

**B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.**

**CALCULOS HIDRAULICOS  
SISTEMA DE EXTINCION DE INCENDIOS**

**CENTRO DE ATENCIÓN ESPECIALIZADA  
CAE – EL REDENTOR  
BOGOTÁ D.C.**

**OCTUBRE DE 2014**

Av.Cra. 20 (Autopista Norte) No.80-60 of. 300 Telefax.6185068  
e-mail bycingenieros@gmail.com

**Página 1 de 12**

# B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

## Contenido

1. INTRODUCCION.....	3
2. NORMAS APLICADAS .....	4
3. CLASIFICACIÓN Y RIESGO DE LA EDIFICACIÓN .....	4
4. PARÁMETROS DE DISEÑO: .....	5
4.1. Demanda de Agua y Volumen de Almacenamiento .....	5
4.2. Materiales .....	5
4.3. Parámetros de Diseño de rociadores .....	6
4.4. Parámetros de Conexiones de mangueras Clase II .....	6
5. PROCEDIMIENTO SIMULACIÓN DE SISTEMA .....	6
5.1. Procedimiento ingreso de datos al software de cálculo .....	6
5.2. Simulación .....	8
6. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO .....	9
7. ANEXOS .....	12

# B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

## 1. INTRODUCCION

El alcance de este documento, es el desarrollo y presentación de los cálculos hidráulicos preliminares, así como los resultados de los cálculos finales del sistema de protección contra incendio a base de agua, para el proyecto CENTRO DE ATENCIÓN ESPECIALIZADA – CAE EL REDENTOR, ubicado en la ciudad de Bogotá D.C.-Departamento de Cundinamarca, Diagonal 58 Sur No. 28-19 – Tv. 30 No. 57-50 Sur, Localidad de Tunjuelito. Este procedimiento incluye los criterios aplicados y las consideraciones generales de los cálculos. El cálculo del sistema se realizar mediante la implementación del Software de cálculo hidráulico EPANET versión 2.0.

El proyecto está compuesto por varios edificios los cuales son:

Bloque A: Esta edificación cuenta con dos niveles; en el primer nivel se tiene una serie de oficinas, una zona para la atención al público, la entrada vehicular al predio y una plaza de encuentro de visitantes. En cuanto al segundo piso solo se tienen alcobas para el alojamiento del personal residente de administración. El área en planta de este bloque es de 1140 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Bloque B: Este edificio también cuenta con dos niveles; en su primer piso se tiene una zona para el alojamiento de mujeres, un área para la prestación de servicios de salud del personal del centro y una zona para la realización de visitas. En el segundo nivel se tiene una zona de servicios de salud psicosocial y un auditorio. El área en planta de este bloque es de 1200 m<sup>2</sup> aproximadamente

Bloque B1: Esta parte del edificio solo cuenta con un nivel y está dedicado al cargue y descargue de insumos necesarios para el funcionamiento del centro. El área en planta de este bloque es de 402 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Bloque C: Este edificio consta de dos niveles; en el primer nivel se encuentra una zona para el alojamiento de hombres, una zona de lavandería, talleres de panadería y una cocina general con un comedor. En el segundo nivel se tienen la zona de comedores de hombres y mujeres. El área en planta de este bloque es de 1200 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Bloque D: Esta edificación está compuesta de dos niveles; en su primer nivel se tiene un gimnasio y salones para clases especializadas o técnicas (como el taller de construcción). En su segundo nivel cuenta con salones de clase. Se debe aclarar que dentro del proyecto se tienen dos bloques de este tipo, uno para mujeres y otro para hombres. El área en planta de este bloque es de 1990 m<sup>2</sup> aproximadamente.

# **B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.**

Bloque M y/o H: Estos edificios cuentan con tres niveles; el bloque M está destinado para el alojamiento de Mujeres y el Bloque H para el alojamiento de hombres. Cada bloque tiene un área en planta de 570 m<sup>2</sup> aproximadamente.

El cálculo que se presenta a continuación tiene previsto factores de seguridad que permiten pequeños cambios durante la instalación de los sistemas; pero en caso de grandes cambios (longitudes o rutas de tubería, cambio de accesorios, etc.) deben ser realizados de nuevo.

