



**ESTUDIO PITTAMIGLIO**  
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL

# **POZO DE BOMBEO Y FOSA SÉPTICA LICEO CURTINA**

PAEMFE

## **MEMORIA JUSTIFICATIVA**

REVISIÓN 00

MARZO 2022

**Bvar. Artigas 1030 / CP. 11300**  
**Montevideo, Uruguay.**  
estudio@pittamiglio.com.uy  
Tel. (+598) 2705 5200

[www.pittamiglio.com.uy](http://www.pittamiglio.com.uy)



## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CRITERIOS DE DISEÑO.....</b>	<b>4</b>
2.1. Cálculo de caudal máximo de llegada al pozo de bombeo mediante simultaneidad de caudales.....	4
2.2. Caudal de bombeo .....	5
2.3. Pozo de Bombeo.....	5
2.4. Diámetro tubería de impulsión .....	5
2.5. Válvulas de aire en tubería de impulsión.....	6
2.6. Llaves de paso en tubería de impulsión .....	6
2.7. Puntos de desagüe en tubería de impulsión .....	6
2.8. Protección y tapada mínima.....	6
2.9. Diámetro de tubería por gravedad .....	7
<b>3. CÁLCULOS POZO DE BOMBEO.....</b>	<b>7</b>
<b>4. CÁLCULOS TUBERÍA DE IMPULSIÓN .....</b>	<b>7</b>
4.1. Pérdidas de carga .....	7
4.2. Resultados .....	9
4.3. Elección de la bomba .....	9
<b>5. VERIFICACIÓN DE GOLPE DE ARIETE.....</b>	<b>10</b>
5.1. Datos considerados.....	10
<b>6. DETERMINACIÓN VOLUMEN FOSA SÉPTICA .....</b>	<b>13</b>
<b>7. MATERIALES A UTILIZAR.....</b>	<b>14</b>

## 1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Programa de Apoyo a la Educación Media y a la Formación en Educación (PAEMFE) se encuentra en construcción un liceo en el padrón 137 de la localidad de Curtina, Departamento de Tacuarembó. Dicho padrón no cuenta con red de saneamiento frentista, por lo tanto se proyecta un bombeo hacia la red existente, hasta un punto de conexión en la intersección de las calles 21 y 7. La red existente pertenece a las viviendas de MEVIR.

La presente memoria tiene por objetivo describir los principales criterios de diseño utilizados en el proyecto.



Figura 1-1 Ubicación del predio y la cámara de conexión.

En la Figura 1-1 se muestra el esquema del trazado de la tubería de impulsión en rojo punteado. La misma será implantada en faja pública por vereda.

## 2. CRITERIOS DE DISEÑO

### 2.1. Cálculo de caudal máximo de llegada al pozo de bombeo mediante simultaneidad de caudales

Este método considera una probabilidad de simultaneidad de uso para los distintos artefactos. A cada artefacto se le atribuye un caudal según se expresa en el siguiente cuadro:

Artefacto	Q (l/s)
Lavabo del baño	0,13
Bidet	0,10
Cisterna *	0,13
Ducha	0,10
Grifo de servicio	0,20
Pileta de cocina	0,25
Lavarropa	0,35
Lavavajilla	0,16

Tabla 2-1 Valores de caudales por artefacto.

\*Si bien el caudal de descarga de una cisterna equivale a 1,5 L/s, se entiende que este caudal puntual, que corresponde a 10 litros de volumen, se lamina en su recorrido hasta el pozo, y no impacta en el caudal de bombeo que debe tener éste, siendo más crítico el caudal de consumo simultáneo de agua potable, que se entiende llega de forma continua al pozo, afectando así al volumen de éste.

Luego, el cálculo de caudal total se realiza según la siguiente fórmula:

$$Q = P \cdot \sum Q_i$$

Siendo,

Q: Caudal total (L/s)

P: Probabilidad conjunta

$Q_i$ : Caudal asignado al artefacto i (l/s)

En este caso se optó por atribuir una probabilidad de uso conjunta igual a uno para ciertos artefactos según se indica en la

Artefacto	Cantidad
Lavabo de baño	14
Cisterna	6
Ducha	1
Pileta de cocina	5
Caudal total (L/s)	3,95

**Tabla 2-2 Cantidad de artefactos y caudal máximo**

El caudal máximo de consumo del edificio será de **3,96 L/s**.

