

Proyecto de Protección contra Incendios

Memoria descriptiva y de cálculo hidráulico de red de incendio

Liceo de Cardal - Florida

05/07/2017

1. Objeto y alcance

Esta memoria describe el sistema de protección contra incendio con base en agua diseñado para el liceo de Cardal, ubicado en José Pedro Varela, esquina Miserminda P. de Cerqueiro, en el pueblo Cardal, departamento de Florida; y se refiere a los equipos y a la red de cañerías que alimentarán las bocas de incendio equipadas (BIEs).

2. Datos generales

2.1. Descripción general

Se trata de un centro de estudios que se desarrolla en un solo nivel y cuenta con salones de clase, biblioteca, oficinas y un comedor.

2.2. Categorización según Anexo I del decreto 150/16 de la DNB

Grupo	Destino	Categoría	Descripción	Ejemplos
E	Educación	E - 1	Centros de estudio en general.	Centros de estudio de primaria, secundaria, universidades, escuelas especiales, guarderías, jardín de infantes y similares.

2.3. Tipo de trámite en la DNB

Variables consideradas		⇒	Tipo de trámite
Destino	Educación		
Altura (según Dto.150/16)	0,00 m		
Área de riesgo (*)	970 m ²		
			Proyecto Técnico

3. Instalación del sistema de bocas de incendio equipadas (BIEs)

Todos los elementos tales como punteros, mangueras, válvulas, conexiones, nichos, etc. estarán homologados por la DNB.

3.1. Determinación de tipo bocas de incendio y reserva de agua

Categoría	E - 1	⇒	Bocas	tipo 1
Carga de fuego (*)	300 MJ/m ²		Reserva mínima de agua	5 m ³
Área de riesgo	Á < 2.500 m ²		Boca de incendio exterior	No

(*) Para la determinación de la carga de fuego utilizamos la tabla del anexo A, del IT-14 de San Pablo. Allí se establece para la clasificación E-1, "Escolas em geral", 300 MJ/m². Según el decreto 150/16 se clasifica como **carga de fuego baja**.

3.1.2 Características de las bocas de incendio

Bocas tipo 1	
Salida	Simple
Caudal	100 l/min
Cantidad	3
Ubicación ⁽¹⁾	BIE 01: Junto al aula 05; BIE 02: Junto al aula 02; BIE 03: En hall de acceso principal, por comedor (ver plano).
Largo tramo manguera	25 m
Cantidad de tramos	1
Diámetro manguera	25 mm
Tipo de manguera	Semirrígida
Puntero	Multipropósito
Válvula de conexión de manguera	Válvula globo con conexión Storz de 25 mm
Presión residual en válvula	7 bar (antes de mangueras)
Otros elementos	Manómetro
	Nicho de 70cm x 70cm para manguera
	Válvula globo con conexión Storz de 45 mm
	4 tramos de manguera flexible ⁽²⁾
	Todas las BIEs se amuraran a las paredes.

Notas: ⁽¹⁾Los criterios utilizados para ubicación de las bocas de incendio son según IT-05, cap. 4.9.1: a)En las proximidades de las puertas externas, escaleras y/o acceso principal a ser protegido, vías de evacuación, a no más de 5 metros de éstas; b)En posiciones centrales de las áreas protegidas; c)Fuera de cajas de escaleras o antecámaras de humo; d)Con la válvula a una altura de 1 a 1,5 metros del nivel del piso; e)En cada nivel para edificaciones de más de 2 niveles. ⁽²⁾Los 4 tramos de manguera de 45 mm deben ubicarse en un lugar de fácil acceso para el personal capacitado para la lucha contra el fuego.

Sistema de BIEs tipo 1: BIE de 25mm (semirrígida) con toma de agua para manguera de 45 mm.

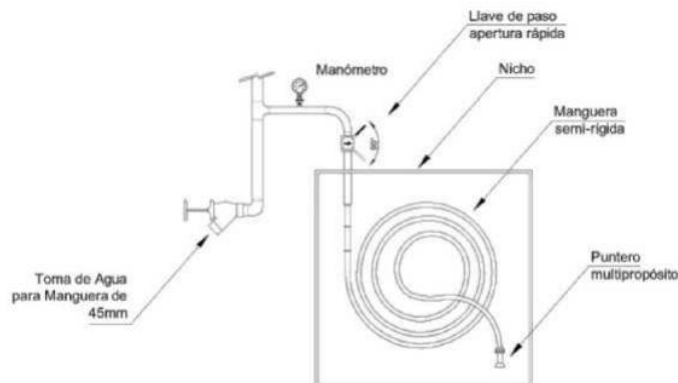


Figura A.1 - SISTEMA BIE TIPO 1
BIE 25mm (semirrígida) con toma de agua para manguera de 45mm.

