Máx. Horario	1,70
α	2,38
β_1 Min. Diario	0,70
β_2 Min. Horario	0,50
β	0,35

Tabla 2: Coeficientes de caudal adoptados

3.2.5 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:

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

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



$$\alpha = \alpha_1 * \alpha_2 = \frac{Q^E}{Q^C} \rightarrow \text{Coeficiente total de máximo horario}$$

$$\beta_1 = \frac{Q^B}{Q^C} \rightarrow \text{Coeficiente mínimo diario}$$

$$\beta_2 = \frac{Q^A}{Q^B} \rightarrow \text{Coeficiente mínimo diario}$$

$$\beta = \beta_1 * \beta_2 = \frac{Q^A}{Q^C} \rightarrow \text{Coeficiente total de mínimo horario}$$

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 6** y **Tabla 7** se detallan los caudales característicos calculados para el presente proyecto:

Caudales Característicos	
Q_C [Lt/s] =	4,60
Q_D [lt/s] =	6,4
Q_E [Lt/s] =	10,95
Q_B [lt/s] =	3,2
Q_A [lt/s] =	1,6
Q_L [Lt/s] =	5,48

Tabla 4: Caudales Característicos para cálculo del colector

Caudales Característicos	
Q_C [Lt/s] =	17,22
Q_D [lt/s] =	24,1
Q_E [Lt/s] =	40,97
Q_B [lt/s] =	12,1
Q_A [lt/s] =	6,0
Q_L [Lt/s] =	20,49

Tabla 7: Caudales Característicos para cálculo del colector



Determinación de los caudales de diseño

Se consideran caudales aportados por:

Se consideran caudales aportados por:

- a. Consumo de agua potable
- b. Infiltración

a. Caudales aportados por consumo de agua potable

Al definir tres sectores de aportes, se adoptaron dos caudales. Uno de ellos es el caudal del proyecto para la red interna donde solo se tiene en cuenta los efluentes correspondientes a la población del barrio existente y del proyecto de viviendas, y el segundo caudal contempla las proyecciones demográficas con las posibles ampliaciones de vuelco a la red. Este último no transitaría por la red interna, sino que volcaría y sería transportado por el colector principal sin intervenir en la red interna del barrio. Además, se consideran los vuelcos de estos dos sectores como descargas concentradas.

Se contempla una distribución uniforme del caudal a lo largo de la red por lo que, se divide al mismo a lo largo de toda la longitud de la cañería y de esta forma, al multiplicarlo por la longitud de cañería se obtiene para cada tramo un caudal proporcional a su longitud.

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 para el trazado interno del barrio: $Q_{HECT\text{ Diseño}}$

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 0.80, indicando que el 80% de la dotación de agua potable se vuelca a las colectoras proyectadas.

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

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

$$Q_{Diseño\ total} = 8.76 \text{ [Lt/s]}$$

Para obtener el caudal correspondiente a cada tramo de la red interna proyectada se divide este valor por la longitud total de la cañería. De esta manera, el caudal de diseño de la red es:

$$Q_{HECT\ Diseño} = 0.275 \text{ [Lt/s.Hm]}$$

a.2 Caudal de diseño para el trazado del colector: $Q_{HECT\ Diseño}$

La determinación del mismo será como se mencionó en el punto anterior.

De este modo se calcula el caudal que vuelca la totalidad de la red interna más la población proyectada al colector:

$$Q_{Diseño\ total} = 32.78 \text{ [Lt/s]}$$

De esta manera, el caudal de diseño del colector es:

$$Q_{HECT\ Diseño} = 11.898 \text{ [Lt/s.Hm]}$$

a.3 Caudal de verificación para el trazado interno del barrio: $Q_{HECT\ Verif.}$

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 población. De esta manera, el caudal de verificación del caudal total de la red es:

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

$$Q_{Verif.total} = 4.38 \text{ [Lt/s]}$$

Para obtener el caudal de verificación para cada tramo de cañería se divide este caudal por la longitud total de la cañería. De esta manera, el caudal de verificación por hectómetro es:

$$Q_{HECT Verif.} = 0.138 \text{ [Lt/s.Hm]}$$

a.4 Caudal de verificación para el trazado del colector: $Q_{HECT Verif.}$

La determinación del mismo será como se mencionó en el punto anterior.