## **2.2. Caudal de bombeo**

El caudal de diseño está determinado por el caudal máximo de bombeo de agua potable en el predio, calculado mediante simultaneidad de caudales, lo cual se entiende está del lado de la seguridad, llegando a un valor de 3,96 l/s.

## **2.3. Pozo de Bombeo**

Se diseña un pozo de bombeo húmedo, con bombas sumergibles, aptas para trabajar con líquidos residuales asimilables a domésticos.

Se instalarán dos bombas que operarán en régimen de una operativa y otra de respaldo.

A la salida de cada bomba se instalará una válvula de retención con el objeto de evitar el retorno del líquido al parar las bombas, y de proteger el rotor de la bomba frente a paradas bruscas del bombeo.

El volumen del pozo de bombeo se calcula a partir del caudal de diseño y del tiempo de ciclo de las bombas. Este último deberá ser mayor o igual a 10 minutos.

## **2.4. Diámetro tubería de impulsión**

Se deben cumplir todos los criterios que se mencionan a continuación:

- Diámetro mínimo:

Por tratarse de una tubería de impulsión de aguas residuales, el diámetro para evitar la obstrucción de la misma debe ser mayor a 75 mm.

- Velocidad mínima:

Para evitar la sedimentación de sólidos dentro de la tubería se debe asegurar una velocidad de flujo mínima de 0,8 m/s.

- Velocidad máxima:

La velocidad máxima adecuada está relacionada directamente con la pérdida de carga en la tubería y las propiedades estructurales de la misma, por lo cual, se adoptan los siguientes criterios:

- Para el manifold  $V_{\text{máx}} = 3,0 \text{ m/s}$
- Para el resto de la tubería  $V_{\text{máx}} = 1,5 \text{ m/s}$

- Pendiente mínima:

En los tramos ascendentes la pendiente mínima es de 0,3 %, mientras que en los tramos descendentes la pendiente mínima es de 0,6 %. Esto es para evitar que se formen bolsones de aire en las tuberías.

De esta forma, cumpliendo con todos los criterios antes mencionados, se definen los siguientes diámetros para la tubería:

- **Manifold → PEAD 75 mm (PE 10)**
- **Resto de tubería de impulsión → PEAD 75 mm (PE 10)**

## **2.5. Válvulas de aire en tubería de impulsión**

Las válvulas de aire cumplen las siguientes funciones:

- Evacuar aire acumulado en puntos altos de la tubería
- Permitir entrada y salida de aire durante transitorios hidráulicos

En estas condiciones se prevé la colocación de válvulas de aire **en todos los puntos de cota máxima relativa de la tubería.**

## **2.6. Llaves de paso en tubería de impulsión**

Se instalarán 4 llaves de paso en el manifold con el fin de permitir la extracción de cada bomba o válvula de retención sin alterar el funcionamiento de la instalación.

## **2.7. Puntos de desagüe en tubería de impulsión**

Se proyectan válvulas de desagüe en cada punto bajo relativo de la tubería con el fin de poderla vaciar.

## **2.8. Protección y tapada mínima**

Se considera una tapada mínima de 1,0 m.



## 2.9. Diámetro de tubería por gravedad

Para establecer el diámetro de la tubería por gravedad se deben cumplir todos los criterios que se mencionan a continuación:

- Diámetro mínimo:

Por tratarse de una tubería por gravedad de aguas residuales, el diámetro para evitar la obstrucción de la misma **debe ser mayor a 200 mm**.

- Pendiente mínima:

La pendiente mínima admisible será del 0,5%, a excepción de los tramos iniciales, en los que será 0,8%.

- Pendiente máxima:

La pendiente máxima admisible será la correspondiente a una velocidad de 5 m/s.

## 3. CÁLCULOS POZO DE BOMBEO

El volumen del pozo de bombeo se determina mediante la siguiente relación:

$$V_{mín} = \frac{Q_d \cdot T_c}{4}$$

Siendo:

$V_{mín}$  = Volumen mínimo útil del pozo

$Q_d$  = Caudal de diseño ( $m^3/s$ )

$T_c$  = Tiempo de ciclo de las bombas (10 min)

Con estos resultados se obtiene un volumen útil mínimo de 652 L.

