



BARRIO ARGENTINO, LA PLATA

“RED DE AGUA BARRIO ARGENTINO, MELCHOR ROMERO”

Memoria Técnica

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	2
2. OBJETIVO	4
3. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE RED DE AGUA POTABLE	4
3.1. RED DE DISTRIBUCIÓN	4
3.1.1. <i>Sistema de distribución.....</i>	<i>4</i>
3.1.2. <i>Componentes de la red</i>	<i>5</i>
Tuberías	5
Dispositivos complementarios	5
<i>Piezas especiales</i>	<i>5</i>
<i>Accesorios.....</i>	<i>5</i>
- <i>Válvulas de cierre:.....</i>	<i>5</i>
- <i>Cámaras de Desagüe:.....</i>	<i>6</i>
- <i>Hidrantes:.....</i>	<i>6</i>
- <i>Válvulas de Aire:.....</i>	<i>6</i>
3.1.3. <i>Tendido de cañerías adoptado.....</i>	<i>7</i>
3.2. PARÁMETROS DE DISEÑO	7
3.2.1. <i>Período de diseño</i>	<i>7</i>
3.2.2. <i>Población de diseño.....</i>	<i>8</i>
3.2.3. <i>Área de diseño.....</i>	<i>9</i>
3.2.4. <i>Densidad de población</i>	<i>9</i>
3.2.5. <i>Dotación de consumo</i>	<i>9</i>
3.2.6. <i>Coeficientes de caudal</i>	<i>9</i>
3.2.7. <i>Caudales característicos de diseño.....</i>	<i>11</i>
Determinación del caudal de diseño	12
3.3. CÁLCULO HIDRÁULICO Y MODELADO CON EPANET (v2.0)	14
3.3.1. <i>Componentes modelados</i>	<i>15</i>
Embalse	15
Nudos	15
Tuberías	17
3.3.2. <i>Resultados.....</i>	<i>20</i>
Parámetros hidráulicos verificados	20
Presión	20
Velocidad	20
Pérdidas de Energía.....	21
Resultados obtenidos a través de la modelación.....	21
4. CONCLUSIONES	23



1. INTRODUCCIÓN

El presente documento contiene la memoria técnica del proyecto de red de agua potable destinado al área de intervención correspondiente al barrio El Argentino, localidad de Melchor Romero, dentro del partido de La Plata.

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 ubicación geográfica se muestra en las siguientes figuras.

En la **Figura 1** y **Figura 2** se presentan imágenes satelitales de la ubicación del futuro barrio.

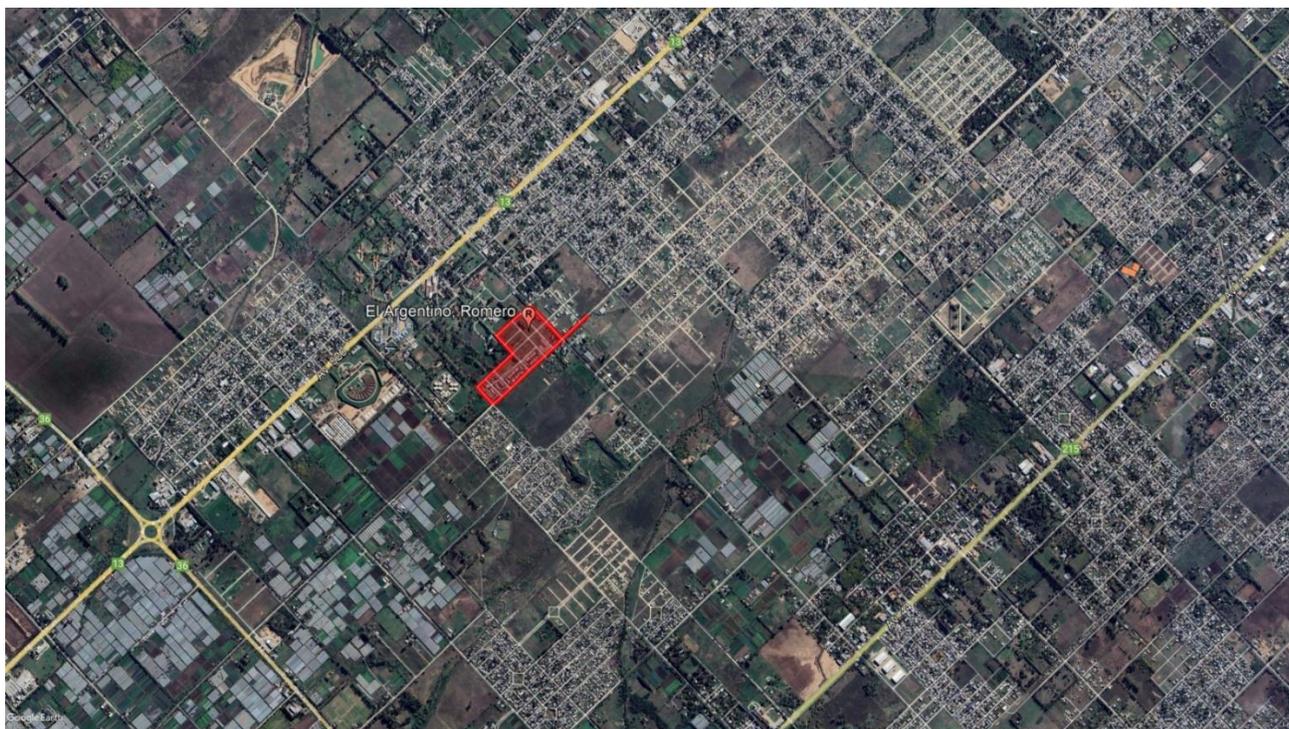


Figura 1: Ubicación Barrio El Argentino, Melchor Romero, La Plata.