De esta manera, el caudal de verificación del caudal total del colector es:

$$Q_{Verif.total} = 16.39 \text{ [Lt/s]}$$

El caudal de verificación por hectómetro es:

$$Q_{HECT Verif.} = 5.949 \text{ [Lt/s.Hm]}$$

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

Caudales de Diseño

Red Interna

$$Q_{DISEÑO\ TOTAL} [Lt/s] = 8,76$$

$$Q_{HECT\ Diseño} [L/s.Hm] = 0,275$$

$$Q_{VERIF.\ TOTAL} [Lt/s] = 4,38$$

$$Q_{HECT\ Verif.} [L/s.m] = 0,001$$

$$Q_{HECT\ Verif.} [L/s.Hm] = 0,138$$

$$Q_{INF} [m^3/día/Km] = 30$$

$$Q_{INF} [Lt/s/m] = 0,0003$$

$$Q_{INF\ TOTAL} [L/s] = 1,105$$

Tabla 8: Caudales de Diseño para cálculo de la red interna cloacal

Caudales de Diseño

Colector Principal

$$Q_{DISEÑO\ TOTAL} [Lt/s] = 32,78$$

$$Q_{HECT} [L/s.m] = 0,119$$

$$Q_{HECT\ Diseño} [L/s.Hm] = 11,898$$

$$Q_{VERIF.\ TOTAL} [Lt/s] = 16,39$$

$$Q_{HECT} [L/s.m] = 0,059$$

$$Q_{HECT\ Verif.} [L/s.Hm] = 5,949$$

$$Q_{INF} [m^3/día/Km] = 30$$

$$Q_{INF} [Lt/s/m] = 0,0003$$

$$Q_{INF\ TOTAL} [L/s] = 0,096$$

Tabla 9: Caudales de Diseño para cálculo del colector cloacal



3.2.6 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 las simples colectoras.

La tapada máxima de la cañería cloacal para admitir conexiones domiciliarias es de 3 m.

3.2.7 Rugosidad de la Cañería

La rugosidad de la cañería es un parámetro muy importante ya que influye 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 5** y en la **Tabla 5** se resumen los parámetros de diseño adoptados en el proyecto:



Parámetros de diseño - Red Interna Cloacal, Barrio "El Argentino"

Descripción	Sigla	Magnitud	Unidad
Período de Diseño	n	20	años
Población Servida	P	1.326	Hab
Dotación de agua potable	D	300	Lt/hab.día
Coeficiente de retorno	ϕ	0,8	-
Coeficiente pico diario	α_1	1,40	-
Coeficiente pico horario	α_2	1,70	-
Coeficiente mínimo diario	β_1	0,70	-
Coeficiente mínimo horario	β_2	0,50	-
Longitud total de cañerías	L _{Total}	2639	m
Caudal de Diseño n=20 años	Q _{HECT Diseño}	0,275	Lt/s·Hm
Caudal de Verificación n=0 años	Q _{HECT Verif.}	0,138	Lt/s·Hm
Caudal de Infiltración	Q _{INF}	30,00	m ³ /día/Km
Tapada mínima	T _{Min}	1,20	m
Tapada máxima	T _{Max}	3,00	m
Diámetro mínimo	D _{Min}	0,16	m
Pendiente mínima	i _{Min}	0,003	m/m
Coeficiente de Rugosidad PVC	n _{PVC}	0,011	s/m ^{1/3}
Velocidad mínima	U _{Min}	0,60	m/s
Velocidad máxima	U _{Max}	3,00	m/s
Esfuerzo Tractriz Mínimo	F _{TMIN}	0,10	Kg/m ²
Salto Máximo en Dispositivo de Caída	S _{MAX}	2,00	m

Tabla 5: Parámetros de diseño adoptados para la Red Interna



Parámetros de diseño - Colector Principal, Barrio "El Argentino"

Descripción	Sigla	Magnitud	Unidad
Período de Diseño	n	20	años
Población Servida	P	4.958	Hab
Dotación de agua potable	D	300	Lt/hab.día
Coeficiente de retorno	ϕ	0,8	-
Coeficiente pico diario	α_1	1,40	-
Coeficiente pico horario	α_2	1,70	-
Coeficiente mínimo diario	β_1	0,70	-
Coeficiente mínimo horario	β_2	0,50	-
Longitud total de cañerías	L_{Total}	819	m
Caudal de Diseño n=20 años	$Q_{HECT \text{ Diseño}}$	11,898	Lt/s.Hm
Caudal de Verificación n=0 años	$Q_{HECT \text{ VERIF.}}$	5,949	Lt/s.Hm
Caudal de Infiltración	Q_{INF}	30,00	m3/día/Km
Tapada mínima	T_{Min}	1,20	m
Tapada máxima	T_{Max}	3,00	m
Diámetro mínimo	D_{Min}	0,20	m
Pendiente mínima	i_{Min}	0,0024	m/m
Coeficiente de Rugosidad PVC	n_{PVC}	0,011	s/m ^{1/3}
Velocidad mínima	U_{Min}	0,60	m/s
Velocidad máxima	U_{Max}	3,00	m/s
Esfuerzo Tractriz Mínimo	F_{TMIN}	0,10	Kg/m ²
Salto Máximo en Dispositivo de Caída	S_{MAX}	2,00	m

Tabla 9: Parámetros de diseño adoptados para el Colector

4. CÁLCULO HIDRÁULICO

3.1. 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 bocas de registro 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 $Q_{E20 \text{ TOTAL TRAMO}}$ 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 $Q_{L0 \text{ TOTAL TRAMO}}$, correspondiente al caudal de vuelco en la hora de mayor consumo del día de menor consumo.