Se diseña el pozo de bombeo con un volumen útil de 1.257 L.

## 4. CÁLCULOS TUBERÍA DE IMPULSIÓN

### 4.1. Pérdidas de carga

La pérdida de carga distribuida en la tubería se calcula mediante la formulación de Hazen – Williams:

$$J = 10,64 \times \left(\frac{Q}{C}\right)^{1,85} \times D^{-4,87}$$

$$\Delta H_{dist} = J \times L$$

Siendo

$J$ : Pérdida de carga por unidad de longitud (m/m)

$Q$ : Caudal ( $m^3/s$ )

$C$ : Coeficiente de Hazen Williams (se adopta 120)

$D$ : Diámetro interno de la tubería (m)

$\Delta H_{dist}$ : Pérdida de carga distribuida en la tubería (m)

$L$ : Longitud de la tubería (m)

Las pérdidas localizadas se calculan como la suma de los coeficientes asociados a cada pieza (válvulas, llaves de paso, codos, etc.) por la velocidad al cuadrado como se muestra a continuación.

$$\Delta H_{local} = \frac{k v^2}{2 \cdot g}$$

Siendo:

$\Delta H_{local}$ : Pérdida de carga localizada (m)

$k$ : Coeficiente de pérdida localizada

$v$ : Velocidad (m/s)

$g$ : Aceleración de la gravedad ( $m/s^2$ )

En la siguiente tabla se presentan los valores de los coeficientes considerados:

Codo 90	Codo 45°	Tee Directa	Tee lateral	Tee bilateral	Llave de paso	Válvula de ret.
0,9	0,75	0,6	1,3	1,8	0,2	2,5

**Tabla 4-1 Valores de coeficientes de pérdida de carga localizadas utilizados**

La pérdida de carga total en la tubería es la suma de la pérdida de carga distribuida y la pérdida de carga localizada.



$$\Delta H = \Delta H_{dist} + \Delta H_{local}$$

A partir de esta metodología se calcula la curva del sistema.

## 4.2. Resultados

Las pérdidas de carga del sistema se calcularon según Tabla 4-2.

La diferencia de altura geométrica es de 2,8 m en este caso, resultado de la cota de zameado de llegada menos la cota de apagado de la bomba.

Sumando las pérdidas de carga distribuidas y localizadas se obtiene una carga necesaria de 15,4 m.

Tramo	Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)	Longitud tramo (m)	Pérdida de carga (m)
		Material	DN (in)	Dint, (mm)			
Manifold	4,35	pe10	2 1/2	66,2	1,26	4,33	0,72
Impulsión	4,35	pe10	2 1/2	66,2	1,26	322,00	11,81
<b>ΔH distribuida y localizada</b>		12,53					
<b>ΔH geométrico</b>		2,79					
<b>Presión necesaria</b>		15,32					

