

Proyecto de Protección contra Incendios

Memoria descriptiva y de cálculo hidráulico de red de incendio

Escuela n°5 – ANEP

Av. Gorlero 692 esq. Calle 23, Punta del Este, Maldonado
22/10/2018

1. Objeto y alcance

Esta memoria describe el sistema de protección contra incendio con base en agua diseñado para la Escuela n°5 de ANEP ubicado sobre Av. Gorlero 692; y se refiere a los equipos y a la red de cañerías que alimentarán las bocas de incendio equipadas (BIEs). Forma parte de un proyecto general de medidas contra incendio a cargo de otro proyectista.

2. Datos generales

2.1. Descripción general

Se trata de una escuela que incluye aulas, cantina y oficinas. Se desarrolla en un único nivel.

2.2. Categorización de edificaciones y áreas de riesgo según Tabla I del Instructivo Técnico IT-00 de acuerdo al destino:

Grupo	Destino	Categoría	Descripción	Ejemplos
E	Educación	E - 1	Centros de estudio en general	Centros de estudio de Educación Primaria, Educación Secundaria y Terciaria

2.3. Determinación del tipo de trámite y proyecto:

Variables consideradas		⇒	Tipo de trámite Proyecto técnico
Destino	Educación Primaria		
Altura (según dec. 184/18)	3,33 m		
Área de cálculo	1.741 m ²		

2.4. Determinación de la carga de fuego:

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, lo que según el decreto 184/018 se clasifica como **carga de fuego baja**.

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	5 m ³
Área de riesgo	Á < 2.500 m ²		Boca de incendio exterior	No

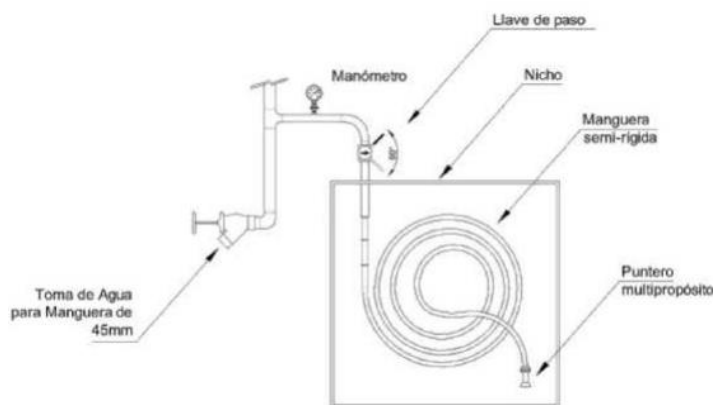
3.1.1 Características de las bocas de incendio

Bocas tipo 1	
Salida	Simple (con salida auxiliar de 45 mm)
Caudal	100 l/min
Cantidad	5
Ubicación ⁽¹⁾	Planta baja: BIE 01: Junto al acceso principal; BIE 02: Frente al laboratorio A13; BIE 03: En la galería techada detrás de los SS.HH; Planta alta: BIE 04: en pasillo frente a aula A10; BIE 05: junto a las escaleras; Ver planos.
Largo tramo manguera	25 m
Cantidad de tramos	1
Diámetro manguera	25 mm
Tipo de manguera	Semirrígida
Puntero	Multipropósito
Válvula conexión de manguera	Válvula globo de 25 mm
Presión residual en válvula	7 bar (antes de manguera)
Otros elementos	Manómetro
	Nicho de 70cm x 70cm para manguera semirrígida
	Válvula globo con conexión Storz de 45 mm
	4 tramos de manguera flexible de 45 mm ⁽²⁾
	Las BIEs deberán instalarse con soportes de pie metálicos o amuradas.

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 25 mm (semirrígida) con toma de agua para manguera de 45 mm.



3.1.2. Características de la reserva de incendio

La reserva de incendio deberá ser de al menos 5 m³. Se instalará un tanque de 6 m³ 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 #3.3.3. El tanque y las bombas deberán estar protegidos 120 minutos frente a la acción del fuego —el tanque 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

necesario asegurar que los muros que separan la sala de bombas del sector contiguo sean de RF 120 según se muestra en planos (ejemplo: muro de ticholo de 8 huecos, revocado en ambas caras). El nivel de agua de la reserva estará monitoreado por el sistema de detección y alarma de incendio.