3.1.3. Características de la reserva de incendio

La reserva de incendio deberá ser de al menos 5 m³. Se instalará un tanque del tipo Perdurit, sobre el nivel del suelo, junto al equipo de bombeo. La toma deberá colocarse lo más cerca posible de la base del depósito de reserva de agua, y las bombas deberán estar instaladas de forma tal que trabajen con succión positiva, según se explica en el #3.3.1. El tanque deberá estar protegido 120 minutos frente a la acción del fuego –deberá construirse con material con resistencia al fuego de RF120, protegerse con muros cortafuego de RF120 o separarse del riesgo lo suficiente como para garantizar 120 minutos de estabilidad frente al fuego– En este caso será necesaria la construcción de muros de RF 120 según se muestra en planos (ejemplo: muro de

ticholo de 8 huecos, revocado en ambas caras).

3.2. Cañerías y accesorios

El proyecto de red de cañerías incluye los siguientes elementos:

Tramo	Diám.	Long. (m)	Codos	Tees	Reducc./ Cambio	Válv. Corte	Válv. globo	Unión doble	Material	Aparente/ Enterrado
Succión	2 ½"	3,6	4	1	2	2	0	2	Acero	Aparente
Impulsión acero	2"	1,6	4	1	2	2	0	2	Acero	Aparente
A - B	50 mm	37,7	4	1	1	0	0	0	PEAD	Enterrado
B - C	50 mm	1,6	1	0	1	1	0	1	PEAD	Enterrado
C - BIE 01	2"	1,5	1	0	0	0	1	1	Acero	Aparente
B - D	50 mm	18,2	0	1	0	0	0	0	PEAD	Enterrado
D - E	50 mm	11,4	2	0	1	1	0	1	PEAD	Enterrado
E - BIE 02	2"	1,5	1	0	0	0	1	1	Acero	Aparente
D - F	50 mm	22,9	3	0	1	1	0	1	PEAD	Enterrado
F - BIE 03	2"	1,5	1	0	0	0	1	1	Acero	Aparente

Accesorios. Se instalarán uniones dobles antes de las válvulas globo y llaves de paso esféricas para efectuar mantenimiento de las válvulas y de las cañerías (ver planos). Las llaves de paso deberán estar siempre abiertas, por lo que se dejarán en esta posición **sin sus volantes** para evitar que se cierren por error. La **cantidad de accesorios podrá ajustarse** de acuerdo con la elección del equipo de bombeo y su ubicación y los **ajustes en recorridos** que puedan surgir en la obra.

Longitud de tramos. El largo de todos los tramos deberá verificarse en obra (el largo de la succión podrá variar en menos, ya que lo estimamos en exceso para los cálculos).

Materiales. Tramos aparentes: podrán ser de acero negro o galvanizado sin costura bajo normas ASTM A 53 y ASTM A 795, o de acero con costura bajo norma ASTM A 135. Tramos enterrados: podrán ser de PEAD, PVC, PPR, etc. Se recomienda la utilización de PE100.

Espesores. Acero: para uniones roscadas se deberá usar al menos SCH 40, mientras que para uniones soldadas o ranuradas se podrá usar SCH 10 (ver NFPA 14:4.2). Plástico: deberán seleccionarse aquellas con presión nominal igual o mayor a una vez y media la presión de diseño de la instalación de 8,4 bar (ver #4.2). Cálculo: $1,5 \times 8,4 \text{ bar} = 12,6 \text{ bar}$; por lo tanto, para estar del lado de la seguridad, requeriremos una PN 16 bar, lo que para PE100 se traduce en relación diámetro – espesor SDR 11 (el ensayo hidrostático del sistema será hecho por 2 hs a una presión de 1,5 veces la presión de diseño de la instalación).

Soportería. Los tramos aparentes estarán pintados de rojo y serán fijados en los elementos estructurales de la edificación por medio de soportes metálicos rígidos y espaciados como máximo cada 4,50 m. Cada punto de fijación deberá resistir el peso del tubo lleno de agua, más la carga de 100 kg en el punto de soporte (ver IT-05, numeral 4.13.5.6).

Incluimos a continuación una tabla con el peso por metro del caño lleno con agua, considerando cañería de acero negro ASTM A53 - SCH 40.

