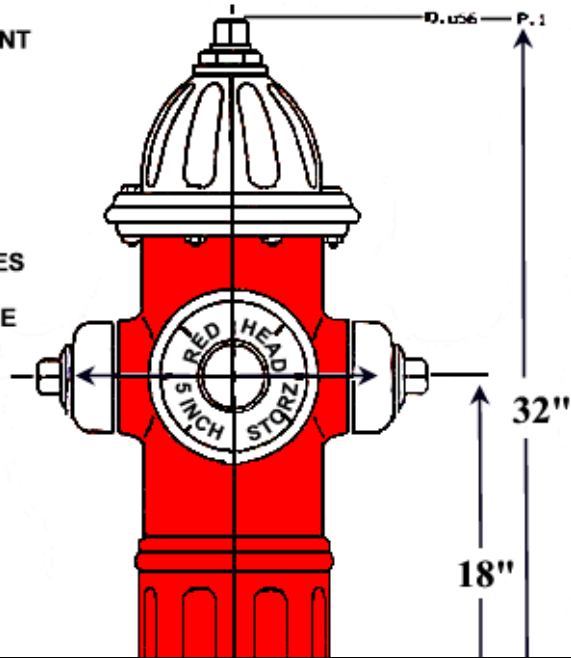


4ta. edición abril 2019  
3ra. edición registrada

Material no apto para la venta  
ISBN 978-987-4035-14-1

**MUELLER A-423 FIRE HYDRANT**  
**5 1/4" VALVE OPENING**  
**OPEN LEFT**  
**1 1/2" PENTAGON**  
**2 - 2 1/2" N.S.T. HOSE NOZZLES**  
**1 - 5" STORZ PUMPER NOZZLE**  
(Available from U.S. Filter  
1-419-289-2506  
Contact - Brian Stephenson)  
Red Head Storz Nozzle  
Part# 61050S36L045  
Red Head Storz Cap  
Part# 61050CSC50  
**DRAIN HOLES OPEN**  
**6" MJ SHOE**



**RED  
PROTEGER**

## DISEÑO DE SISTEMAS DE PROTECCIÓN POR HIDRANTES

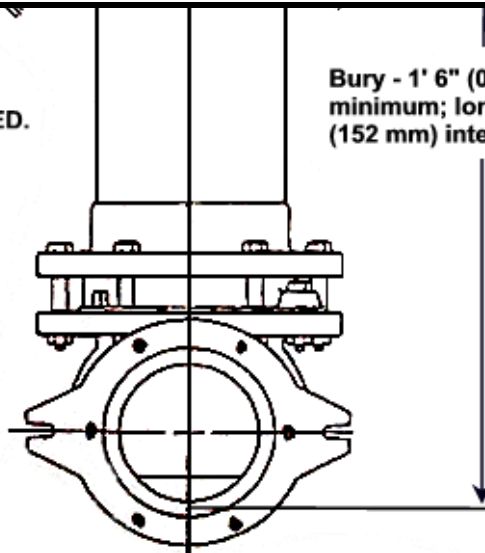
**HYDRANT PAINTED RED WITH  
WHITE BONNET AND WHITE  
HOSE CAPS. STORZ NOT PAINTED.**

The Perkins Township Fire Dept. inspects all hydrant installations. Only the above specifications will be accepted. 5" Storz insert must be as indicated above.

The hydrant barrel must be no less than 18" above grade level as indicated in this drawing.



**Bury - 1' 6" (0.46m)  
minimum; longer by 6"  
(152 mm) intervals.**



ISBN 978-987-4035-14-1



9 789874 035141

| *Ing. Néstor Adolfo BOTTA*

## **EL AUTOR**



Néstor Adolfo BOTTA es Ingeniero Mecánico recibido en el año 1992 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata, e Ingeniero Laboral recibido en el año 1995 en la Universidad Tecnológica Nacional - Facultad Regional La Plata.

Es el Titular de la empresa Red Proteger, empresa dedicada a la Capacitación y Divulgación de conocimientos en materia de seguridad e higiene en el trabajo ([www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar)).

Desarrolló funciones como Responsable de Higiene y Seguridad en el Trabajo en empresas como SOIME SRL, TRADIGRAIN ARGENTINA SA, AMANCO ARGENTINA SA, MOLINOS RÍO DE LA PLATA SA y SEVEL ARGENTINA SA.