Tabla 4-2 Perdidas de carga en tubería de impulsión

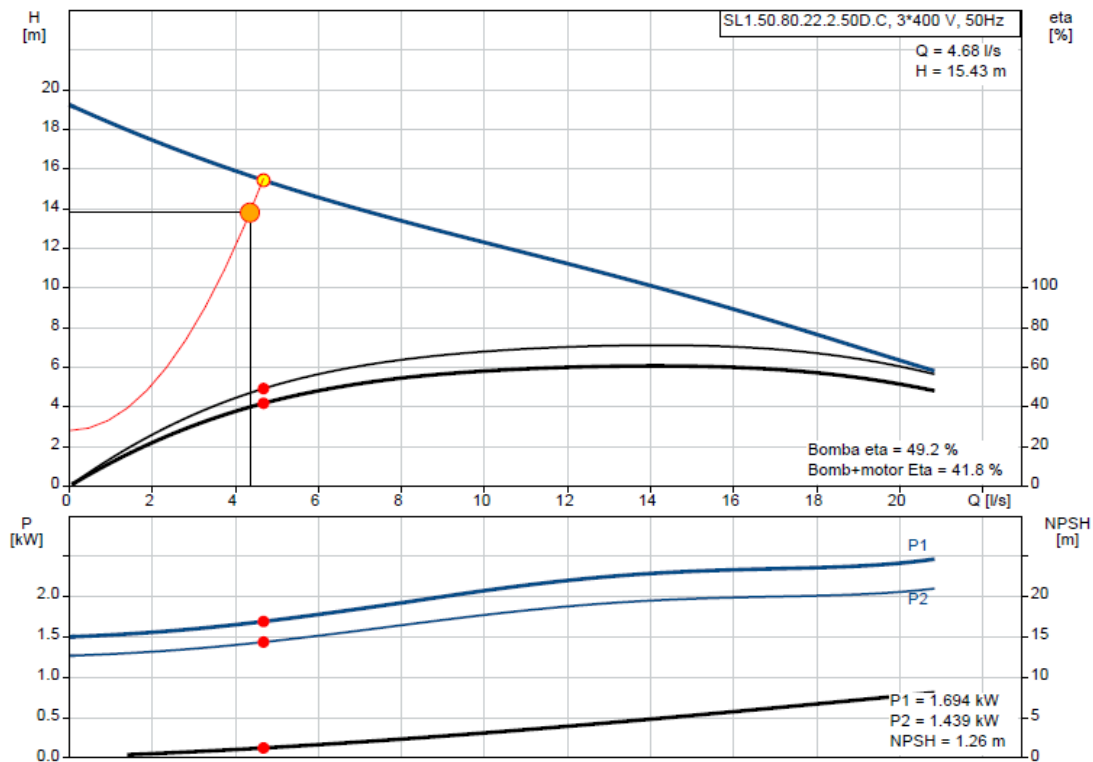
Características de la bomba:

- Q=4, 35 L/s
- H= 15,32 L/s

## 4.3. Elección de la bomba

Se recomienda la instalación de dos bombas tipo GRUNDFOS SE1.80.80.75.4.51D.B, Flygt NP 3153 HT 3~455 o similar.

En la siguiente imagen se presentan las curvas de la bomba sugerida. El punto de funcionamiento de la misma es con un caudal de 4,68 l/s, elevando una carga de 15,43 m.



## 5. VERIFICACIÓN DE GOLPE DE ARIETE

Se realiza el estudio del golpe de ariete para verificar el funcionamiento de la tubería y determinar así la necesidad o no de equipos de protección contra los aspectos adversos del golpe de ariete.

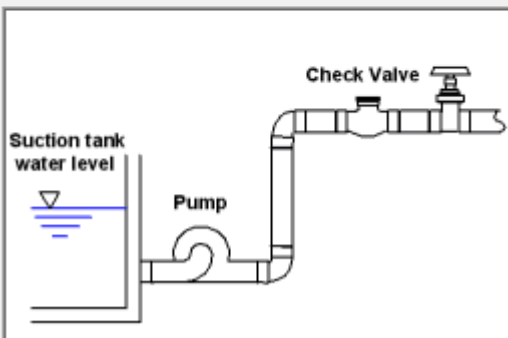
Éste se analiza mediante el software HI-trans 4.0.2 y se verifican tanto las sobrepresiones como subpresiones en la tubería.

### 5.1. Datos considerados


Para la simulación se consideran los siguientes datos:

Propiedades particulares del proyecto	
Coordenada de inicio del perfil	0
Densidad media (kg/m <sup>3</sup> )	1000
Presión de vapor (Pa)	2337
Presión atmosférica (Pa)	101230
Aceleración de la gravedad (m/s <sup>2</sup> )	9,80

Figura 5-1 Propiedades del proyecto

<b>User's identification</b> Id: <input style="width: 50px;" type="text"/> Name: <input style="width: 100px;" type="text"/> Desc: <input style="width: 150px;" type="text"/>		<b>Physical properties</b> Pipeline absolute level (m) <input style="width: 80px;" type="text" value="122,93"/> Discharge (m3/s) <input style="width: 80px;" type="text" value="0,014"/> Head (m) <input style="width: 80px;" type="text" value="10"/> R.P.M. <input style="width: 80px;" type="text" value="2900"/> Efficiency (%) <input style="width: 80px;" type="text" value="70"/> Inertia (Kg*m2) <input style="width: 80px;" type="text" value="0,0958"/> <input type="button" value="Help"/>	
<b>Model coordinates</b> X: <input style="width: 80px;" type="text" value="-52,17709"/> Y: <input style="width: 80px;" type="text" value="-10,76979"/>		<b>More info</b> Profile position=,00 <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Check Valve Head Loss Coefficient (DH=Kq*Q^2) <input style="width: 80px;" type="text" value="37938,77"/> Suction tank water level (m) <input style="width: 80px;" type="text" value="121,87"/> Time when Pump is Shutdown (s) <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	
		<input type="button" value="Apply&amp;Close"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