Figura 2: Sector de Intervención, Barrio El Argentino

La fuente de provisión se abastecerá de aguas subterráneas a través de un pozo existente, utilizando bombas para la extracción del agua, ubicado en la intersección de las calles 173 y 525.

La red abastecerá de agua potable 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 el número de viviendas abastecidas a un total de 423.

El proyecto se encuentra conformado por una red de conductos, la cual se subdivide en una malla principal cerrada perimetral que bordea al sector en cuestión y en cañerías secundarias que se conectan a la perimetral en dos puntos opuestos, de forma de cerrar el circuito. Consiste en 3165 m de cañerías de Policloruro de vinilo (PVC) clase 6, de los cuales 1732 m corresponden a la malla principal de DN 110 mm y 1434 m a la cañería secundaria de DN 75 mm. Todas las cañerías acompañadas con sus respectivos elementos complementarios para su correcto funcionamiento: como piezas especiales y accesorios.

El dimensionado de los conductos se llevó a cabo a través de una modelación hidráulica por medio del software hidráulico de flujo a presión EPANET.



2. OBJETIVO

Las redes de distribución de agua tienen como finalidad conducir el agua desde el punto de ingreso a las mismas hasta los usuarios. Las mismas, están conformadas por un conjunto de cañerías de diversos diámetros y materiales, piezas especiales y accesorios, y se encuentran situadas preferentemente bajo veredas.

De esta manera, el objetivo del presente proyecto es dotar al barrio de la infraestructura necesaria para que los habitantes cuenten con el servicio de agua potable, mejorando así la calidad de vida, la salud pública y el medio ambiente

3. CÁLCULO Y DIMENSIONAMIENTO DE RED DE AGUA POTABLE

Como se mencionó anteriormente, el proyecto de agua potable del barrio El Argentino consiste en la construcción de una red de conductos que irán distribuyendo el agua desde la fuente de abastecimiento hacia los usuarios bajo un escurrimiento a presión.

3.1. Red de Distribución

3.1.1. Sistema de distribución

Para el sistema de distribución se optó por una malla cerrada por el hecho de que el agua circula por toda la red y, de esta forma, se evita que se presenten zonas muertas en las que se pueden generar crecimiento bacteriano y sedimentación. Este sistema de distribución también permite que, en el caso que se presente algún desperfecto, solo se deja sin servicio al tramo en cuestión. Una ventaja adicional de este sistema radica en que el suministro de agua a cada consumidor se traslada a través de al menos dos vías, lo que garantiza el abastecimiento de agua potable incluso si una de ellas se encuentra fuera de servicio.



3.1.2. Componentes de la red

Tuberías

El material de las conducciones proyectadas será de Policloruro de vinilo (PVC) clase 6.

Las juntas serán del tipo espiga y enchufe con aro de goma ya que no se admiten juntas pegadas.

En cuanto a los diámetros, se proyectó la malla perimetral con DN 110 mm y las cañerías secundarias con DN 75 mm.

Dispositivos complementarios

Todas las cañerías van acompañadas de sus respectivos elementos complementarios para su correcto funcionamiento, denominados accesorios y piezas especiales. Ambos son elementos que integran la red, y que, sin ser cañería, permiten conformar el sistema hidráulico. Los accesorios son las válvulas, hidrantes y motobombas. Por su parte, las piezas especiales corresponden a las reducciones, curvas, ramales y codos.

Piezas especiales

El material de las piezas especiales se designó de fundición dúctil, tal como indica la norma para cañerías de PVC. Aunque también permite que las piezas especiales sean de PVC de tipo inyectado de una sola pieza con juntas de goma ya que no se aceptan piezas armadas y encoladas.

Accesorios

Con respecto a los accesorios, a continuación, se detallan los que utilizaron para el correcto funcionamiento de la red:

- *Válvulas de cierre*: Tienen la funcionalidad de dividir la red en secciones, para poder aislar posibles fallas o trabajos complementarios, sin interrumpir el servicio en el resto de la población. Las mismas se utilizan en los extremos de cañerías



distribuidoras, en los extremos de tramos de cañerías maestras y en cañerías primarias cada aproximadamente 600 m.

Por lo tanto, cada cañería dispondrá de válvulas de corte en los nudos de empalme. Asimismo, se ubicaron válvulas adicionales para corte en sectores de la malla perimetral con el objeto de reducir la cantidad de habitantes que queden sin servicio por alguna interrupción debido a averías. La ubicación de las mismas se indica en el plano de planta.

- *Cámaras de Desagüe:* Permiten la descarga de los sedimentos acumulados en el sistema, su función principal es permitir vaciar la conducción ya sea por motivos de limpieza de la tubería o por mantenimiento preventivo o correctivo de la misma. Los desagües se instalan en cámaras en los puntos más bajos de la red mediante una derivación de la cañería con válvula esclusa. Por lo tanto, se ubicó una cámara de desagüe en el sector más bajo de la malla ya que según normativa, como mínimo debe haber una cámara de desagüe por cierre de malla. La ubicación de la misma se indica en el plano de planta.