Asesoró a diversas empresas entre las que se destacan AKZO NOBEL SA, CERVECERÍA Y MALTERÍA QUILMES SAICAYG y APACHE ENERGÍA ARGENTINA SRL.

Su extensa actividad docente lo ubica como:

- Profesor en la UCA de Ing. de Rosario para la Carrera de Posgrado de Higiene y Seguridad en el Trabajo en la asignatura de Riesgo y Protección de Incendios y Explosiones.
- Profesor Titular en la Universidad Nacional del Litoral para la Carrera de Técnico en Seguridad Contra Incendios en la asignatura de Seguridad Contra Incendios III. Sistema de educación a distancia.
- Profesor en la Universidad Nacional del Litoral - Sede Rosario, para la Carrera de Lic. en Seguridad y Salud Ocupacional en la asignatura de Práctica Profesional.
- Profesor Titular en el Instituto Superior Federico Grote (Rosario – Santa Fe) para la Carrera de “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo” para las asignaturas de Higiene y Seguridad en el Trabajo I, Seminario Profesional, Prevención y Control de Incendios II, Prevención y Control de Incendios I.
- Profesor Interino Cátedra “Elementos de Mecánica”. Carrera “Técnico Superior en Seguridad e Higiene en el Trabajo”. ISFD Nro. 12 La Plata – 1.996
- Ayudante Alumno Cátedra “Termodinámica”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ingeniería.
- Ayudante Alumno Cátedra “Análisis Matemático”. Universidad Nacional de La Plata - Facultad de Ciencia Económicas.

### **Datos de Contacto**

e-mail: [nestor.botta@redproteger.com.ar](mailto:nestor.botta@redproteger.com.ar)

### **NOTA A LA PRIMERA EDICION DIGITAL**

Este material es el resultado de muchas horas de trabajo para prepararme para el dictado de cursos de capacitación profesional y en especial para enseñarles a mis alumnos del Instituto Superior Federico Grote a como diseñar una red de hidrantes.

No pretende ser una enciclopedia y menos un manual, es simplemente una humilde guía de ayuda.

Este material no pretende enseñar la forma de hacerlo, sino que es una de las formas de poder hacerlo; seguramente habrá otras mejores y está en cada uno de Ustedes encontrarla.

Es factible que este material tenga errores, que de seguro son involuntarios, es posible que lo explicado se puede explicar de otra forma, que lo enseñado se puede enseñar de otra forma, que las cosas se puedan hacer de otra manera; pues entonces no dudes en escribirme para compartir tus experiencias y conocimiento, con todo gusto y placer los voy a tener en cuenta e incluirlos en la siguiente edición, y de esa forma compartirlos con otros colegas y amigos.

Saludos  
Néstor.

Botta, Néstor Adolfo

Diseño de sistemas de protección por hidrantes / Néstor Adolfo Botta. - 3a ed ampliada. - Rosario : Red Proteger, 2019.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-4035-14-1

1. Lucha contra Incendios. 2. Prevención y Protección contra Incendios. I. Título.  
CDD 363.377

® Todos los derechos reservados.

El derecho de propiedad de esta obra comprende para su autor la facultad exclusiva de disponer de ella, publicarla, traducirla, adaptarla o autorizar su traducción y reproducirla en cualquier forma, total o parcial, por medios electrónicos o mecánicos, incluyendo fotocopia, copia xerográfica, grabación magnetofónica y cualquier sistema de almacenamiento de información. Por consiguiente, ninguna persona física o jurídica está facultada para ejercitar los derechos precitados sin permiso escrito del Autor.

Editorial Red Proteger®

Rosario – Argentina

Tel.: (54 341) 4451251

[info@redproteger.com.ar](mailto:info@redproteger.com.ar)

[www.redproteger.com.ar](http://www.redproteger.com.ar)