**Figura 5-2 Parámetros considerados para la bomba**

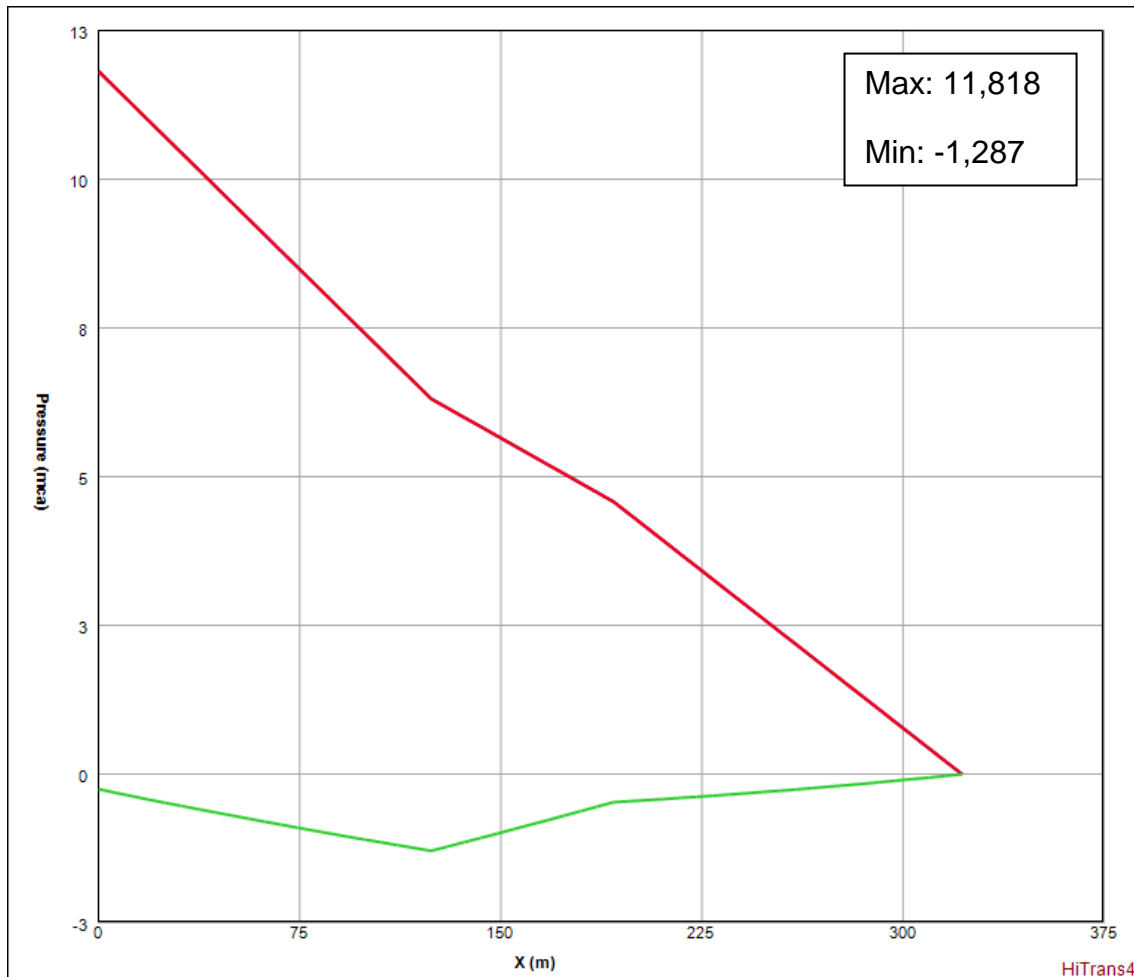
<b>User's identification</b> Id: <input style="width: 50px;" type="text"/> Name: <input style="width: 100px;" type="text"/> Desc: <input style="width: 150px;" type="text"/>		<b>Physical properties</b> Pipeline absolute level (m) <input style="width: 80px;" type="text" value="124,55"/>	
<b>Model coordinates</b> X: <input style="width: 80px;" type="text" value="-12,48959"/> Y: <input style="width: 80px;" type="text" value="-26,90938"/> ° <input style="width: 40px;" type="text" value="0"/>		<b>More info</b> Profile position=124,00 <input style="width: 40px;" type="text"/>	
		<input checked="" type="checkbox"/> Valve device enabled Incoming air flow (l/s) for -0.3 bars of internal manometric pressure <input style="width: 80px;" type="text" value="34"/> Outgoing air flow (l/s) for 0.3 bars of internal manometric pressure <input style="width: 80px;" type="text" value="1,4"/> <input checked="" type="radio"/> No Anti-slam <input type="radio"/> Ideal Anti-slam <input type="radio"/> Model Anti-slam device Anti-Slam air flow (l/s) for 0.3 bars of internal manometric pressure <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/> Volume (m3) of air that produces anti-slam activation <input style="width: 80px;" type="text" value="0"/>	
		<input type="button" value="Apply&amp;Close"/> <input type="button" value="Cancel"/>	