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	Válv. de ret.	Unión doble	Material	Aparente/ Enterrado
Succión	2"	2,3	4	1	2	3	0	0	3	Acero	Aparente
Retorno	2"	4,5	5	1	1	1	0	0	1	Acero	Aparente
Impulsión	2"	3,0	3	2	1	2	0	2	4	Acero	Aparente
Distribución A – B	2"	37,4	4	1	0	0	0	0	0	Acero	Aparente
Bajada BIE 02	2"	5,9	3	0	0	0	1	0	1	Acero	Aparente
B – BIE 01	2"	17,5	5	1	0	1	1	0	2	Acero	Aparente
Distribución B – C	2"	7,7	0	1	0	1	0	0	1	Acero	Aparente
C – BIE 04	2"	5,9	3	0	0	0	1	0	1	Acero	Aparente
Distribución C – D	2"	24,7	2	1	0	0	0	0	0	Acero	Aparente
D – BIE 05	2"	16,0	7	0	0	0	1	0	1	Acero	Aparente
Bajada BIE 03	2"	5,9	2	0	0	0	1	0	1	Acero	Aparente

Nota(*): Tomar cantidades como referencia. Verificar metraje y cantidades en planos y en obra.

Accesorios red. 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 válvulas de corte mariposa y OS&Y se recomienda que sean monitoreadas por el sistema de detección y alarma de incendio o en su defecto asegurar su bloqueo en su posición abierta. 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.

Elementos de verificación: Se instalarán manómetros en todas las bocas de incendio y caudalímetro en tramo de retorno.

Accesorios de sala de bombas y tablero: (incluidos en el kit premontado homologado por la DNB).

Longitud de tramos. El largo de todos los tramos deberá verificarse en obra. Podrá variar en menos, de lo contrario deberá verificarse el cálculo hidráulico.

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.

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). El ensayo hidrostático del sistema será hecho por 2 hs a 1,5 veces la presión de diseño de la instalación o a 15 kg/cm², lo que sea mayor.

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 nominal	Diámetro exterior	Espesor	Peso caño con agua
Pulgadas	mm	mm	kgf/m
2"	60,3	3,92	7,60

3.3. Sistema de bombeo

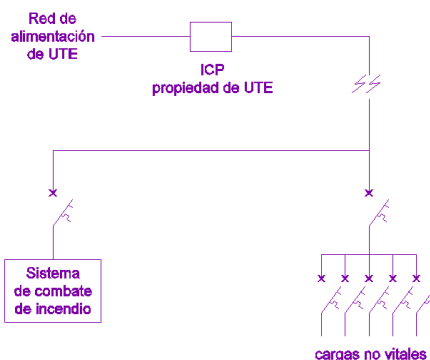
El sistema de bombeo contará con los siguientes elementos: bomba principal (homologada, motor eléctrico conectado aguas arriba del tablero general del establecimiento o a un contador privativo de incendio), bomba auxiliar *Jockey*, tanque hidroneumático; presóstatos de arranque para cada bomba; tablero de control; colector común; reducción excéntrica para la bomba principal; válvulas de corte que se mantendrán sin sus volantes -o se monitorearán con el sistema de detección y alarma de incendio- para asegurarse de que siempre estén abiertas; válvulas de retención para cada bomba; válvula de alivio para la bomba principal, manómetro (ver secuencia en plano). **Se requerirá 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.

Nota: Se deberá asegurar que el tablero de control de bombas cumpla con todos los elementos requeridos según las exigencias del IT-05 y se preverán salidas de contacto seco para poder monitorear el tablero con el sistema de Detección y Alarma previsto.

La llave general de alimentación de los equipos de bombeo contra incendio será señalizada con la siguiente inscripción:



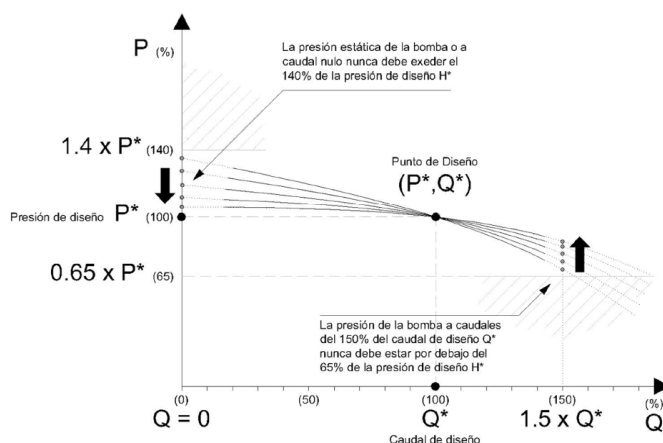
La alimentación del sistema será desde la red de UTE, aguas arriba del tablero general de la escuela, y sin generador de respaldo (ver ubicación del tablero en planos).