- *Hidrantes:* Es un dispositivo cuyo objetivo es permitir la captación de agua para desagües de cañerías y para combatir incendios. También se los utiliza para obtener agua cuando se la requiere para trabajos en la vía pública.
Se los colocan en cámaras y la distancia máxima entre hidrantes es de aproximadamente 200 m ubicados a tresbolillo, por lo que se doto a la malla perimetral con nueve (9) de estos elementos cuya ubicación se indica en el plano de planta.

- *Válvulas de Aire:* Son dispositivos que se instalan en las tuberías principales de diámetro igual o superior a DN 100 mm sin conexiones domiciliarias se deben colocar válvulas de aire en los puntos altos de quiebre, así como en las tuberías de DN 300 mm o superior. Las mismas son del tipo denominado tres funciones:
 - Salida de aire a gran caudal durante el llenado.
 - Salida de aire a caudal reducido bajo presión.
 - Entrada de aire a gran caudal durante el vaciado.



Por lo tanto, se ubicó una válvula de aire en el sector más alto de la malla. La ubicación de la misma se indica en el plano de planta.

3.1.3. Tendido de cañerías adoptado

El trazado de la red se definió a partir de analizar el trazado urbano a los efectos de ubicar de las cañerías por las veredas, tal como lo recomiendan la normativa.

En función de estos lineamientos se planteó el trazado de la red y ubicación de los dispositivos complementarios como se pueden observar en el plano:

Plano N° 01 – “Planta Red Agua”

3.2. **Parámetros de Diseño**

Para el cálculo de la red que abastecerá de agua potable a la zona de proyecto se consideraron los siguientes parámetros de diseño:

- Período de diseño
- Población de diseño
- Área de Diseño
- Densidad de población
- Dotación de consumo
- Coeficientes de caudal
- Caudales de diseño

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 suministro de agua en calidad y cantidad, según las dotaciones adoptadas hasta el año 2044, final del período.

No necesariamente todas las partes del proyecto deben poseer el mismo período de diseño, ya que esto depende de diversos factores entre los cuales pueden mencionarse: prioridades y disponibilidad de financiamiento; tipo de obras, obra civil, líneas de



conducción, redes de distribución, equipos e instalaciones mecánicas y electromecánicas, equipos e instalaciones eléctricas, cisternas de almacenamiento y equipamiento auxiliar, todos estos con iguales o distintos períodos de diseño.

En la **Tabla 1** se observan los distintos períodos de diseño, que se deben adoptar según la normativa del ENOHSa, para los distintos componentes del sistema de agua potable.

Sector	Período de diseño años
Sistemas de Captación	20 (Superficiales) 10 (Pozos)
Líneas de Impulsión	15
Plantas de Potabilización	
Obras Civiles básicas	20
Obras Civiles del Módulo de tratamiento 1ª etapa	10
Instalaciones electromecánicas	10
Tanques y Cisternas de Almacenamiento	10
Redes de Distribución	15
Estaciones de Bombeo	
Obras Civiles	20
Instalaciones electromecánicas	10
Medidores Domiciliarios	5 a 8

Tabla 1: Períodos de diseño. Fuente: ENOHSa

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.

La estructura de la nueva urbanización contará con 314 viviendas contempladas tanto las de proyecto de ministerio de Hábitat como las preexistentes alcanzando un total de 1326 Habitantes. Asimismo, se consideró una futura expansión del área habitada de 4.37 Ha de extensión cuya densidad poblacional se estima que será del mismo potencial que la zona habitada en la actualidad (112.9 Hab/Ha) alcanzando una población total a abastecer al horizonte de diseño de 1819 Habitantes.



3.2.3. Área de diseño

El área de diseño se encuentra conformada por el área inmediata a servir (11.74 Ha) más el adicional considerado para la proyección poblacional (4.37 Ha). Este sector adicional se delimita por las calles 173 a 171 y 524 a 256.

El área de estudio conforma una superficie de 16.11 Ha.

3.2.4. Densidad de población

La densidad de poblacional es parámetro útil para el proyecto ya que a partir de mismo se determina la población abastecida de las áreas de influencia de cada nodo de abastecimiento de caudal dentro de la red.

La densidad poblacional del área de proyecto es de 112.9 Hab/Ha.

3.2.5. 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 una dotación de consumo de 300 Lt/hab.día.

3.2.6. 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.



- $\alpha_n = \alpha_{1n} \cdot \alpha_{2n} \rightarrow$ 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 2**.

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 2: 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 3: Coeficientes de caudal adoptados



3.2.7. Caudales característicos de diseño

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:

QC_n = 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:

QB_n = Caudal medio mínimo diario del año n. → Es el caudal medio del día de menor consumo de agua potable del año n.

QD_n = 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:

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

QE_n = Caudal máximo horario del año n. → Mayor caudal instantáneo del día de mayor consumo (QD_n) del año n.

En la **Tabla 4** 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 4: Nomenclatura Caudales de Diseño. Fuente: ENOHSa



El caudal Q_c se obtiene a partir de la dotación de consumo y de la población para los años 0, 10 y 20 del período de diseño.

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

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

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

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

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

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

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

En la **Tabla 5** se detallan los caudales característicos calculados para el presente proyecto:

Caudales Característicos

Q_c [Lt/s] =	4.60
Q_D [lt/s] =	6.44
Q_E [Lt/s] =	10.95
Q_B [lt/s] =	3.22
Q_A [lt/s] =	1.61
Q_L [Lt/s] =	5.48

Tabla 5: Caudales Característicos para cálculo de Red de Agua

Determinación del caudal de diseño

El caudal de diseño debe ser el que se corresponde con el consumo máximo horario, de la población de diseño (Q_{E20}), más el porcentaje de agua no contabilizada (%ANC).