Diámetro exterior		Espesor	Peso caño con agua
Pulgadas	mm	mm	kgf/m
2	60,3	3,92	7,60
2 ½"	73,03	5,02	11,72

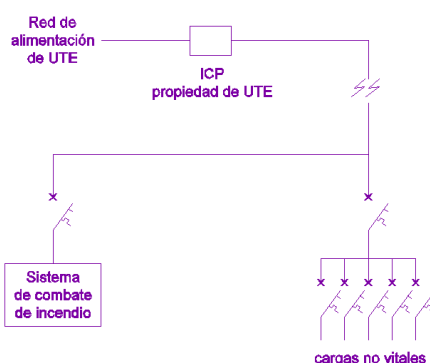
3.3. Sistema de bombeo

El sistema de bombeo contará con los siguientes elementos: una bomba principal (homologada, motor eléctrico conectado directamente al servicio de UTE a través un contador privativo para incendio), bomba *Jockey*, tanque hidroneumático; presostatos de arranque; tablero de control; válvulas de corte, que se mantendrán sin sus volantes para asegurarse de que siempre estén abiertas o supervisadas por el sistema de detección y alarma; válvula de retención; manómetro. Se preferirá que el sistema de bombeo utilizado esté conformado en un **kit de incendio homologado**, premontado y probado en fábrica o por el proveedor, con todos los certificados de prueba.

La llave general de alimentación de los equipos de bombeo contra incendio serán señalizadas con la siguiente inscripción:



La alimentación del sistema será desde la red de UTE y sin generador de respaldo (ver ubicación del tablero en planos).



3.3.1. Sala de bombas

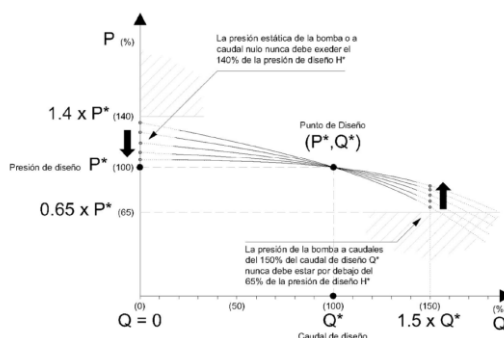
Las bombas de incendio estarán protegidas contra daños mecánicos, intemperie, agentes químicos, fuego o humedad. Tendrán **succión positiva** (según define IT-05, anexo C, esta condición se logra cuando 2/3 de la capacidad efectiva del tanque quedan por encima del eje de la bomba y éste último no supere los 2 m de altura medidos desde el nivel de piso de tanque).

Las dimensiones aproximadas de la sala serán tales que permitan un buen acceso a las bombas, válvulas, tablero y tanques, y dejen espacio suficiente para realizar cualquier servicio de mantenimiento de las instalaciones. Se recomienda que este espacio sea de 60 cm en todo el perímetro de los equipos de bombeo y de los tanques.

3.3.2. Bomba principal

Será una bomba homologada por la DNB y su curva cumplirá con los requerimientos indicados en la figura a continuación. Tanto la placa de la bomba como la del motor estarán legibles. La reducción que se instale en la succión deberá ser del tipo excéntrica.

El **apagado** de las bombas es **sólo manual** desde sus propios paneles de comando localizados en la sala de bombas. Además de **encendido automático**, tienen comandos de encendido manual en un área segura y de fácil acceso de la edificación.



3.3.3. Bomba Jockey

Se instalará una bomba *Jockey* para proteger a la bomba principal, es decir, para que no se encienda por causa de pérdidas o en otras situaciones que no sean de incendio. La presión de operación de ésta será de al menos 5 mca por encima de la presión a caudal nulo de las bombas principales. El caudal máximo que podrá erogar esta bomba deberá ser menor que el mínimo caudal que se requiere para una boca de incendio.

Los automatismos de la bomba *jockey* (para encendido y apagado) y de la bomba principal (solamente para encendido), serán hechos a través de presostatos en los paneles de comando de los motores de cada bomba.

4. Memoria de cálculo

4.1. Escenario de incendio

El escenario de incendio más comprometido se dará cuando se requiera el uso de las bocas de incendio 02 y 03 simultáneamente, erogando **cada una** al menos **100 l/min** (IT-05).

4.1.1. Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga en las tuberías las calculamos según la fórmula de Hazen-Williams, asumiendo un coeficiente $C=120$ para cañerías metálicas y $C=150$ para cañerías plásticas. Para los cálculos en cañerías metálicas consideramos SCH 40 pues tiene menor sección que SCH 10 y resulta más conservador, y para cañerías plásticas consideramos SDR 11.