El **apagado** de la bomba principal será **sólo manual** desde su propio panel de comando localizado en la sala de bombas. El **encendido será automático** para ambas bombas y además contará con comandos para encendido manual. Los automatismos de la bomba *jockey* (para encendido y apagado) y de la bomba principal (solamente para encendido) serán hechos a través de presóstatos en los paneles de comando de los motores de cada bomba.

3.3.1. 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.



3.3.2. 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.

3.3.3. 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.

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 03 y 05 simultáneamente, erogando **cada una** al menos **100 l/min** (IT-05).

Nota: el escenario que se expone es un escenario menos probable que el de las bocas 04 y 05, pero es posible y resultó más comprometido.

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. Para los cálculos en cañerías metálicas consideramos SCH 40 pues tiene menor sección que SCH 10 y resulta más conservador..

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 debe ser de 7 bar, con las 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 05, que resultó ser la más comprometida.

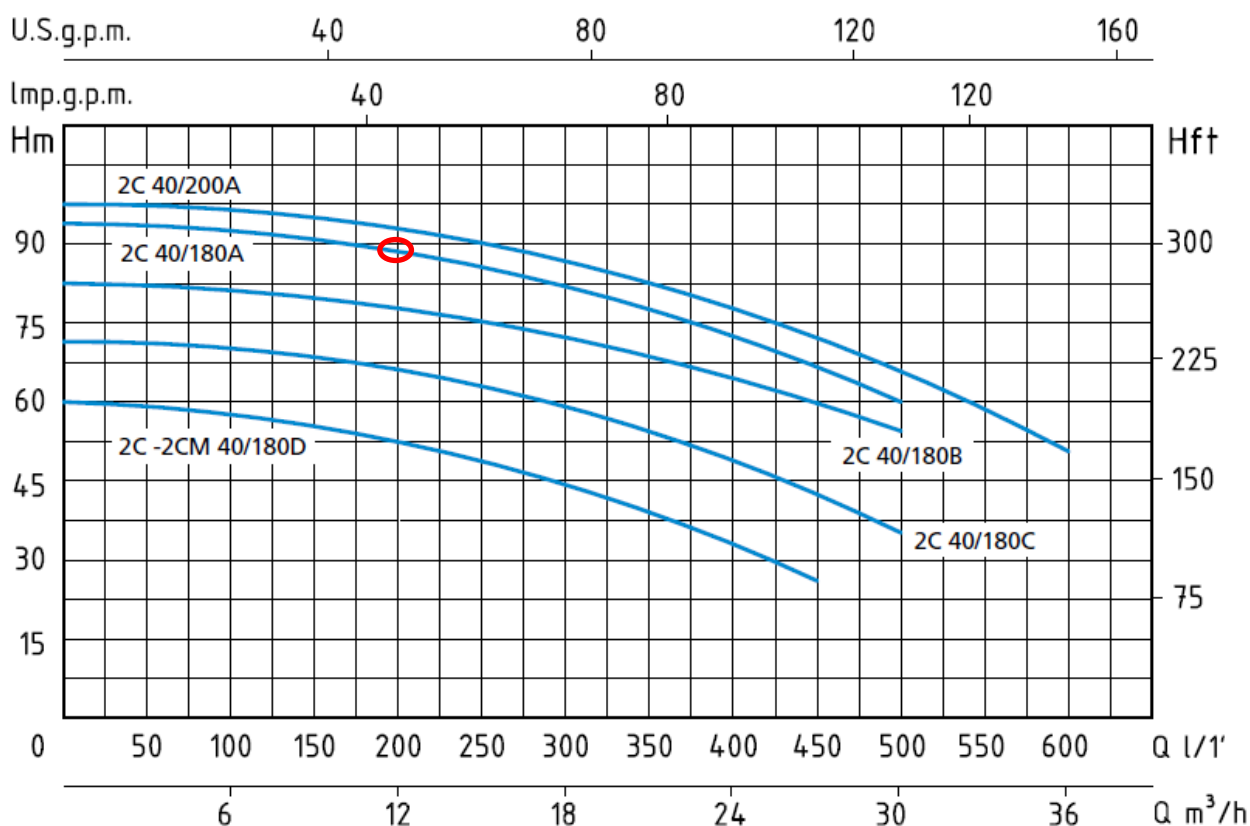
Tramo	Q (l/min)	Velocidad (m/s)	"C"	Codos	Tee (L)	Tee (R)	Valv. Ret.	Reducc. /cambio	L (m)	ΔH (mca)
Succión	200	1,54	120	3	0	1	0	2	2,25	0,78
Impulsión	200	1,54	120	2	1	1	1	0	3,00	0,95
A – B	200	1,54	120	4	0	1	0	0	37,43	3,04
B – D	200	1,54	120	2	1	0	0	0	32,37	2,38
D – BIE 05	100	0,77	120	7	0	1	0	0	16,01	0,55
Pérdida de carga en la BIE	100	-	-	-	-	-	-	-	-	71,43
Pérdida por diferencia de cotas	100	-	-	-	-	-	-	-	-	5,03
Pérdida de carga total										84,15

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): $\Delta H_{\text{bomba}} = 84,2 \text{ mca}$.