Para determinarlo, se debe afectar 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 pasar del consumo medio diario al consumo máximo diario y α_2 que permite pasar del consumo máximo diario al consumo máximo horario.

En cuanto al agua no contabilizada, se adoptó un valor de 15% para considerar el agua que no es utilizada para consumo debido a las pérdidas y fugas en almacenamiento y distribución, usos en la producción, usos contra incendios, usos municipales, etc.

A partir del %ANC se determina un rendimiento de la red de $\eta = 0.85$

De esta manera, el caudal de diseño de la red será:

$$Q_{DISEÑO\ TOTAL} [Lt/s] = \frac{(\alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \text{Consumo medio diario})}{\eta} = \frac{Q_{E20}}{\eta}$$

$$Q_{DISEÑO\ TOTAL} = 12.89\ Lt/s$$



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

Parámetros de diseño			
Descripción	Sigla	Magnitud	Unidad
Población Servida	P	1 819	Hab
Área Servida	A	16.11	Ha
Dotación de agua potable	D	300	Lt/hab.día
Coefficiente pico diario	α_1	1.40	-
coeficiente pico horario	α_2	1.70	-
Coefficiente mínimo diario	β_1	0.70	-
Coefficiente mínimo horario	β_2	0.50	-
Rendimiento de la Red	η	0.85	-
Longitud total de cañerías	L_{Total}	3164	m
Caudal de Diseño	$Q_{DISEÑO}$	12.89	Lt/s
Tapada mínima	T_{min}	0.80	m
Coefficiente de Rugosidad	C	140	-
Velocidad mínima	V_{min}	0.30	m/s
Velocidad máxima	V_{max}	0.90	m/s
Pérdidas de Energía	ΔJ	1 - 10	m/Km
Presión mínima	pmin	12	m.c.a

Tabla 6: Parámetros de diseño adoptados para la red de agua potable del barrio El Argentino

3.3. Cálculo hidráulico y Modelado con EPANET (v2.0)

El cálculo de la red de distribución se realizó mediante el simulador hidráulico EPANET (v2.0), programa de computación para la modelización de redes de agua desarrollado por la Environmental Protection Agency de EE.UU. La metodología utilizada por el software calcula los caudales en las tuberías y alturas piezométricas en los nudos bajo la consideración de conservación de masa y energía. Las ecuaciones que se generan en el proceso son conocidas por su no linealidad, por lo cual se hace uso del método del gradiente para su solución. Por lo que, este software analiza, hidráulicamente, las redes de tubería y a partir de las características, tipologías y condiciones físicas de las mismas, y de la demanda solicitada en cada nudo o conexión, obtiene la presión en cada uno de los nudos y las velocidades en las tuberías. Adicionalmente, EPANET permite evaluar el flujo de agua en función del tiempo desde las fuentes hasta los nodos del sistema.



3.3.1. Componentes modelados

Los elementos que simula EPANET a través de su interfaz gráfica se clasifican en dos grupos: objetos físicos y no físicos.

Los componentes físicos hacen referencia a los diferentes elementos que posee una red hidráulica presurizada de acuerdo con la geometría utilizada y la complejidad del sistema. Las redes a presión, sin importar su tipo ni su geometría, requieren de elementos físicos que permitan su implementación, tales como tuberías, conexiones o nudos, válvulas, fuentes de abastecimiento, bombas y emisores.

Embalse

El suministro de fluido a la red se modeló a partir del componente físico llamado “Embalse” ya que su principal aplicación es la simulación de una fuente de suministro como puede ser la conexión a una red existente. Este componente se caracteriza por tener capacidad infinita para almacenar un fluido; así mismo, su cota piezométrica se mantiene constante a través del tiempo de simulación, permitiendo tener una energía constante en todo el período de análisis. Se modeló con una altura total de 35.62 m, la cual corresponde a la altura, cota o nivel piezométrico que tiene el embalse.

Nudos

La demanda de caudal en distintos puntos de la red se modeló a partir de elementos físicos llamados “Nudos”. Estos son utilizados como punto hidráulico de extracción o inyección de agua en la red y para unir las tuberías.

La determinación de la demanda de los nudos se realizó estableciendo áreas de influencia (A_i) para cada uno. Y a partir de estas se designaron los caudales multiplicando el área de influencia de cada nodo por la densidad poblacional, por la dotación y por el coeficiente de pico, teniendo en cuenta el rendimiento de la red.

$$Q_{\text{Nodo}} = \frac{A_i \times \text{Densidad poblacional} \times \text{Dotación} \times \text{coeficiente de pico}}{\eta}$$



Las áreas asignadas a cada nudo se indican en la **Figura 3** y los caudales que corresponden a cada nudo se indican en la **Tabla 7**.

