



**ESTUDIO PITTAMIGLIO**  
INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL

# **LICEO CURTINA – TACUAREMBO PAEMFE**

## **MEMORIA JUSTIFICATIVA Sistema de Combate de Incendio**

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. COMBATE CONTRA INCENDIO.....</b>	<b>3</b>
2.1. Descripción del sistema .....	3
2.2. Reserva de incendio.....	4
2.3. Dimensionado de las tuberías de incendio.....	4
2.4. Dimensionamiento sistema de presurización .....	4
2.5. Verificación de condiciones de succión y cavitación de bomba .....	8

## 1. INTRODUCCIÓN

Se está proyectando la construcción de un liceo de perfil agrario en la localidad de Curtina, departamento de Tacuarembó.



Figura 1 – Ubicación del predio

El proyecto se desarrollará en una sola planta en la que se ubican aulas, salas de profesores, talleres, laboratorios, cocinas, áreas administrativas y de servicio.

La presente memoria busca describir los criterios utilizados para el cálculo y diseño de la red de combate contra incendio del edificio.

## 2. COMBATE CONTRA INCENDIO

### 2.1. Descripción del sistema

El sistema proyectado para combate consta de una bomba principal de incendio y una bomba jockey, ubicadas en planta baja, cercanas al tanque de reserva proyectado, de uso exclusivo para este fin, desde donde se succiona el agua y se distribuye a lo largo de la red de incendio. Se proyecta que dicha red esté construida en HG y PEAD para el caso de los tramos enterrados.

En base al decreto N°260/16, el edificio entra en la categoría E-1, Centros de Estudios Generales.

Se determina la carga de fuego del edificio en base a lo especificado en el IT-12, la cual resulta en 300 MJ/m<sup>2</sup>.

A partir de la carga de fuego, se diseña un sistema de combate contra incendio Tipo 1, por lo que se deberán colocar bocas de incendio Tipo 1, con un caudal de 100 L/min y presión mínima de 70mca.

Se proyecta un total de 3 bocas de incendio. La localización de cada una de ellas se proyectó cumpliendo con el punto 4.9 del IT-05, y teniendo en cuenta el punto 4.10.2, “Las tomas de agua o las bocas de incendio, deben ser distribuidas de forma tal que cualquier punto del área a ser protegida sea alcanzado por un puntero, considerando el largo de la manguera a través de su trayecto real y un alcance del chorro de agua de 10 metros”. Todas las bocas de incendio cuentan con mangueras de 25 metros de largo.

## **2.2. Reserva de incendio**

El volumen de reserva de incendio está establecido en el Instructivo Técnico N°5, según la carga de fuego y el área a proteger.

Al tener una carga de 300 MJ/m<sup>2</sup> y un área menor a 2500m<sup>2</sup>, resulta que el volumen mínimo de reserva necesario es de 5 m<sup>3</sup>. Se proyecta un tanque de hormigón de 11m<sup>3</sup>, de los cuales 6m<sup>3</sup> estarán destinados a agua potable para consumo, y los 5m<sup>3</sup> restantes exclusivamente para incendio.

## **2.3. Dimensionado de las tuberías de incendio**

Las tuberías de la red de combate contra incendio se dimensionaron con el criterio de velocidad buscando que no se supere en ningún tramo una velocidad de 5 m/s.

## **2.4. Dimensionamiento sistema de presurización**

Para dimensionar la red de incendio y el sistema de presurización, se tuvo en cuenta la boca hidráulicamente más desfavorable, la cual corresponde a la boca tipo 1 ubicada, la boca más alejada.

Se verifica además que la presión otorgada por la bomba sea suficiente para el diseño de la red considerando el funcionamiento en simultáneo de dos bocas de incendio, por lo que el caudal de diseño deberá ser 200 L/min (12 m<sup>3</sup>/h) ya que se considera un funcionamiento en simultáneo de ambas bocas de incendio.

Para el recorrido más comprometido se calcularon las pérdidas de carga localizadas y distribuidas a lo largo de la tubería, aplicando la formulación de Hazen – Williams.