## **2. NORMAS APLICADAS**

Las normas tomadas como referencia y de consulta para la elaboración del diseño son:

NFPA 13, Automatic Sprinkler Systems

NFPA 14, Standard for Standpipe and Hose Systems

NFPA 20, Installation of Centrifugal Fire Pumps

NTC 1669, Norma para Instalación de Conexiones de Mangueras Contra Incendio

NTC 2301, Código para Suministro y Distribución de agua para Extinción de Incendios en Edificaciones. Sistema de regaderas.

NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente. Título J y K.

## **3. CLASIFICACIÓN Y RIESGO DE LA EDIFICACIÓN**

Según la Norma NFPA 13 Numeral A.5.2, las edificaciones que tienen uso o condiciones similares a Centros Penitenciarios se encuentran dentro de las ocupaciones de RIESGO LIGERO o LEVE.

De acuerdo con la NSR-10, Título K literal K.2.6, la edificación se encuentra ubicada dentro del Grupo de Ocupación INSTITUCIONAL (I), y a su vez se clasifica dentro del Subgrupo de Ocupación Institucional de Reclusión (I-1).

La NSR-10 en su Título J, literal J.4.3.4, expresa que todos los edificios clasificados como I-1 deben tener un sistema aprobado y críticamente revisado de rociadores automáticos.

# B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

## 4. PARÁMETROS DE DISEÑO:

### 4.1. Demanda de Agua y Volumen de Almacenamiento

A continuación se presenta los requerimientos de demanda de agua y volumen de almacenamiento del sistema de protección contra incendios, para el proyecto:

Área	Riesgo	Densidad (GPM/pie <sup>2</sup> )	Área Diseño (pie <sup>2</sup> )	Caudal Rociadores (GPM)	Caudal Mangueras (GPM)	Caudal Total (GPM)	Duración (min)	Vol. De Agua (m <sup>3</sup> )
N/A	Leve	0.10	1500	150	100	250	30	28.40

Para el cálculo definitivo del volumen de agua se toma como referencia el caudal que se obtuvo del resultado del cálculo hidráulico, de acuerdo a esto el volumen de reserva de agua es:

Caudal (Q).....443.13 GPM

Duración (t).....30 min

Volumen de reserva=QxT

Vol.= 443.13 GPM x 30 min

Vol.= 13294 Galones

Vol.=50.32 m<sup>3</sup>

Volumen de diseño adoptado= 51.06 m<sup>3</sup>

### 4.2. Materiales

**Tubería:** se utilizará tubería de Acero SCH 40 y SCH 10 para la conducción del agua. Coeficiente de Hazen-Williams C=120.

Para tramos enterrados o por terreno se utilizará tubería y accesorios de Polietileno de Alta Densidad.

**Rociadores:** los rociadores serán de tipo Pendent, Up-Right y Sidewall con un coeficiente de descarga de 5.6, y de Respuesta Rápida. Los rociadores funcionan correctamente a una presión entre 7 psi-150 psi.

**Mangueras:** Se instalarán estaciones de manguera de  $\Phi 1.1/2''$

# B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

## 4.3. Parámetros de Diseño de rociadores

Riesgo: Leve

- Densidad de aplicación del sistema de rociadores: 0.10 GPM/ft<sup>2</sup>
- Área de aplicación del sistema de rociadores: 1500 ft<sup>2</sup>
- Área de cobertura de rociador:

Edificio	Piso	Área de cobertura ft <sup>2</sup>	Presión mínima (psi)	Caudal Mínimo Teórico (GPM)	Nodo Rociador
Bloque C	02	163.72	8.55	16.37	133
Bloque D	02	163.61	8.54	16.36	23

- Coeficiente de descarga de rociadores tipo Pendent, Up-right y Sidewall: 5.6

## 4.4. Parámetros de Conexiones de mangueras Clase II

- Caudal en la boca de agua conexiones de manguera 1.1/2": 100 GPM
- Presión en la boca de agua conexiones de manguera 1.1/2": 65-100 psi