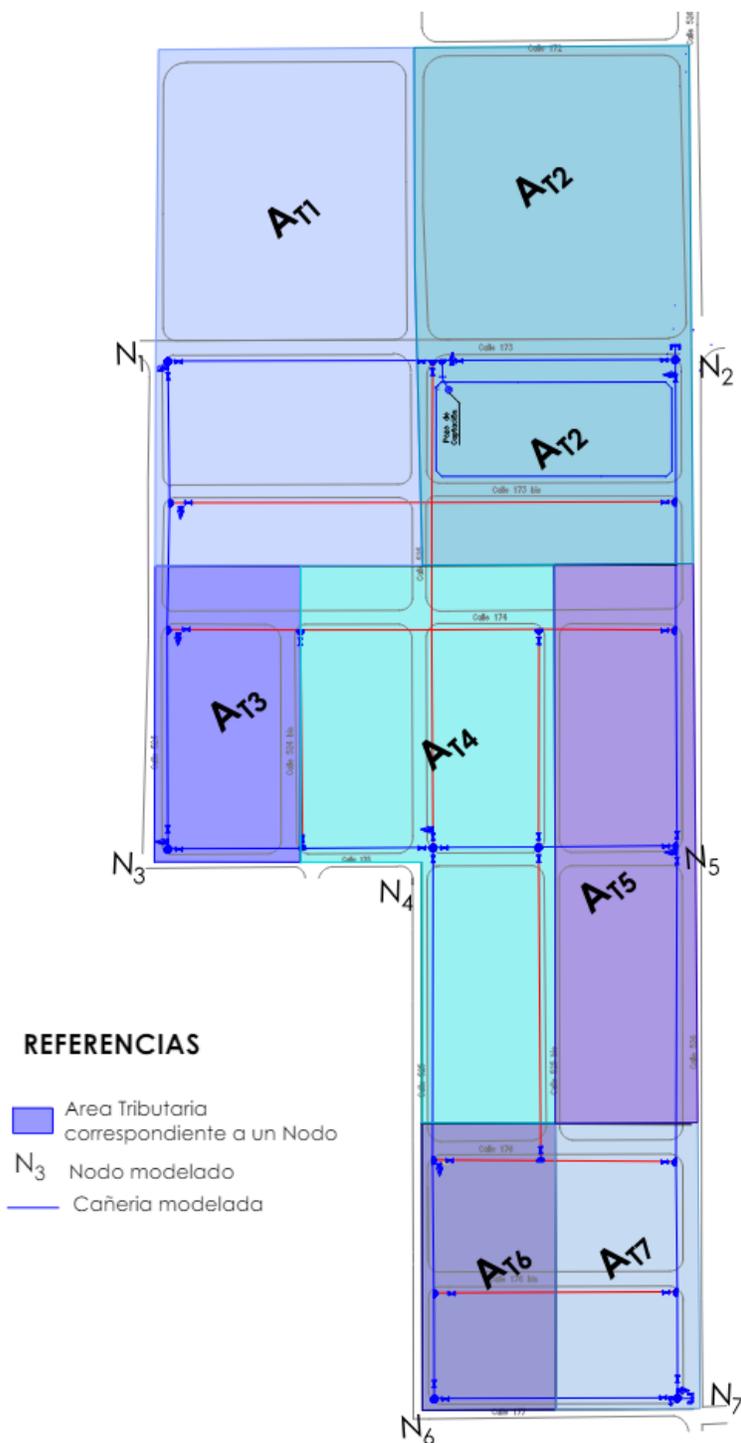


Figura 3: Áreas de Influencia de cada nodo



Caudales de Demanda por Nodos							
Nodos	Área	Población Abastecida	Demanda Nodo Caudal	Caudal Adoptado Modelo	Cota TN	Cota Nodo	Tapada
	[m ²]	[Hab]	[lt/s]	[lt/s]	[m IGN]	[m IGN]	[m]
NP					19.609	18.81	0.80
N1	36875.70	416	4.05	4.05	20.794	19.99	0.80
N2	38912.92	439	4.27	-	19.025	18.23	0.80
N3	11828.37	134	1.30	-	21.352	19.23	2.12
N4	30192.10	341	3.32	-	19.824	18.82	1.01
N5	21528.06	243	2.36	4.27	20.684	19.88	0.80
N6	10479.08	118	1.15	5.76	21.065	20.27	0.80
N7	11240.19	127	1.23	3.60	22.739	21.94	0.80
<hr/>							
	Área Total	Pobl. Total	Q _{diseño}	Q _{Adop.}			
	[m ²]	[Hab]	[lt/seg]	[lt/seg]			
	161 056.42	1 819.0	17.68	17.68			

Tabla 7: Caudales por Nodos – Red de agua Barrio El Argentio

Tuberías

Las tuberías de la red se modelaron con los elementos físicos llamados de la misma forma. Estos son elementos que permiten el transporte de agua en una red dada. Para el caso de EPANET, las tuberías se encuentran siempre a presión y la dirección del flujo obedece al principio del gradiente hidráulico; por lo tanto, el agua se mueve de un punto de mayor a menor energía. EPANET calcula las pérdidas de energía dentro de las tuberías a través de tres metodologías (Darcy-Weisbach; Hazen-Williams; Chezy-Manning), para lograr simular el comportamiento hidráulico en distintos tipos de tuberías (concreto, acero, PVC, etc.).

En este caso, para el cálculo de la pérdida de carga se adoptó la fórmula de Hazen – Williams ya que se utiliza solamente para el modelado de agua con un coeficiente que de rugosidad de $C = 140$, correspondiente al material seleccionado para el diseño (PVC). Dicha fórmula es:

$$H = \frac{L}{(0.279 * C)^{1.85}} * \frac{Q^{1.85}}{D^{4.87}}$$



Donde H es la pérdida de carga, L la longitud de la tubería, C el coeficiente de Hazen-Williams, Q el caudal en m³/s y D el diámetro interno de la tubería.