3.2. 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 ($Capacidad (Q_{LL}) > Q_{E20 \text{ TOTAL TRAMO}}$). 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:

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

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 ($Q_{\text{TOTAL TRAMO}}$); 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 ($Q_{\text{A.Arriba}}$), el caudal incorporado en el tramo entre bocas de registro analizadas (Q_{Tramo}) y el caudal incorporado por infiltración (Q_{INF}).

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

Donde:

- En el trazado interno: $Q_{\text{DISEÑO.Tramo}} = \text{Viviendas por tramo} \cdot Q_{\text{Diseño/vivienda}}$

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

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

3.3. 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 debe ser 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 $Q_{\text{DISEÑO Acum}}$: $h/D < 0.85$.

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

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

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



3.4. 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.

a) Método Tradicional o Velocidad mínima

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

b) 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 $F_{Tmin} = 0,10 \text{ [Kg/m}^2\text{]}$.

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 Q_{L0} (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 Q_{L0} 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 diámetro involucrado, la pendiente mínima es:

Para:

- $D = 160 \text{ mm} \rightarrow i_{min} = 3 \text{ ‰}$
- $D = 200 \text{ mm} \rightarrow i_{min} = 2.4 \text{ ‰}$

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.



3.5. 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.

a) 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 verificó que las velocidades alcanzadas en los distintos tramos se mantengan por debajo del límite calculados.

b) 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.

3.6. Planillas de Cálculo



Tramo			Terreno Natural TN				Cañería Proyectada										Aportes				Caudales						Parámetros Hidráulicos																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Nº	Bocas de Registro BR		Longitud	Cotas		Pend.	D _{NOMINAL}	Pendiente			Cota Intrados		Subsidiaria	Disp. De Caída		Q _{TRAMO RED INTERNA}	Q _{TRAMO COLECTOR}	Q _{VERIF. RED INTERNA}	Q _{VERIF. COLECTOR}	Infiltración Tramo	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}	i _{TRAC.}	i _{ADOPTADA}	Inicial	Final		Requiere	Dif. Cota intrados en BR						Requiere	Q _{E20}			Q _{L0}			Q _{LL}	V _{LL}	Adim. W - P	h/D	R/D	U	Adim. W - P	h/D	R/D	U		F _T																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
																						[m]	[m]	[m]	[m/m]	[m]	[m/m]													[m/m]	[m]	[m]	[m/m]	[m/m]	[m/m]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]	[lt/s]