## **INDICE**

- 1) PASOS GENERALES PARA UN ANTEPROYECTO DE RED DE FIJOS DE HIDRANTES
- 2) ANTEPROYECTO DE RED FIJA DE HIDRANTES
- 3) SECTORIZACIÓN
- 4) CANTIDAD Y POSICIÓN DE LOS HIDRANTES
- 5) DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE LA RED
- 6) DIÁMETROS DE LAS CAÑERÍAS
  - 6.1) Método del Cálculo Hidráulico
  - 6.2) Método del Cálculo por Tabla
- 7) RESERVA DE AGUA Y CAUDAL DE BOMBEO
  - 7.1) Reserva de Agua
  - 7.2) Caudal de Funcionamiento
  - 7.3) Descarga de Agua a Través de Orificios
  - 7.4) Coeficiente de Descarga
  - 7.5) Caudal para Cañería Elevadora
  - 7.6) IRAM 3.597/2013. Sistema de Hidrantes y Bocas de Incendio
- 8) PRESIONES EN LOS HIDRANTES
- 9) DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN NOMINAL EN LA IMPULSIÓN
- 10) PROBLEMA RESUELTO DE ANTEPROYECTO DE RED DE HIDRANTES

## 1) PASOS GENERALES PARA UN ANTEPROYECTO DE RED DE FIJOS DE HIDRANTES

Los pasos generales los podemos resumir en los siguientes:

a) Plano de la planta a proteger

Escala del plano en 1:50 o 1:100.

Es necesario dibujar el layout general de la planta, incluyendo las diversas máquinas, pasillos de circulación, áreas de almacenamiento, etc.

En este punto es muy importante no sólo el formato en que provee los planos el propietario (compatible con programas de dibujo de plano tipo AutoCAD), sino, también quien se encarga de la actualización de los mismo.

b) Ubicar Tk de agua de reserva y sala de bombas de incendio en el plano.

Se debe ubicar, aunque sea en forma aproximada, el tanque de reserva. En este punto de debe también elegir el tipo de tanque, a nivel, en altura o bajo nivel. La ubicación del tanque es importante para el trazado de las cañerías y el cálculo de la pérdida de carga del sistema.

c) Sectorizar la planta en "locales".

d) Ubicar los hidrantes en el plano.

Todos los sectores deben estar cubiertos por hidrantes conforme las pautas establecidas.

e) Definir forma de la red.

Realizar el trazado en el plano de los ramales que unen a los hidrantes. Ubicar accesorios.

La unión de los hidrantes se hace por medio de cañerías que se llaman ramales, y los ramales son unidos a cañerías que se llaman de cañerías de alimentación o distribución. Sobre las cañerías de alimentación no se deben colocar hidrantes, su función es sólo la de abastecer de agua a los ramales. Cada local debe tener sus propios ramales, no se pueden compartir los ramales entre locales.

f) Realizar el trazado en el plano, de la cañería de alimentación a los distintos ramales. Ubicar accesorios.

g) Definir diámetros de las cañerías (ramales y cañería de alimentación).

Se puede usar el método de las tablas para una aproximación o anteproyecto, pero las normas exigen por lo general el diseño por cálculo hidráulico.

h) Para cada sector definir el caudal de agua  $Q$  ( $m^3/h$ ).

i) Estudiar la simultaneidad de ocurrencia de incendios en varios locales a la vez.

j) Definir en base al estudio anterior el caudal máximo de bombeo, llamado caudal nominal.

Como mínimo va a ser el caudal del sector que más agua consume, suponiendo que no haya simultaneidad de incendios.

k) Establecer la presión de trabajo para los hidrantes.

Tener en cuenta qué equipos se van a conectar a los hidrantes en función de las estrategias de extinción.

Los distintos sectores pueden tener distintos requerimientos en la presión de funcionamiento de los hidrantes.

l) Calcular la presión en el punto de bombeo, llamada presión nominal.

Definir el hidrante hidráulicamente más desfavorable.

Este va a ser el que tenga el requerimiento de mayor presión sumando la pérdida de carga. Puede que se tenga que hacer los cálculos para varios hidrantes, cuando hay dudas.

m) Seleccionar la bomba de impulsión.

La bomba se selecciona cómo mínimo para el caudal y la presión nominal.

n) Verificar en los hidrantes más cercanos a la bomba, que la presión no supere la indicada para el tipo de red definida.

Los hidrantes más cercanos a la bomba son lo que tienen mayor nivel de presión, esto puede generar problemas si supera determinados valores. Como ser problemas de las conexiones. Problemas de manejo de la línea por los bomberos, etc.

Si la presión es superior a la permitida o soportada por las conexiones, se debe recalculer el diámetro de las cañerías para reducir las pérdidas

o) Calcular tamaño del tanque de reserva de agua.