## 5. PROCEDIMIENTO SIMULACIÓN DE SISTEMA

### 5.1. Procedimiento ingreso de datos al software de cálculo

Para ingresar correctamente los datos al software, se procedió con los siguientes pasos:

- Enumeración de la malla: para cada piso se enumeraron los nodos de consumo (rociadores que están en funcionamiento en el área crítica determinada), y los nodos de las mallas. Se enumeró nodos de mallas cerradas y en mallas abiertas puntos en

## B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

donde hubiese cambio de diámetros o de nivel. Estos números se pueden ver en los planos, y coinciden con los números que se ingresaron en el programa de cálculo.

- Toma de datos: para cada tramo de tubería se ingresaron los siguientes datos: nodo inicial de tubería, nodo final, longitud (pies), altura (pies), diámetro (pulg), Accesorios (Codos, Tees, válvulas, etc.) y la longitud equivalente (pies) según la siguiente tabla:

Tabla 6-4.3.1 Tabla de Longitudes Equivalentes de Tubería de Acero Cédula 40.

Accesorios y Válvulas (en pulgadas)	Accesorios y Válvulas expresados en Pies Equivalentes de Tubería														
	½	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	3 ½	4	5	6	8	10	12
Codo a 45°		1	1	1	2	2	3	3	3	4	5	7	9	11	13
Codo estándar a 90°	1	2	2	3	4	5	6	7	8	10	12	14	18	22	27
Codo Largo a 90°	0,5	1	2	2	2	3	4	5	5	6	8	9	13	16	18
Té o Cruz (giro de flujo de 90°)	3	4	5	6	8	10	12	15	17	20	25	30	35	50	60
Válvula Mariposa	-	-	-	-	6	7	10	-	12	9	10	12	19	21	
Válvula de Cortina	-	-	-	-	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	
Válvula de Retención tipo charnela*	-	5	7	9	11	14	16	19	22	27	32	45	55	65	

Para unidades SI: 1 pulgada = 25,4 mm; 1 pie = 0,3048 m

\*Debido a las variaciones en el diseño de las válvulas de retención, las longitudes de tubo equivalentes indicadas en el cuadro anterior deben ser consideradas como promedios.

NOTA 1: Esta tabla se aplica a todos los tipos de tubo listados en la Tabla 6-4.4.5.

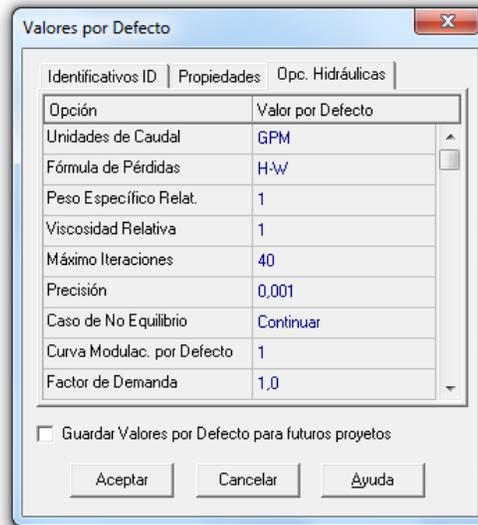
NOTA 2: La información sobre tubería de 1/2 pulg. se incluye en la tabla sólo porque se permite bajo 4-13.18.2 y 4-13.18.3.

**Figura 1. Coeficiente de pérdidas menores-tomada NFPA 13.**

Se debe tener en cuenta que para la determinación de la altura de los nodos, se tomó como nivel +0.00 m el nivel +0.00 arquitectónico del proyecto.

- Opciones de cálculo del software: para el correcto cálculo de las mallas de la red de incendio lo primero que se debe realizar en el programa de cálculo, es ajustar las opciones de cálculo las cuales se pueden ver en la siguiente figura:

## B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.



**Figura 2.** Opciones de cálculo Epanet.

En cuanto a unidades de caudal se eligió GPM (Galones por minuto, Unidades Inglesas); con lo cual las longitudes de tubería se expresan en pies y los diámetros en pulgadas; en este mismo paso se ingresa el exponente del emisor; el cual es 0.5 para los rociadores; ya que estos funcionan como emisores y el caudal depende de la presión que se tenga. Para el cálculo de las pérdidas de energía por fricción se eligió la ecuación de Hazen-Williams (H-Z).