**Figura 5-3 Parámetros considerados para válvulas de aire**

## **Resultados**

Se realiza el modelo sin considerar válvulas de aire para determinar la necesidad o no de elementos de protección anti-ariete. De esta forma se llega al resultado de la Figura 5-4+, quedando claro que no hay necesidad de elementos de protección anti-ariete.

El perfil de presiones muestra un valor de presión mínima de -1,29 m.c.a y máxima 11,82 m.c.a por lo tanto no es necesario proteger contra el golpe de ariete ya que no se tendrían esfuerzos superiores a los que puede soportar la tubería.



**Figura 5-4 Perfil de presiones de la tubería sin protección anti-ariete**

En el perfil de la impulsión se prevé la colocación de una válvula de aire trifuncional de 2" con dispositivo anti-slam. En la siguiente imagen se puede observar las presiones en el perfil de la impulsión al considerar el efecto de la válvula de aire.

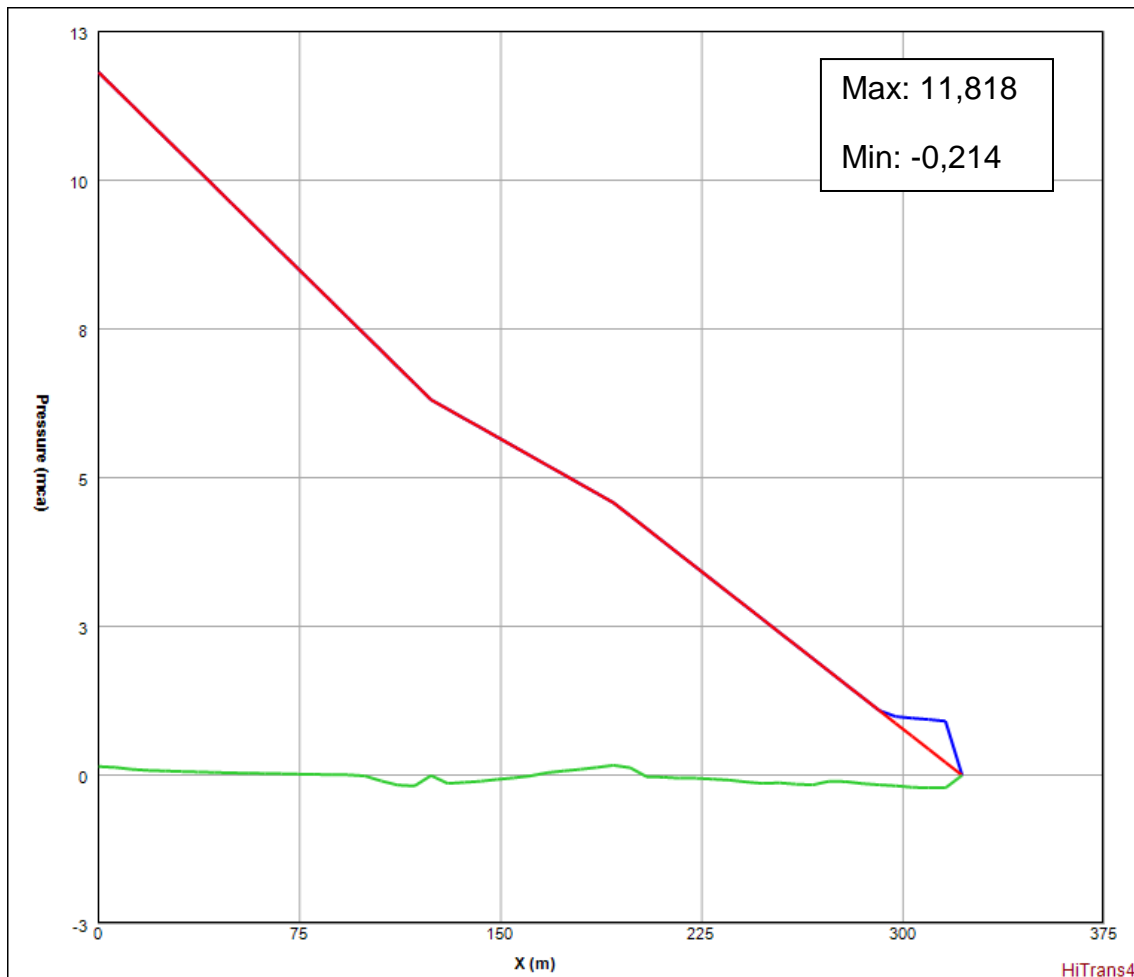


Figura 5-5 Perfil de presiones de la tubería con una válvula de aire

## 6. DETERMINACIÓN VOLUMEN FOSA SÉPTICA

La fosa séptica no tiene funciones de tratamiento, sino que su función es la retención de flotantes o sólidos que puedan atascar la bomba o tubería de impulsión.

Considerando el consumo diario esperado es de  $6,89 \text{ m}^3/\text{día}$  y los turnos de 6 hs, se asume un tiempo de retención hidráulico mínimo de 2 horas en la fosa séptica, con lo que se llega a un volumen útil mínimo de  $2,30 \text{ m}^3$ .

Se diseña la fosa séptica con  $3,12 \text{ m}^3$  útiles.