Hay varias formas de establecer este requisito. Por tiempo y/o por riesgo.

p) Definir sistema de abastecimiento de agua y ubicación de las distintas fuentes.

## 2) ANTEPROYECTO DE RED FIJA DE HIDRANTES

En este punto se describen los requerimientos mínimos recomendados para la orientación en el diseño de una red fija de hidrantes para una planta industrial, sus naves de proceso o depósito u otro tipo de construcción auxiliar.

En el desarrollo de este han sido tenidos en cuenta las reglamentaciones fijadas por los siguientes organismos, instituciones y bibliografía:

- Norma NFPA<sup>1</sup> 14/2000 - Standard for the Installation of Standpipe and Hose Systems.
- Loss Prevention Data Sheet 4-4N de la Factory Mutual System (FMS).
- Ficha Técnica FMS 4-4 de Risk Management Company Argentina SA.
- Norma IRAM 3.597 - Instalaciones Fijas Contra Incendio. Sistemas de Hidrantes.
- Ley 19.587- Decreto reglamentario 351/79.
- Reglamento de la Cámara Argentina de Aseguradores para Instalaciones contra incendio en base a hidrantes.
- Manual de Protección Contra Incendios (NFPA), cuarta edición en castellano 1993, editorial MAFRE.
- Instrucciones Técnicas de Seguridad. Editorial ITSEMAP.

## 3) SECTORIZACIÓN

La planta o el predio se debe dividir en sectores de incendio o locales, el diseño se realiza por sector de incendio. Cada local debe estar cubierto por hidrantes conforme las dimensiones y características del mismo. Cada local debe estar cubierto por hidrantes unidos por cañerías denominadas ramales, y los ramales unidos entre sí por cañerías de alimentación. Un sector puede tener más de un ramal, según la cantidad de hidrantes que

<sup>1</sup> National Fire Protection Association.

tenga, y cada ramal se debe unir a la cañería de alimentación por medio de una válvula del tipo exclusiva o compuerta.

Cada local debe estar diseñado para que la cantidad de hidrantes y agua alcancen para extinguir el incendio, sin hacer uso de elementos de otro local.

Se supone que un local o un sector de incendios es un lugar tal donde en incendio no se propaga a otros sectores o locales por un determinado tiempo.

### 3.1) Definición De Local

Para empezar con este proceso de diseño lo primero que se debe hacer es trabajar sobre la idea de ¿qué es un local? o qué definimos como un local o sector de incendios.

#### ¿Qué es un local?

Un local es todo recinto, abierto o cerrado, que a los efectos de la lucha contra el fuego se comporta como una unidad, es decir: que el fuego queda confinado dentro de su área y la posibilidad de su propagación es nula. El fuego puede ser contenido en un lugar ya sea mediante el uso de paredes o muros resistentes al fuego, o bien - si el lugar se encuentra ubicado al aire libre - mediante la existencia de trincheras, fosas o zonas contrafuego.

De todas formas, tanto el área sobre el cual se está considerando la utilización de una protección como el caudal de agua necesario para controlar un foco de incendio pueden llegar a incrementarse hasta en un 50 % dependiendo este porcentaje del estado del local.

Esta definición de local o sector de incendios coincide con la definición establecida por el decreto 351/79, Anexo VII inciso 1.11.

#### 1.11. Sector de incendio

Local o conjunto de locales, delimitados por muros y entresijos de resistencia al fuego acorde con el riesgo y la carga de fuego que contiene comunicado con un medio de escape.

Los trabajos que se desarrollan al aire libre se considerarán como sector de incendio.

Ambas definiciones hablan de un sector donde el fuego y los productos de la combustión quedan confinados en el sector, por consiguiente, la propagación del fuego es nula o mínima por un determinado tiempo.

Si calculamos equipos y elementos de extinción para este sector, entonces estaremos en condiciones de controlarlo pues éste no avanza hacia otros sectores, al menos durante el tiempo establecido en la resistencia al fuego del local, y no hará entonces necesidad de recurrir al uso de equipos y elementos de otros sectores.

## 4) CANTIDAD Y POSICIÓN DE LOS HIDRANTES

Se deberán ubicar los hidrantes en el plano (símbolo: ⊗) siguiendo algunos de los métodos establecidos. La premisa, cualquier sea el método, es que el área de cada sector debe quedar cubierta al menos por un hidrante y su manguera.