Para la pérdida en mangueras y puntero seguimos lo indicado en la tabla 3 del IT-05. La presión manométrica aguas abajo de la válvula de las BIEs tipo 1, de 25 mm, debe ser de 7 bar, con la mangueras conectadas y erogando 100 l/min simultáneamente.

En la siguiente tabla exponemos el cálculo de la pérdida de carga (para dos bocas en simultáneo erogando en total 200 l/min) en el tramo que va de la bomba a la BIE 03, que resultó ser la más comprometida.

Tramo	Q (l/min)	Velocidad (m/s)	"C"	Codos	Tee (L)	Tee (R)	Valv. Ret.	Reducc.	L (m)	ΔH (m)
Succión	200	1,08	120	3	0	1	0	1	3,6	0,39
Impulsión acero	200	1,54	120	3	0	1	1	1	1,6	0,94
A – D	200	2,55	150	4	1	1	0	0	55,9	9,75
D – F	100	1,28	150	3	0	0	0	1	22,9	1,18
F – BIE 03	100	0,77	120	1	0	0	0	0	1,5	0,05
Diferencia de cotas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,20
Presión residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71,43
Pérdida de carga										83,94

Nota: las longitudes de los tramos fueron estimadas con una aproximación suficiente a los efectos del cálculo.

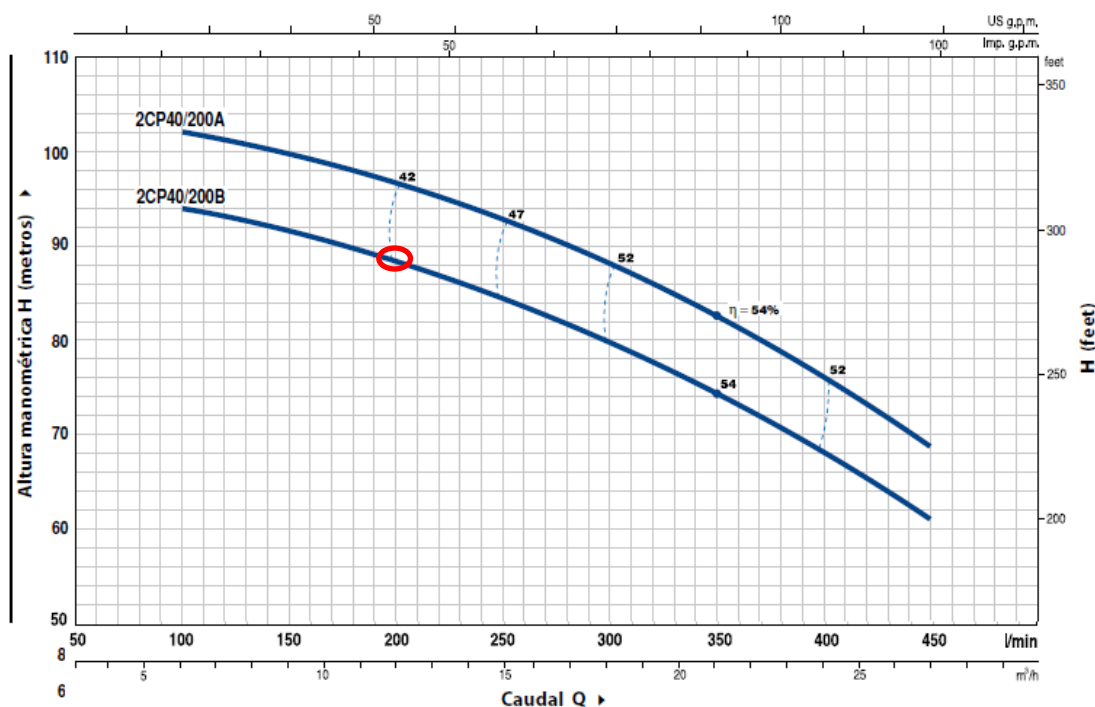
Por lo tanto, para erogar **200 l/min** (las dos mangueras en simultáneo): $\Delta H_{\text{bomba}} = 84 \text{ mca.}$

La instalación se hará con una bomba que cumpla con este punto de funcionamiento, que esté homologada por la DNB y cuya curva sea similar a la que tomamos como referencia para esta memoria y se muestra a continuación (bomba marca Pedrollo, modelo 2CP 40/200B; homologada; equipada con un motor de 9,2 kW nominales, que para el caudal requerido da la siguiente presión: H_{bomba} ($Q_{\text{diseño}} = 200 \text{ l/min}$) = 88,0 mca)).