## 7. MATERIALES A UTILIZAR

La tubería de impulsión será construida siguiendo la memoria “Especificaciones generales para la instalación de tuberías de conducción de líquidos a presión”, la “Memoria descriptiva general para obras de alcantarillado” y la memoria de “Especificaciones generales para obras civiles”; todas elaboradas por O.S.E.

El material a emplear para la ampliación de la red de saneamiento será Polietileno de Alta Densidad (PEAD) y PVC.

Las tuberías y piezas especiales de PEAD serán del tipo PE100, relación SDR 17 y deberán cumplir con lo establecido en la Norma ISO 4427 (1996).

Las tuberías de PVC deberán cumplir con lo establecido en la norma UNIT-ISO 4435.

La unión de tuberías será mediante soldadura a tope (termofusión) o soldadura por electrofusión. La soldadura por termofusión se deberá realizar según la Norma de instalación DVS 2207 (Alemania) o similar, mientras que la soldadura por electrofusión se deberá realizar por lo estipulado en las Normas ISO 12176 o ASTM F 1290-93.

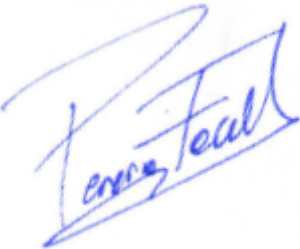
Los diámetros nominales de las tuberías serán los que figuran en las láminas del proyecto.

En cuanto a las piezas especiales, anclajes a construir en los cambios de dirección, derivaciones, cámaras y demás, se seguirán las prescripciones establecidas en los planos generales (planos tipo) y la Memoria Descriptiva General (MDG) para Conducción de Líquidos a Presión de OSE, así como aquellas incluidas en los planos tipos correspondientes.

Los registros se fabricarán según plano general de OSE N°22.282/A1.

Los anclajes se fabricarán según plano general de OSE N°31.265.





Ing. Santiago Pereira