La cobertura de cada hidrante debe quedar reflejada en el plano correspondiente.

Los métodos para localizar hidrantes son los siguientes:

Método llamado de longitud real: El largo máximo de cada manguera depende del tipo de red y se encuentra indicada en la tabla 1.

Método de localización de las salidas

Método del Uso o Riesgo Específico

En la Argentina, las normas IRAM (de aplicación no obligatoria) para ubicar los hidrantes usa el método de la "longitud real", aunque sigue pautas de la "localización de las salidas". Las mismas las podemos resumir en los siguientes ítems:

- Los hidrantes se ubicarán preferiblemente cerca de las aberturas de acceso a los edificios, sobre las paredes o columnas exteriores, cuidando que su localización no provoque dobleces agudos en los ángulos.
- Para fijar el límite de cobertura de cada hidrante se tendrán en cuenta los obstáculos, tales como paredes o tabiques, que dificulten el acceso a las zonas por proteger.
- Cuando se coloquen los hidrantes en las paredes exteriores y no sea factible cubrir el centro del edificio, se procederá a instalar otras en el interior del edificio, adosadas a las columnas en lugares donde no se vea entorpecida su utilización por la existencia de máquinas, tabiques divisorios, materiales o mercaderías depositadas, etc.
- En el caso de sótanos se preverá la protección mediante un hidrante colocado en la planta baja; cerca de un boquete abierto en el piso de ex profeso para pasar la línea de mangas.
- En las plantas altas, los hidrantes se ubicarán en las inmediaciones de las escaleras de acceso.

En la ubicación de los hidrantes, hay que tener en cuenta la clase, forma constructiva y tipo de sistema de la red que se piensa instalar en el sector considerado; las clases, las formas y los tipos son:

- Clase I: Mangueras de  $\phi$  2½" pulgadas (63,5 mm).
- Clase II: Mangueras de  $\phi$  1¾" pulgadas (45 mm).
- Clase III: Incluye los diámetros indicados en las Clases I y II.
- Red de tipo Ramal o Abierto: La red se abre a partir de la fuente de suministro en sucesivos ramales, cada una de las cuales termina en una o varias bocas de incendio.
- Red tipo Anillo o Cerrada: La red se extiende siguiendo el perímetro de la superficie a cubrir y cada hidrante es alimentado por lo menos por dos cañerías.
- Sistema de Tubería Húmeda: Sistema de tubería húmeda es el que tiene todas sus tuberías llenas de agua.
- Sistema de Tubería Seca: Sistemas cuyas tuberías están normalmente llenas de aire y que pueden admitir agua automáticamente a través de una válvula seca o de otro dispositivo aprobado.

**Tabla 1: Alcance de las mangueras**

Tipo de Red	Diámetro de la boca de incendio	
	45 mm	64 mm
Abierto	20 m	25 m
Anillo	30 m	30 m

**Nota:**

En los ambientes de poca extensión podrá reducirse el largo de las mangas a menos de 20 m de modo que su radio de acción cubra toda la superficie.

#### 4.1) Procedimiento a Seguir

Con el fin de determinar la ubicación física de los hidrantes o bocas de incendio se procederá a dibujar a escala (1:50 o 1:100) el local a proteger, incluyendo en el plano a todos los objetos, máquinas o construcciones internas que puedan obstaculizar el tendido de una manguera, como por ejemplo las paredes internas que no tengan puertas, aberturas o ventanas a través de las cuales no sea posible pasar una manguera, las máquinas cuyo tamaño o características también impidan el tendido en línea recta, las estibas, etc.

A continuación se procederá a determinar la ubicación de las bocas de incendio cumpliendo en forma simultánea con la totalidad de los siguientes criterios de diseño:

- Los hidrantes se distribuirán en toda la zona a proteger y se ubicarán de manera que ninguna parte quede alejada en mayor medida que la que corresponde a cada tipo de sistema.
- Las bocas de incendio se ubicarán con preferencia en el exterior de los edificios, en las cercanías de las puertas o vías de acceso a los locales teniendo en cuenta no entorpecer un medio de escape con el posible tendido de la manguera.