En la **Tabla 8** se detallan las tuberías modeladas.

Tuberías - Red Primaria						
ID	Longitud	Pend. TN "‰"	Diámetro	Coef. Rugosidad "C"	Pend. Calculada "‰"	Pend "‰"
	[m]	[m/m]	[mm]		[m/m]	[%]
T _p	13.73	-0.086	110	140	-0.003	-3.00
T _{1P}	138.51	0.013	110	140	-0.009	-8.56
T _{2P}	126.93	0.005	110	140	0.005	
T ₂	254.59	-0.007	110	140	-0.007	-6.52
T ₃	253.27	0.002	110	140	0.003	3.00
T ₄	138.76	0.011	110	140	0.003	3.00
T ₅	127.54	-0.007	110	140	-0.008	-8.36
T ₆	261.62	-0.005	110	140	-0.006	-5.53
T ₇	289.11	-0.007	110	140	0.007	7.11
T ₈	127.24	-0.013	110	140	-0.013	-13.16
Long. Total [m] = 1731.30						

Tabla 8: Tuberías proyectadas– Red de agua Barrio El Argentino

La red modelada con sus respectivos componentes se presenta en la **Figura 4**.

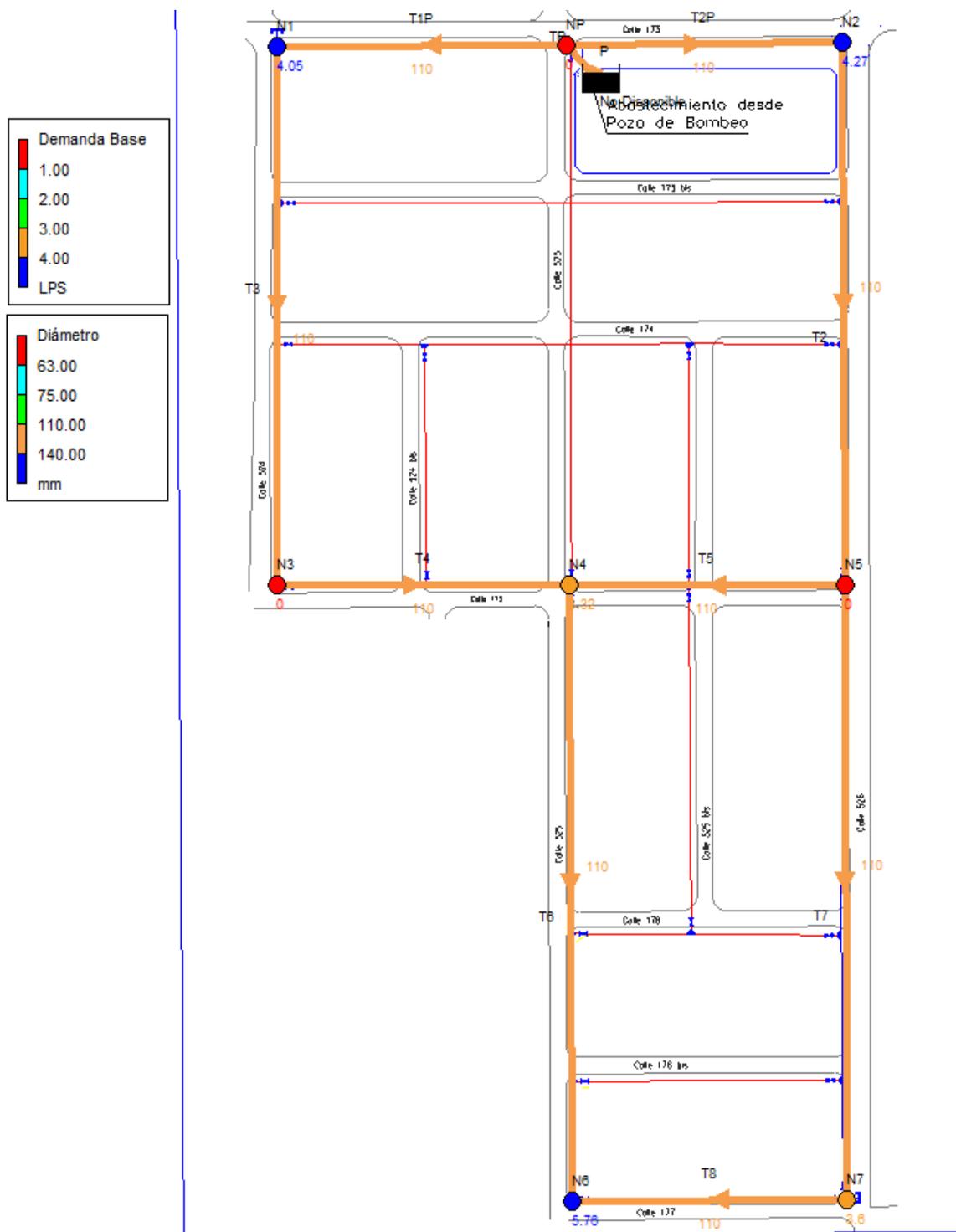


Figura 4: Modelo Red de Agua Barrio El Argentino



3.3.2. Resultados

Parámetros hidráulicos verificados

Presión

Las presiones, en las tuberías, deben ser tales que no excedan la presión de trabajo de acuerdo al tipo y clase de cañería utilizada.