4.1.2 Bomba principal de referencia – Pedrollo 2CP 40/200B

CURVAS Y DATOS DE PRESTACIONES

50 Hz n= 2900 rpm HS= 0 m



MODELO	POTENCIA (P ₂)		▲	Q	0	6.0	9	10.8	12.0	15.0	18.0	21.0	24.0	27.0
Trifásica	kW	HP			0	100	150	180	200	250	300	350	400	450
2CP 40/200B	9.2	12.5	IE3	H metros	97	94	92	90	88	85	80	74	68	61
2CP 40/200A	11	15			105	102	100	98	97	93	88	83	76	69

Q = Caudal H = Altura manométrica total HS = Altura de aspiración

Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO9906 Grado 3B.

▲ Clase de rendimiento del motor trifásico (IEC 60034-30)

4.1.3 Verificación curva - bomba de referencia

Verificamos las condiciones establecidas en la IT-05, Anexo C, para la curva de la bomba seleccionada en la tabla a continuación.

Punto	Q (l/min)	H (mca)	Condición IT-05	2CP 40/200B (mca)	Verificación
Diseño	200	83,9	≈	88,0	OK
Caudal nulo	0	117,5 ⁽¹⁾	≥	97,0	OK
Caudal 150% Q _{diseño}	300	54,6 ⁽²⁾	≤	80,0	OK

Notas: (1) para Q=0 debe cumplirse que $H_{bomba} < 140\% H_{diseño}$; (2) para Q=150% Q_{diseño} debe cumplirse $H_{bomba} > 65\% H_{diseño}$.

4.1.4 Verificación del cumplimiento de exigencias para tramo de succión

Es exigencia que la velocidad máxima en el tubo de succión en condiciones de 1,5 veces el caudal de diseño no sea superior a 4,50 m/s, según IT-05, Cap. 4.10.10, en este caso no supera los 1,62 m/s. En las cañerías de impulsión, para el caudal antes mencionado, la velocidad máxima alcanzada en alguna tubería es menor que 5,00 m/s (valor recomendado como buena práctica de diseño). Además es requerimiento que la presión a la entrada de la bomba no sea inferior a -0,21 bar. La verificación del cumplimiento de esta exigencia se hace sin considerar la columna de agua del tanque de reserva a favor, lo cual representa una condición más conservadora (ver tabla a continuación).

Diámetro nominal succión	Diámetro interior	150 % Caudal diseño	Velocidad	Condición IT-05	Verificación
2 ½ "	63 mm	300 l/min	1,62 m/s	≤ 4,5 m/s	OK
			Pérdida de carga	Condición IT-05	Verificación
			0,82 mca	≤ 2,10 mca	OK

4.1.5 Verificación de no cavitación - bomba de referencia

La bomba está instalada a nivel de piso del tanque, por lo que para el cálculo tomaremos la distancia entre el eje y el piso de tanque de 0,16 m.

Verificación de no cavitación en la bomba de referencia a $Q = 1,5 \times Q_{diseño}$		
$NPSH_{disponible} = 10 \times P_o + \Delta H_{alturas} - P_{vapor} - \Delta H_{pérdida\ succión} > NPSH_{requerido} = \text{máximo } (NPSH_{bomba} \times 1,3; NPSH_{bomba} + 1)$		
1,03	$P_o =$	Presión atmosférica (kg/cm ²)
- 0,16	$\Delta H_{alturas} =$	Diferencia de alturas entre la mín. altura de superficie del agua y el eje de la bomba (m)
0,24	$P_{vapor} =$	Presión de vapor (mca) a T= 20°C
0,82	$\Delta H_{pérdida\ succión} =$	Pérdida de carga en la succión (para $Q = 1,5 \times Q_{diseño} = 300$ l/min)
9,11	$NPSH_{disponible} =$	$(10 \times 1,033) + (- 0,16) - 0,24 - 0,82 = 9,11$ mca
2,00	$NPSH_{bomba} =$	NPSH requerido por bomba de referencia (para $Q = 1,5 \times Q_{diseño} = 300$ l/min)
3,00	$NPSH_{requerido} =$	Máximo $(NPSH_{bomba} \times 1,3; NPSH_{bomba} + 1)$

De dónde $(NPSH_{disponible} = 9,11 \text{ mca}) > (NPSH_{requerido} = 3,00 \text{ mca}) \Rightarrow \text{OK}$

Por Cladenir S.A.,



Ing. Pablo Poggi

Cálculo hidráulico – Técnico registrado DNB - Consultoría en proyectos PCI