Se ubicarán preferiblemente cerca de las aberturas de acceso a los edificios, sobre las paredes o columnas exteriores, cuidando que su localización no provoque dobleces agudos en los ángulos.

- En las plantas altas, los hidrantes se ubicarán en las inmediaciones de las escaleras de acceso.
- Para fijar el límite de cobertura de cada hidrante se tendrán en cuenta los obstáculos, tales como paredes o tabiques, que dificulten el acceso a las zonas por proteger.

En el trazado del trayecto de la manguera para analizar su alcance, solo se admitirá un máximo de 4 (cuatro) giros o pliegues, hasta de 90° cada uno de ellos, por línea de manguera para rodear un obstáculo.

- Las bocas de incendio deberán disponerse en forma tal de facilitar el acceso con la lanza al interior de lugares o recintos cerrados, como por ejemplo sótanos, almacenes, etc., procurando que en su uso no se provoquen dobleces agudos en la manguera.
- En aquellas construcciones que cuenten con un gran número de subdivisiones (ej.: habitaciones, oficinas, etc.) las bocas de incendio se deben colocar de forma tal que las líneas de manguera tengan una ruta de acceso lo más recta y directa posible respecto a todas y cada una de las subdivisiones.
- Cuando se coloquen los hidrantes en las paredes exteriores y no sea factible cubrir el centro del edificio, se procederá a instalar otras en el interior del edificio, adosadas a las columnas en lugares donde no se vea entorpecida su utilización por la existencia de máquinas, tabiques divisorios, materiales o mercaderías depositadas, etc.

En aquellos edificios o construcciones que tengan una gran superficie cubierta, las bocas de incendio podrán estar ubicadas junto a las columnas interiores.

- Si la distancia que existe entre 2 edificaciones adyacentes es menor a los 10 m, las bocas de incendio se deben instalar de forma tal de poder brindar protección a la pared interior que quede amenazada por la construcción lindera.
- Todas las cañerías y bocas de incendio que componen una red fija se colocarán de forma tal que no se encuentren expuestas a sufrir daños por causas físicas.
- No se deben embutir los ramales de cañería que vayan a permanecer secos o vacíos en paredes o pilares. Si alguno de estos ramales llegase a presentar una rotura o pérdida que impida su normal funcionamiento, la misma no sería advertida sino hasta el momento en que el ramal deba ser utilizado, en cuyo caso bien puede ser tarde. Las roturas en los ramales que permanecen inundados son fácilmente advertibles debido a la aparición de humedad o agua en la mampostería que rodea al ramal.
- En el caso de las ocupaciones en las que por su naturaleza exista una gran cantidad de personas a evacuar (ej.: teatros, cines) se pondrá especial cuidado en no obstruir las vías de escape con el funcionamiento de la boca de incendio (con movimientos de personal, mangueras, etc.).
- En el caso de sótanos se preverá la protección mediante hidrantes colocados en la planta baja; cerca de un boquete abierto en el piso de ex profeso para pasar la línea de mangas.

Un método particularmente útil para determinar la ubicación de las bocas de incendio consiste.

- Ubicar sobre un plano, que cumpla con las especificaciones mencionadas al principio de esta sección, las posiciones de las bocas de incendio. Para ello se debe proceder a determinar la posición de la primera de las bocas de incendio, ubicando a ésta preferentemente en las cercanías de una puerta o abertura de acceso al local.
- A continuación, se procede a trazar con un compás un arco de circunferencia con centro en la boca de incendio y abertura igual a la distancia cubierta en forma efectiva por la manguera, medida esta distancia en la escala del plano. Al trazar los arcos de circunferencia se debe prestar atención a todos los obstáculos físicos que pueden limitar el tendido de las mangueras.
- Luego se van colocando las distintas ubicaciones de las bocas de incendio, trazando para cada una de ellas el área efectivamente cubierta.
- Una forma práctica de hacerlo en el campo es usar una cinta métrica flexible de 40/50 metros, atarla en el punto donde debe ir el hidrante y realizar el recorrido hasta alcanzar la longitud de la manguera de acuerdo con la clase que se está diseñando. Se puede marcar en el piso con una tiza el alcance y cobertura de las mangueras.

Cualquiera sea el método que se use para ubicar los hidrantes, al final del proceso todos los puntos del local u edificio deben quedar cubiertos por mangueras asociada a su correspondiente boca de incendio.