- Ingreso de datos al software: primero se ingresaron los nodos; ya sean rociadores o nodos de mallas; para cada nodo se debe especificar la cota y la demanda; como en este caso se trata de modelar rociadores en demanda no se ingresa ningún valor y en la opción de coeficiente de emisor se ingresa 5.6 para rociadores. Seguidamente se procedió con el ingreso de los datos de los tramos de tubería; en el programa se ingresó la longitud (pies), el diámetro (pulgadas) y el coeficiente de Rugosidad ( $C=120$  para Acero y para la Fórmula de Hazen-Williams).
- Cálculo de la red de incendio: para simular el suministro de agua y presión se dispuso de un tanque alto en la descarga del equipo de presión; el cual daba presión y caudal a todos los puntos de la red; de acuerdo a los requerimientos de presión en los rociadores el tanque se elevaba (altura en pies), y se determinaba el caudal y la presión requerida en este punto.

### 5.2. Simulación

Se realizaron dos simulaciones para las redes que se consideraban más alejadas hidráulicamente; a continuación se presentan los resultados obtenidos para cada simulación:

## B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

Edif.	Piso	N° de Roc.	Q min. Por Roc. (GPM)	Q total Teórico Roc. (GPM)	Q Adic. Mang. (GPM)	Q total Teórico Sistema (GPM)	Q req. Sistema (GPM)	Presión en la descarga Nodo (193) (psi)
Bloq. C	02	12	16.37	196.44	100	296.44	457.23	91.29
Bloq. D	02	14	16.36	229.04	100	329.04	443.13	98.05

En cada piso se aseguró como mínimo la presión requerida del rociador crítico y simultáneamente el valor de demanda de la conexión de manguera de 1.1/2"; valores que se muestran en una tabla presentada anteriormente.

Ahora se presentan los resultados para la simulación del Bloque D-Piso 02, tomando como punto de suministro de caudal y presión la toma de conexión de bomberos:

Caudal (GPM)	Presión en la Conexión de Bomberos Nodo (185) (psi)
444.22	96.06

### 6. REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA DE BOMBEO

Las características del equipo de bombeo son las siguientes de acuerdo al cálculo realizado para el bloque D – Piso 02:

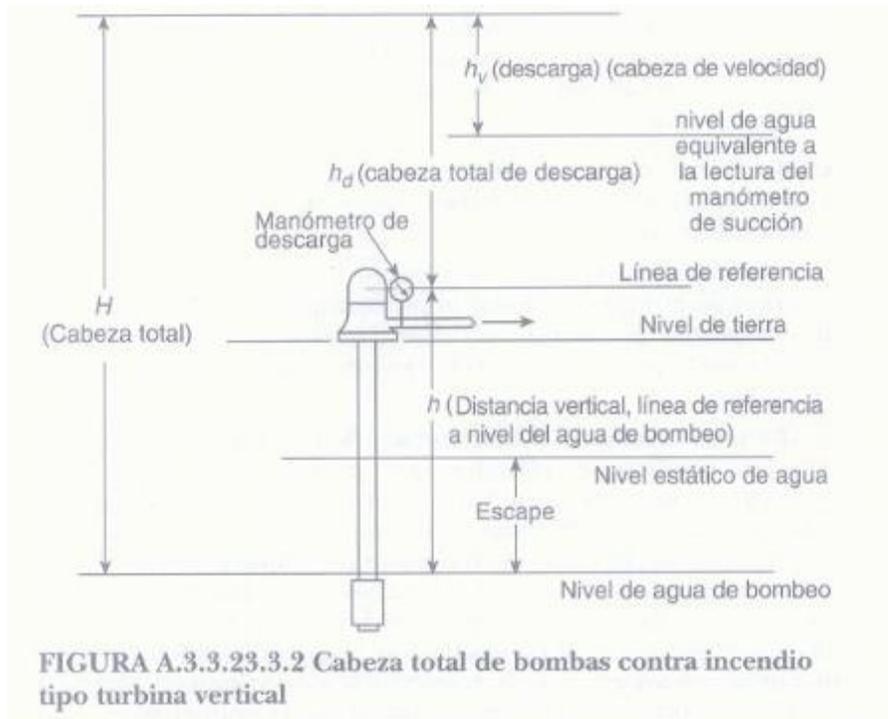
**CAUDAL (Q): Q=443.13 GPM**

(Obtenido de la simulación realizada para el Piso 02 del Bloque D).

**CABEZA DINÁMICA TOTAL (H):**

La cabeza dinámica total de una bomba de turbina vertical está definida como lo muestra la siguiente figura:

## B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.



**Figura 3.** Cabeza Dinámica total Bomba de Incendio tipo turbina vertical.

De acuerdo a la figura anterior la cabeza dinámica total de la bomba se encuentra por medio de la siguiente expresión:

$$H = h + \frac{P}{\gamma} + \frac{U^2}{2g}$$

Donde:

H: Cabeza Dinámica Total (pies)

h: diferencia de altura entre la línea de descarga de la bomba y el nivel de bombeo (pies)

P/γ: Presión necesaria en la descarga del equipo (dado en simulaciones en el nodo 193) (pies)

U<sup>2</sup>/2g: Cabeza de velocidad en (pies)

De acuerdo a lo anterior la cabeza dinámica de la bomba es:

## B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

$$H = 9.02 \text{ pies} + 226.40 \text{ pies} + \frac{(5.03 \frac{\text{pies}}{\text{seg}})^2}{2 \times 32.17 \frac{\text{pies}}{\text{seg}}} = 235.82 \text{ pies}$$

En psi la cabeza dinámica de la bomba es de 102.13 psi.

La potencia para el equipo de bombeo se calcula mediante la siguiente expresión:

$$P = \frac{\gamma QH}{550\eta}$$

Donde:

P: Potencia del equipo (Hp)

$\gamma$ : Peso específico del agua (62.4 lb/pie<sup>3</sup>)

Q: Caudal del sistema (pie<sup>3</sup>/seg) = 0.987 pie<sup>3</sup>/seg

H: Cabeza dinámica Total (pies) = 107.47 pies

$\eta$ = Eficiencia del equipo (60% aproximadamente)

Dado lo anterior se tiene que la potencia del equipo es:

$$P = \frac{(62.4 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}) \times (0.987 \frac{\text{pie}^3}{\text{seg}}) \times (235.82 \text{ pies})}{550 \times 60\%} = 44.02 \text{ Hp}$$

**POTENCIA APROX.: P ( $\eta=60\%$ )=50.00 hp**

$$NPSH_D = P_o - H_{SL} - P_v + \frac{U^2}{2g} + \frac{D_s}{2}$$

Dónde:

P<sub>o</sub>: Presión atmosférica (7.64 m.c.a para Bogotá)

H<sub>SL</sub>: es la suma entre las pérdidas de energía por fricción en la succión y la altura estática de la succión. (para una bomba vertical corresponde a cero)

P<sub>v</sub>: Presión de vapor de agua (0.023 m.c.a aprox.)

U: velocidad del agua en la tubería de succión (m/s)

g: aceleración de la gravedad (9.80 m/s<sup>2</sup>)

D<sub>s</sub>: diámetro de la tubería de succión (m)

## B Y C INGENIEROS HIDRAULICOS S.A.S.

$$NPSH_D = 7.64 \text{ m} - 0.00 \text{ m} - 0.023 \text{ m} + \frac{\left(0.00 \frac{\text{m}}{\text{seg}}\right)^2}{2 \times 9.80 \frac{\text{m}}{\text{seg}^2}} \text{ m} + \frac{0.15}{2} \text{ m} = 7.69 \text{ m}$$

### 7. ANEXOS

Los resultados de las distintas simulaciones se anexan en medio magnético para su visualización y comprobación.