La presión dinámica no debe ser inferior a 12 metros de columna de agua (m.c.a), medida sobre nivel de vereda en los puntos más desfavorables de la red (los más alejados del tanque o los más altos). Mientras que la presión máxima estática de servicio es 50 m.c.a. Sin embargo, se recomienda que las presiones en los nodos sean del orden de 12 a 35 m.c.a. Se verificó que las presiones en todos los nodos se encuentren dentro del rango reglamentario, las mismas se detallan en la **Tabla 10** y en la **Figura 5**.

Velocidad

Según la normativa, las velocidades admisibles en las tuberías, para los diferentes diámetros, son las siguientes:

DN [mm]	Velocidad [m/s]
≤ 200	0.3 - 0.9
250 - 500	0.6 - 1.3
> 600	0.8 - 2.0

Tabla 9: Velocidades admisibles para cada diámetro de cañería

Los valores de velocidad del flujo arrojadas por la modelación se detallan en la **Tabla 10** y en la **Figura 5**.

En las tablas y figuras obtenidas del modelo hidráulico se puede observar que las velocidades en las tuberías T5 y T8 no se encuentran dentro del rango admisible. Esto se justifica técnicamente ya que se prevé, en un futuro, la ampliación de la red, lo cual implicaría un aumento de demanda, y en consecuencia un aumento en la velocidad del flujo.



Pérdidas de Energía

Las pérdidas unitarias de energía deben estar comprendidas entre 1 – 10m/km. Las pérdidas de carga para cada tubería se encuentran en la **Tabla 11** y en la **Figura 6**.

Resultados obtenidos a través de la modelación

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a través de la modelación:

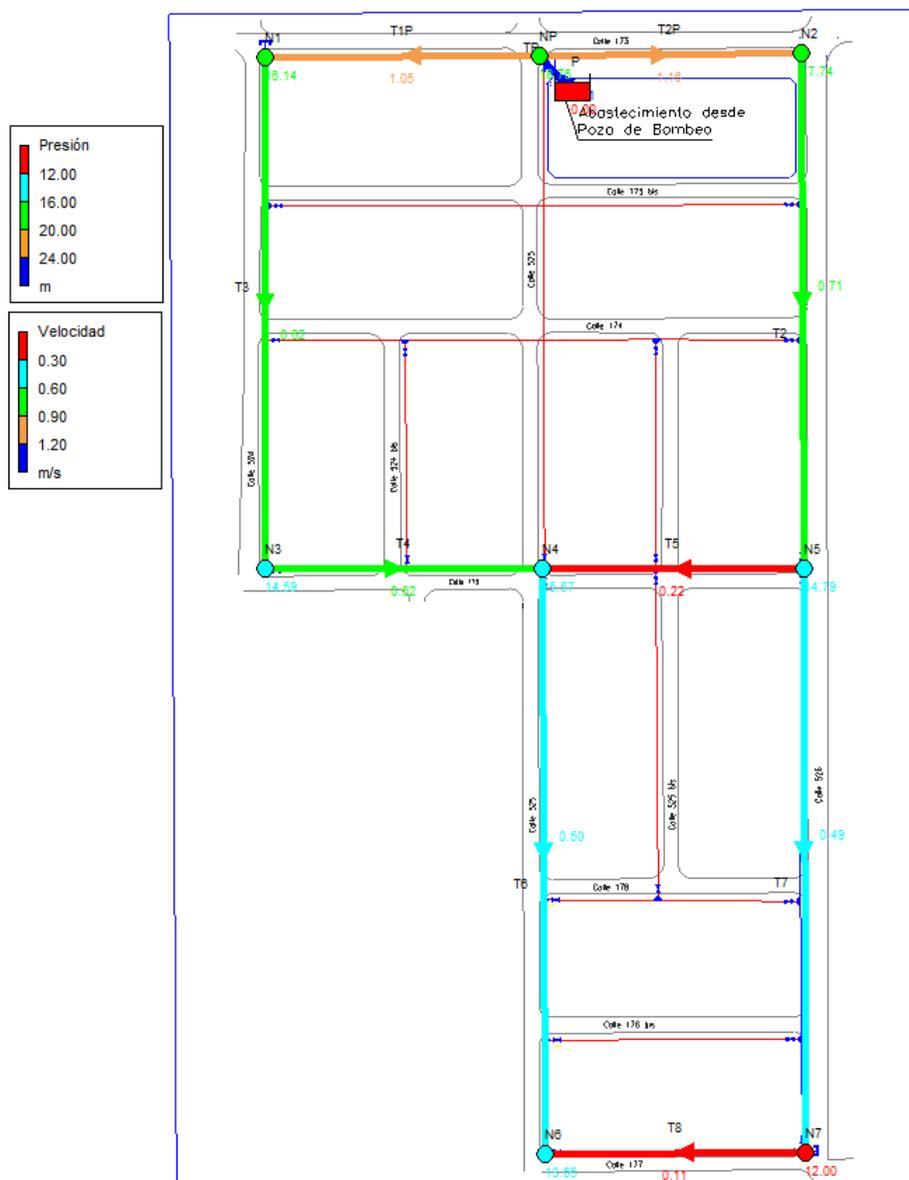


Figura 5: Resultados de la modelación. Presión en nodos y velocidad en cañerías – Red de Agua Barrio El Argentino