## 5) DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE LA RED

Una vez determinada la posición de las bocas de incendio, se procede a unirlos por medio de cañerías determinando la forma de la red (abierta, anillo, anillo con ramificaciones, etc.), además, se deben ir colocando los accesorios, como ser: válvulas, manómetros, etc.

Para completar este punto es necesario dibujar en el layout general de la planta la red propuesta, incluyendo los espacios reservados para ubicar las fuentes de aprovisionamiento, reservas, bombas, etc. y verificar la ausencia de interferencias entre la red y las diversas

máquinas y redes de servicios existentes en la planta (p.ej. red eléctrica, red de aire comprimido, etc.), pasillos de circulación, etc.

En el caso de las redes del tipo anillo cerrado la cañería podrá ser sobreelevada o a nivel. En el caso en que sea a nivel estará alejada del edificio entre 5 y 10 m para evitar que pueda ser dañada por un posible derrumbe.

Si la cañería está enterrada también deberá seguir el contorno de los edificios, aunque serán admitidos cruzamientos con parte de las construcciones o vías de acceso siempre y cuando la profundidad sea de 1 m como mínimo.

## 6) DIÁMETROS DE LAS CAÑERÍAS

Primero se debe proceder a determinar el diámetro de las cañerías de los ramales y/o anillos, y luego el diámetro de las cañerías de alimentación o distribución.

Para determinar los diámetros de las cañerías existen dos métodos: (1) por cálculo hidráulico y (2) usando tablas.

Para un anteproyecto el usar tablas es aceptable dado que estas ya fueron pensadas de antemano para una velocidad de agua adecuada y para diámetros de cañerías estandarizados. Durante el proyecto definitivo se pueden verificar estos diámetros mediante cálculos hidráulicos.

Las normas en general exigen el diseño mediante el cálculo hidráulico.

### 6.1) Método del Cálculo Hidráulico

El cálculo hidráulico parte de la base de la siguiente fórmula:

$$Q = v \cdot A \rightarrow Q = v \cdot \left( \frac{\pi}{4} d^2 \right) \rightarrow d = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Donde:

d = diámetro interno de la cañería

Q = caudal

v = velocidad del agua

Aplicando cambio de unidades para que el resultado resulte en pulgadas queda.

$$d = 0,1814 \sqrt{\frac{Q}{v}}$$

Donde:

d = pulgadas (")

Q = caudal (l/min)

v = velocidad del agua (m/s)

La velocidad del agua en la cañería de aspiración de la bomba no debe ser superior a los 2 m/s para succión negativa y 3 m/s para succión positiva.

En las cañerías la velocidad no debe ser mayor de 5 m/s. En tramos de cañerías cortas, de por ejemplo 5 metros, se puede aceptar una mayor velocidad del agua, en tramos largos, como puede ser una cañería de alimentación se recomienda una velocidad de 3 m/s.

La velocidad es un factor crítico dado que a mayor velocidad del agua menor diámetro de la cañería, pero aumenta la pérdida de carga y con esto la presión necesaria en la bomba. A menor velocidad, mayor diámetro de cañería y menores pérdidas de carga, pero aumenta el costo de la cañería y su montaje.

El diámetro y/o velocidad del agua se deben ir ajustando para lograr una pérdida de carga total de no más 30% de la presión nominal, siendo lo ideal un 20% máximo.

En la práctica conviene trabajar con una tabla y realizar el cálculo para al menos dos velocidades distintas, una de mínima y otra de máxima, para finalmente adoptar un diámetro comercial.

Tramo N°	Cantidad de Hidrantes	Caudal (l/min)	Diámetro V <sub>mínima</sub> 1 m/s (pulgada)	Diámetro V <sub>máxima</sub> 3,5 m/s (pulgada)	Diámetro Adoptado (pulgada)

### 6.2) Método del Cálculo por Tabla

El método usado a continuación es por tablas. Este método se puede complementar verificando la velocidad del agua en la cañería seleccionada por tablas, y de ahí reducir o aumentar el diámetro conforme a la velocidad resultante, sin perder de vista no sobrepasar el porcentaje de pérdida recomendado.

Para determinar los diámetros de las cañerías se debe proceder de la siguiente manera:

#### 6.2.1) Ramales Abiertos

Se procede a ir ubicando en el layout de la red las bocas que se encuentren en los extremos de cada rama y se comienza a recorrer cada rama en dirección a la fuente de aprovisionamiento de agua.