#### Hazen – Williams

$$h_f = J \cdot L_t$$

$$J = 605 \times Q^{1.85} \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times 10^4$$

$h_f$  es la pérdida de carga (m.c.a.)

$L_t$  es el largo total (metros), siendo la suma de los largos de la cañería y de los largos equivalentes, de las conexiones.

$J$  es la pérdida de carga por fricción (adimensional)

$Q$  es el caudal (litros por minuto)

$C$  factor de Hazen – Williams (ver Tabla 1).

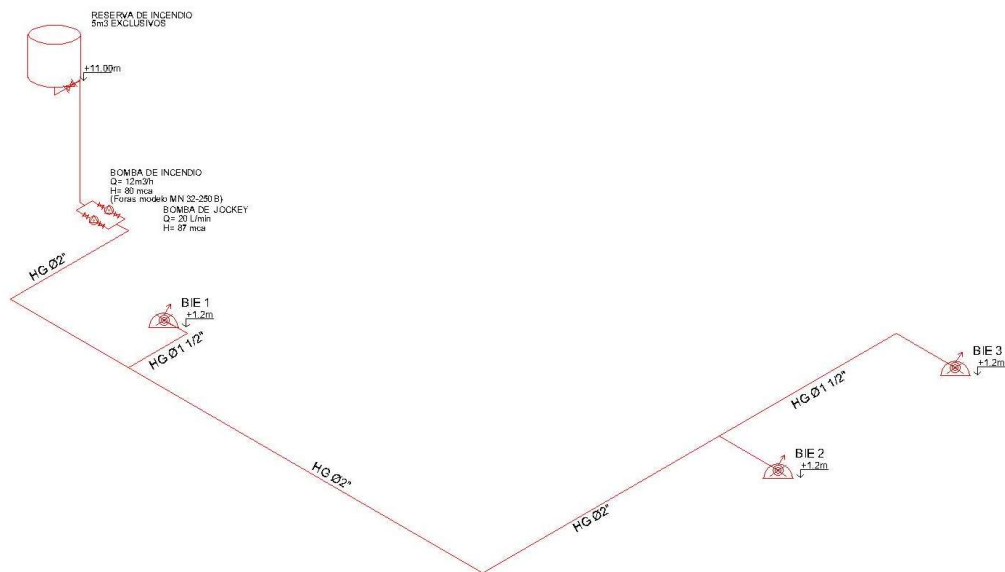
$D$  es el diámetro interno de la tubería (milímetros).

Tabla 1 - Factor "C" de Hazen-Williams

Tipo de Cañería	Factor "C"
Hierro fundido o dúctil sin revestimiento interno	100
Acero negro (sistema de cañería seca)	100
Acero negro (sistema de cañería mojada)	120
Hierro Galvanizado	120
Cobre o Plástico	150
Hierro Fundido o dúctil con revestimiento interno de cemento	140
<b>Nota - Los valores de "C" de Hazen-Williams son para cañería nueva</b>	

Se calcula la carga de la bomba para que sea suficiente para vencer las pérdidas de carga generadas en el recorrido, la diferencia geométrica y que cumpla con el requerimiento de 70 mca en la boca de incendio más comprometida.

A continuación se presentan las planillas de cálculos y el esquema con los puntos que especifican los tramos estudiados con las cotas de las bocas de incendio.



**Figura 2 - Isométrico**

En lo que respecta a la longitud total, se considera el largo de la tubería y las longitudes equivalentes de las distintas piezas a lo largo del recorrido del tramo estudiado. El factor C para HG es 120, mientras que para PEAD se utiliza 150.