Tramo			Verificaciones											
Nº	Bocas de Registro BR		CAPACIDAD	Velocidad de Limpieza							Velocidad Máxima			
	Inicial	Final		Método Velocidad Mínima			Método Esfuerzo Tractriz				Boussisneq		Erosiva	
				h/D < 0.85 Q _{DISEÑO}	U _{LL} > 0.6 [m/s]	i _{MINIMA} [m/m]	i _{ADOP} > i _{MIN}	i _{MINIMA} [m/m]	i _{ADOP} > i _{MIN}	Ft [kg/m²]	Ft > 0.10 [kg/m²]	U _{MAX} [m/s]	U < U _{MAX} [m/s]	U < 3 [m/s]
1	01	02	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	NO VERIFICA	0.07	NO VERIFICA	1.60	VERIFICA	VERIFICA	
2	02	03	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.011	NO VERIFICA	0.07	NO VERIFICA	1.96	VERIFICA	VERIFICA	
3	03	04	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.010	NO VERIFICA	0.07	NO VERIFICA	2.14	VERIFICA	VERIFICA	
4	04	05	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.008	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	2.48	VERIFICA	VERIFICA	
5	06	07	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	NO VERIFICA	0.03	NO VERIFICA	1.77	VERIFICA	VERIFICA	
6	01	07	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.015	NO VERIFICA	0.09	NO VERIFICA	1.57	VERIFICA	VERIFICA	
7	07	08	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.009	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	2.35	VERIFICA	VERIFICA	
8	08	09	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.008	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	2.51	VERIFICA	VERIFICA	
9	10	09	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	NO VERIFICA	0.05	NO VERIFICA	1.66	VERIFICA	VERIFICA	
10	03	09	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.015	NO VERIFICA	0.03	NO VERIFICA	1.87	VERIFICA	VERIFICA	
11	09	11	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.009	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	2.33	VERIFICA	VERIFICA	
12	11	12	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.008	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	2.49	VERIFICA	VERIFICA	
13	13	06	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.012	NO VERIFICA	0.09	NO VERIFICA	1.77	VERIFICA	VERIFICA	
14	06	14	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.010	NO VERIFICA	0.05	NO VERIFICA	2.19	VERIFICA	VERIFICA	
15	13	15	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	VERIFICA	0.10	VERIFICA	1.53	VERIFICA	VERIFICA	
16	16	17	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	NO VERIFICA	0.07	NO VERIFICA	1.55	VERIFICA	VERIFICA	
17	17	18	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.012	VERIFICA	0.12	VERIFICA	1.76	VERIFICA	VERIFICA	
18	18	19	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.010	VERIFICA	0.10	VERIFICA	1.99	VERIFICA	VERIFICA	
19	20	21	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	NO VERIFICA	0.09	NO VERIFICA	1.51	VERIFICA	VERIFICA	
20	21	19	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.012	VERIFICA	0.12	VERIFICA	1.76	VERIFICA	VERIFICA	
21	19	22	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.007	NO VERIFICA	0.09	NO VERIFICA	2.47	VERIFICA	VERIFICA	
22	23	22	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.017	VERIFICA	0.11	VERIFICA	1.42	VERIFICA	VERIFICA	
23	22	24	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.006	NO VERIFICA	0.06	NO VERIFICA	2.87	VERIFICA	VERIFICA	
24	24	25	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.006	NO VERIFICA	0.06	NO VERIFICA	2.97	VERIFICA	VERIFICA	
25	26	25	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.017	NO VERIFICA	0.05	NO VERIFICA	1.57	VERIFICA	VERIFICA	
26	10	25	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.012	NO VERIFICA	0.03	NO VERIFICA	2.06	VERIFICA	VERIFICA	
27	25	15	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.005	NO VERIFICA	0.07	NO VERIFICA	3.19	VERIFICA	VERIFICA	
28	15	14	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.005	NO VERIFICA	0.07	NO VERIFICA	3.32	VERIFICA	VERIFICA	
29	14	10	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.004	NO VERIFICA	0.08	NO VERIFICA	3.48	VERIFICA	VERIFICA	
30	10	27	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.004	NO VERIFICA	0.08	NO VERIFICA	3.51	VERIFICA	VERIFICA	
31	28	23	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.016	NO VERIFICA	0.06	NO VERIFICA	1.62	VERIFICA	VERIFICA	
32	23	29	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.011	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	2.19	VERIFICA	VERIFICA	
33	29	26	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.009	NO VERIFICA	0.10	NO VERIFICA	2.14	VERIFICA	VERIFICA	
34	30	26	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.015	NO VERIFICA	0.04	NO VERIFICA	1.73	VERIFICA	VERIFICA	
35	26	27	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.007	VERIFICA	0.17	VERIFICA	2.33	VERIFICA	VERIFICA	
36	27	31	VERIFICA	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.003	NO VERIFICA	0.09	NO VERIFICA	3.73	VERIFICA	VERIFICA	
37	16	20	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.18	VERIFICA	3.81	VERIFICA	VERIFICA	
38	20	28	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.23	VERIFICA	3.73	VERIFICA	VERIFICA	
39	28	32	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.25	VERIFICA	3.71	VERIFICA	VERIFICA	
40	32	30	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.19	VERIFICA	3.87	VERIFICA	VERIFICA	
41	30	31	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.003	VERIFICA	0.49	VERIFICA	3.46	VERIFICA	VERIFICA	
42	31	12	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.11	VERIFICA	4.59	VERIFICA	VERIFICA	
43	12	05	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.11	VERIFICA	4.62	VERIFICA	VERIFICA	
44	05	33	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.33	VERIFICA	4.63	VERIFICA	VERIFICA	
45	33	34	VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.55	VERIFICA	4.50	VERIFICA	VERIFICA	
46	34	BRE	NO VERIFICA	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.002	VERIFICA	0.20	VERIFICA	4.20	VERIFICA	VERIFICA	



GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES
2024 - Año del 75° Aniversario de la gratuidad universitaria en la República Argentina

Hoja Adicional de Firmas
Pliego

Número:

Referencia: Memoria técnica red cloacal

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 26 pagina/s.