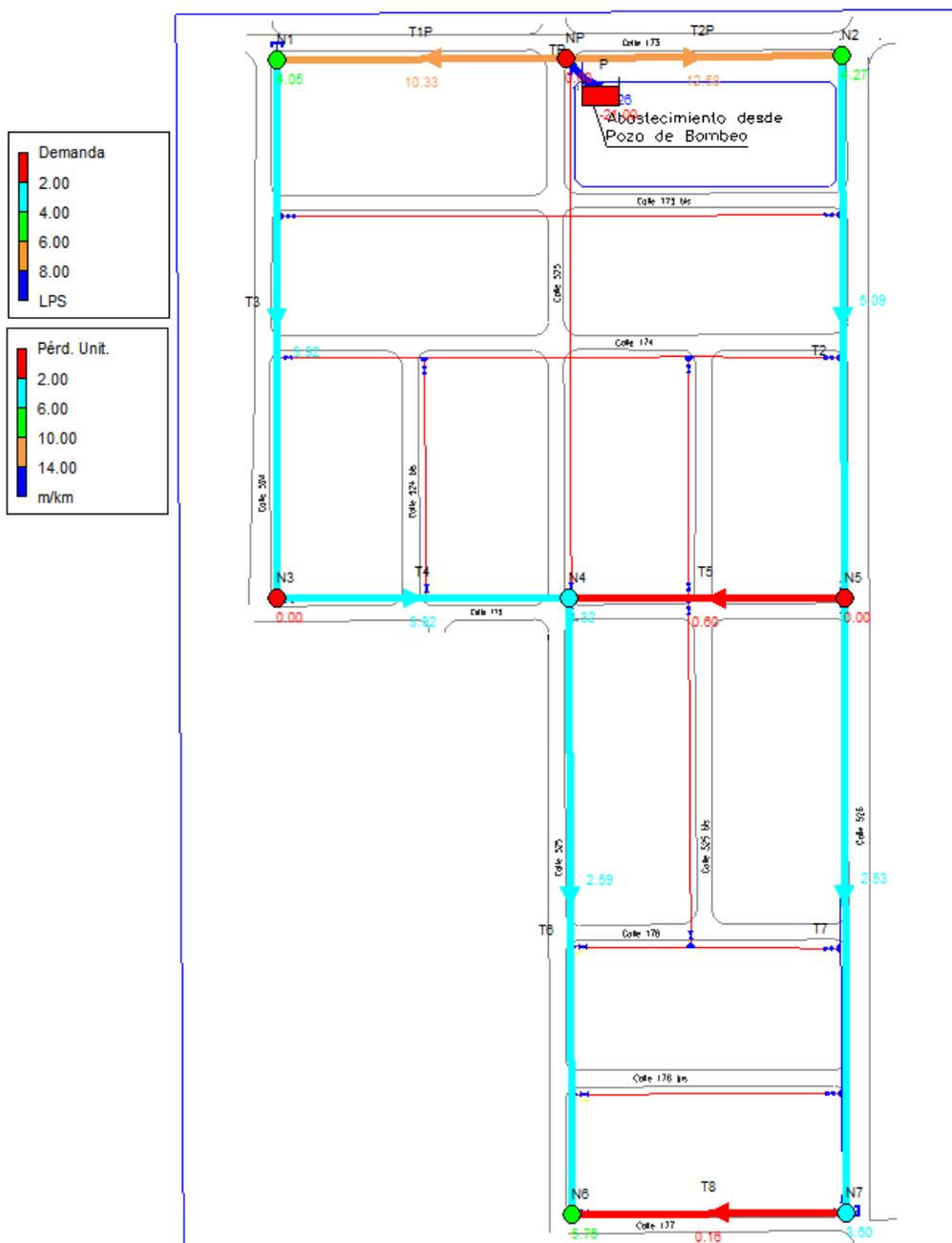


Figura 6: Resultados de la modelación. Demanda en nodos y pérdidas unitarias de energía en cañerías - Red de Agua Barrio El Argentino



Resultados de la modelación - Nodos

ID	Cota [m]	Demanda Base [Lt/s]	Presión [m.c.a]
N ₁	20.79	4.05	16.14
N ₂	19.03	4.27	17.74
N ₃	21.35	1.30	14.59
N ₄	19.82	3.32	15.57
N ₅	20.68	2.36	14.79
N ₆	21.07	1.15	13.65
N ₇	22.74	1.23	12.00

Tabla 10: Resultados Hidráulicos en Nodos - Red de Agua Barrio El Argentino

Resultados de la modelación - Tuberías

ID	Diámetro [mm]	Caudal [Lt/s]	Velocidad [m/s]	Pérdidas Unitarias [Km/m]
T _{1P}	110	9.94	1.05	10.33
T _{2P}	110	11.06	1.16	12.58
T ₂	110	6.79	0.71	5.09
T ₃	110	5.89	0.62	3.92
T ₄	110	5.89	0.62	3.92
T ₅	110	2.13	0.22	0.60
T ₆	110	4.71	0.50	2.59
T ₇	110	4.65	0.49	2.53
T ₈	110	1.05	0.11	0.16

Tabla 11: Resultados Hidráulicos en Tuberías - Red de Agua Barrio El Argentino

4. CONCLUSIONES

Para satisfacer la demanda y mantener una presión mínima de 12 m.c.a en el punto más crítico de la red, designado como nodo N7, se requiere una demanda y presión de agua en el nodo de conexión, identificado como nodo N_P, de **21 Lt/s** y **18.75 m.c.a**, respectivamente.



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 de agua

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 23 pagina/s.