Boca de Incendio más comprometida (BIE 3):

Tramo	Caudal (L/s)	Tuberías			Velocidad (m/s)	J (m/m)	Pérdida de carga (m)
		Material	DN (in)	Dint. (mm)			
Succión	3.33	HG	2	53.4	<b>1.49</b>	0.060	<b>1.77</b>
A-B	3.33	HG	2	53.4	<b>1.49</b>	0.060	<b>3.25</b>
B-C	1.67	HG	1 1/2	42.1	<b>1.20</b>	0.053	<b>1.14</b>
$\Delta H$ distribuida y localizada (m)							6.2
$\Delta H$ geométrico (m)							1.2
Presión deseable en BIE (m)							70
Presión necesaria en bomba (m)							77.4

**Tabla 1 – Determinación características equipo de presurización principal**

Del cálculo resulta que la bomba principal a instalar deberá cumplir con los siguientes puntos de funcionamiento.

$$Q = 12 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$\Delta H = 77 \text{ mca}$$

$Q = 0 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $P < P^* \times 1.4 = 107.8 \text{ mca}$ , la presión estática de la bomba o a caudal nulo, nunca debe de exceder el 140 % de la presión  $P^*$ .

$Q = Q^* \times 1.5 = 18 \text{ m}^3/\text{h}$ ;  $P > P^* \times 0.65 = 50.1 \text{ mca}$ , la presión de la bomba a un caudal de 150% del caudal máximo de diseño nunca debe estar por debajo del 65% de la presión de diseño  $P^*$ .

La bomba a suministrar será marca FORAS, modelo MN 32-250B

Modelo	Potencia		Q (m3/h)					
			0	9	12	15	18	24
	hP	Amp	H (m)					
MN 32-250B	15	24.2	82	80.5	79.5	78.5	77	72.6

**Tabla 2 – CURVA CARÁCTERÍSTICA DE LA BOMBA**

La bomba seleccionada cumple con los requisitos impuestos de presión mínima y máxima en el punto anterior.

Para mantener la red del Sistema de Incendio debidamente presurizada dentro de cierta franja y compensar pequeñas pérdidas de presión, se instalará una



bomba Jockey de caudal 20 L/min presión 87 mca (una presión de 5 mca por encima de la presión de la bomba a caudal 0).

## 2.5. Verificación de condiciones de succión y cavitación de bomba

Cuando la presión en algún punto o zona de la corriente de un líquido desciende por debajo de la presión de vapor del mismo, se produce la cavitación. Cuando esto sucede, el líquido se evapora y se originan en su interior cavidades de vapor. Al llegar el fluido a la bomba y elevarse su presión violentamente, se produce una condensación rápida del vapor. Este efecto daña en gran magnitud la bomba provocando: disminución del rendimiento, y erosión y destrucción de los materiales.

En tuberías de succión, a medida que el fluido asciende, su presión va disminuyendo. Se quiere verificar por lo tanto, que en el sistema de succión dicha presión no llegue a un valor inferior que el de la presión de agua para que no ocurra la cavitación.

Para evitar este fenómeno debe cumplirse que:

$$NPSH_{\text{disponible}} > NPSH_{\text{requerido}}$$

$NPSH_{\text{requerido}}$  es un parámetro que significa la caída de altura de presión en el interior de la bomba. Depende del tipo de bomba y de su construcción. Este dato es dado por el proveedor de la bomba.

$NPSH_{\text{disponible}}$  es la altura de aspiración disponible en el sistema y se define como:

$$NPSH_{\text{disponible}} = H_{\text{atmosférico}} + H_{\text{pozo}} - H_{\text{pérdidas}} - H_{\text{saturación}}$$

Dónde:

$H_{\text{atmosférico}}$ : Presión atmosférica

$H_{\text{pozo}}$ : Distancia desde la lámina de agua hasta el eje del impulsor

$H_{\text{pérdidas}}$ : Pérdidas de carga en la tubería de aspiración

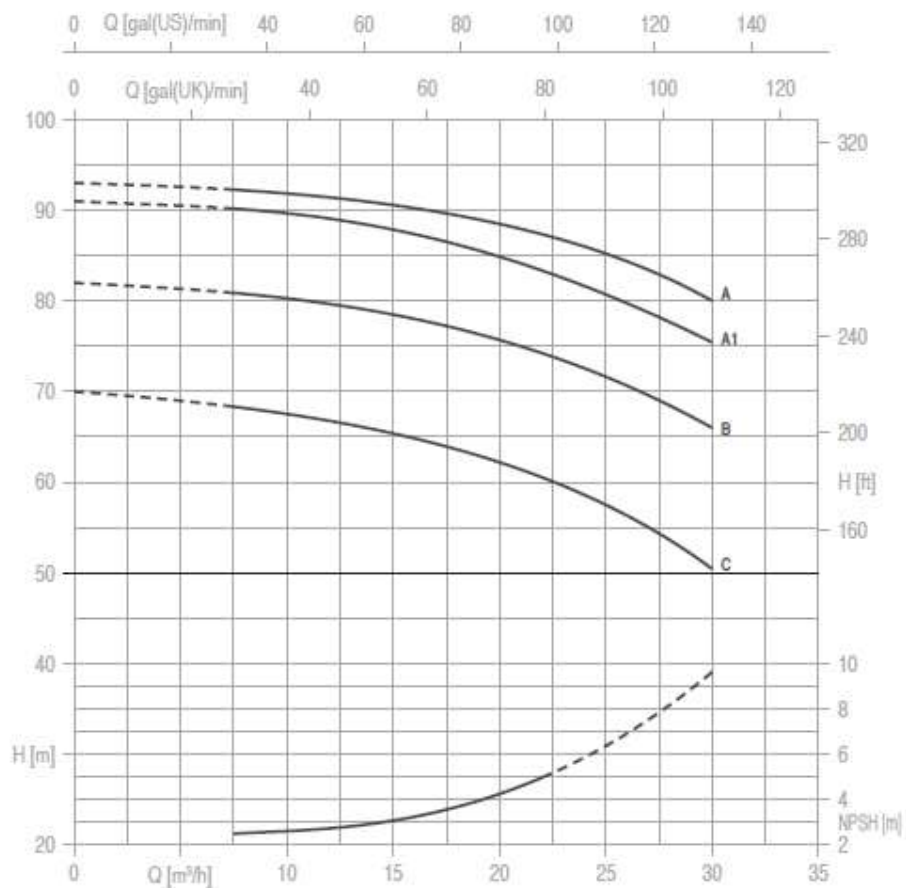
$H_{\text{saturación}}$ : Presión de vaporización (saturación del vapor) del líquido

Para tener un margen de seguridad, se verifica la no cavitación en la succión de la bomba para un caudal igual a 1,5 veces el caudal de diseño.

La siguiente gráfica indica el  $NPSH$  requerido bomba definida en función del caudal de funcionamiento:



## MN 32-250



**Figura 3 – Curva característica y NPSH de la bomba**

Siendo el caudal de diseño 12 m³/h, para un Q= 18 m³/h se considerará un NPSH requerido de aproximadamente 4 metros.

A continuación se presenta la planilla de cálculos de cavitación:

Tramo	Caudal (L/s)	Tuberías		Velocidad (m/s)	Longitud total (m)	Pérdida de carga (m)
		Material	DN (in)			
Pérdidas succión 1,5*Q	5.00	hg	2	2.23	24.2	3.08

**Verificación cavitación para 1,5Q\***

Po (m)	10.33
$\Delta H$ (dist entre superficie agua y eje bomba)	0.50
$\Delta H$ succión (m)	3.08
Pv (m)	0.24
<b>NPSH disponible</b>	7.51

<b>NPSH requerido bomba</b>	4
NPSH requerido máximo	5.2

<b>NPSHdisp - NPSHreq</b>	2.31
---------------------------	------

**Tabla 3 – Verificación NPSH de la bomba**

Por lo tanto puede verificarse que para un caudal  $Q=1.5 \times Q^*$ , no habrá cavitación en la bomba.

Por otra parte se tiene como requerimiento en el IT-05 del decreto actual de la DNB que “la velocidad del agua en el tubo de succión de las bombas de incendio, en condiciones de 1.5 veces el caudal de diseño, no deben ser superior a 4.5 m/s (succión positiva)”. Se tiene una velocidad de 2.23 m/s, por tanto, es conforme al decreto.



Ing. Civil Hidráulico Carlos Roda