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 Speroni, modelo 2C 40/180A; homologada; equipada con un motor de 9,2 kW nominales, que para el caudal requerido da la siguiente presión: $H_{\text{bomba}} (Q_{\text{diseño}} = 200 \text{ l/min}) = 89 \text{ mca}$).

4.1.2 Bomba principal de referencia – Speroni 2C 40/180A



TIPO TYPE		POTENZA NOMINALE NOMINAL POWER		POTENZA ASSORBITA INPUT POWER	AMPERE		Q = PORTATA - CAPACITY										
Monofase Single-phase	Trifase Three-phase	P2		P1	Monofase Single-phase	Trifase Three-phase	m³/h										
		HP	kW	kW			0	3	6	9	15	18	24	27	30	36	
230V-50Hz	230/400V-50Hz				1 x 230V	3 x 400V	0	50	100	150	250	300	400	450	500	600	
2CM 40/180D	2C 40/180D	5,5	4	6	29	9,3	Prevalenza manometrica totale in m.C.A. - Total head in meters w.c.										
	2C 40/180C	7,5	5,5	8		13	60	59	58	56	50	45	34	25			
	2C 40/180B	10	7,5	10		16	71	70,7	70,5	69	64	60	50	43	35		
	2C 40/180A	12,5	9,2	11,5		18,5	87	86	85	83	78	75	65	60	51		
	2C 40/200A	15	11	13		21	93,5	93,3	93	92	87	82	71	65	58		
							96	95,8	95,5	94,5	90	86	77	71	65	48	

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	2C 40-180 A (mca)	Verificación
Diseño	200	84,2	≈	89,0	OK
Caudal nulo	0	117,8 ⁽¹⁾	≥	93,5	OK
Caudal 150% Q _{diseño}	300	54,7 ⁽²⁾	≤	82,0	OK

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

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. 4.10.8, en este caso es de 2,31 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"	53 mm	300 l/min	2,31 m/s	$\leq 4,5$ m/s	OK
			Pérdida de carga	Condición IT-05	Verificación
			1,65 mca	$\leq 2,10$ mca	OK

4.1.5 Verificación de no cavitación - bomba de referencia

La bomba estará instalada a nivel de piso de los tanques, 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 $Q = 1,5 \times Q_{\text{diseño}}$		
$NPSH_{\text{disponible}} = 10 \times P_o + \Delta H_{\text{alturas}} - P_{\text{vapor}} - \Delta H_{\text{pérdida succión}} > NPSH_{\text{requerido}} = \text{máximo } (NPSH_{\text{bomba}} \times 1,3; NPSH_{\text{bomba}} + 1)$		
1,03	$P_o =$	Presión atmosférica (kg/cm ²)
- 0,16	$\Delta H_{\text{alturas}} =$	Diferencia de alturas entre la mín. altura de superficie del agua y el eje de la bomba (m)
0,24	$P_{\text{vapor}} =$	Presión de vapor (mca) a $T = 20^\circ\text{C}$
1,65	$\Delta H_{\text{pérdida succión}} =$	Pérdida de carga en la succión (para $Q = 1,5 \times Q_{\text{diseño}} = 300$ l/min)
8,28	$NPSH_{\text{disponible}} =$	$(10 \times 1,033) + (-0,16) - 0,24 - 1,65 = 8,28$ mca
1,80	$NPSH_{\text{req. bomba}} =$	NPSH requerido por bomba de referencia (para $Q = 1,5 \times Q_{\text{diseño}} = 300$ l/min)
2,80	$NPSH_{\text{requerido}} =$	Máximo ($NPSH_{\text{bomba}} \times 1,3; NPSH_{\text{bomba}} + 1$)

De dónde ($NPSH_{\text{disponible}} = 8,28$ mca) > ($NPSH_{\text{requerido}} = 2,80$ mca) \Rightarrow OK

Ing. Pablo Poggi.-

Técnico registrado DNB - Consultoría en proyectos PCI