**Red Abierta Clase II (Hidrante de 1¾" - 45 mm):** El radio de cobertura será de 20 m.

**Red Abierta Clase I (Hidrante de 2½" - 64 mm):** El radio de cobertura será de 25 m.

Para determinar el diámetro de la cañería se deben contar cuantas bocas de incendio quedan aguas abajo del tramo de cañería considerado y con ese número consultar la Tabla 2.

**Tabla 2: Diámetro nominal de la cañería expresado en pulgadas (para SCH 40)**

Cantidad de hidrantes (*)	Hidrantes de 1¾" de diámetro	Hidrantes de 2½" de diámetro
1	2"	2 ½"
2	2 ½"	3"
3	3"	3"
4	3"	3"
5	3"	3 ½"
6	3"	3 ½"
7	3 ½"	4"
8	3 ½"	4"

(\*) Aguas abajo del tramo de cañería

### 6.2.2) Red de Anillo Clase I (Hidrante de 2½" – 64 mm)

Cada anillo tendrá válvulas manuales en lugares estratégicos, de manera que en caso de rotura de un sector del anillo, el agua pueda fluir por otra parte, evitándose la anulación de la instalación en su totalidad.

Se colocarán hidrantes de incendio ubicados estratégicamente para que ninguna parte del establecimiento quede a una distancia mayor que 50 m de un hidrante.

En todos los casos, los hidrantes serán exteriores al edificio, salvo cuando no sea conveniente por la inexistencia de accesos, en cuyo caso también se colocarán hidrantes en el interior sobre la pared perimetral.

Cuando los hidrantes del anillo cerrado no cubran la totalidad de la zona por proteger, se colocarán en el interior no cubierto de dicha zona, hidrante de incendio para cubrir con un radio de 25 m.

La cañería de los anillos será externa a los edificios cuando sea a nivel o sobreelevada del suelo, y estará alejada entre 5 m y 10 m para evitar ser dañada por un eventual derrumbe.

Cuando se trate de cañería enterrada seguirá el contorno de los edificios, aunque se admitirán cruzamientos con parte de las construcciones siempre que la profundidad mínima sea de 1 m.

#### Redes Tipo Anillo Sin Ramificaciones

El diámetro mínimo para la cañería del anillo es de 4" considerando un máximo de 8 bocas operando en forma simultánea en el anillo.

Si en la peor hipótesis de siniestro planteada se calcula que se utilizarán en forma simultánea 9 o más bocas de incendio entonces se deberán dimensionar la cañería del anillo como si esta fuese una cañería de alimentación.

Las bajadas a las bocas de incendio deben hacerse utilizando cañería de 2½" de diámetro como mínimo para las bocas simples y cañería de 3" para las bocas dobles.

### Redes Tipo Anillo Con Ramificaciones

Para dimensionar los diámetros de las cañerías correspondientes a las ramificaciones se debe proceder de la misma forma que con el dimensionamiento de los ramales abiertos (Tabla 3). Para dimensionar la cañería del anillo proceda a considerarlo como una cañería de alimentación.

#### 6.2.3) Cañería Alimentadora

Se define como cañería alimentadora, para las redes instaladas en industrias o establecimientos similares, a la porción o tramo de cañería, perteneciente a la red, cuya función es la de transportar agua para más de 8 bocas de incendio.

Si un tramo de cañería alimentadora suministra agua, en forma simultánea, a una red de rociadores y a bocas de incendio, cada conexión que se realice desde la cañería alimentadora hasta una sección de rociadores debe contar con una válvula individual de control, del mismo diámetro que la cañería de conexión sobre la cual está montada. Este tipo de cañerías alimentadoras reciben el nombre de cañería alimentadora combinada.

Para dimensionar los diámetros de las cañerías de alimentación proceda a ubicar en el layout de la red el extremo de la cañería de alimentación que se encuentra más alejado de la fuente de agua. Para determinar el diámetro de la cañería alimentadora en un tramo en particular, se debe comenzar a recorrer la cañería de alimentación en dirección hacia la o las fuentes de suministro y contar cuantos ramales (que puedan llegar a ser utilizados en forma simultánea durante un incendio) quedan aguas abajo del tramo de cañería considerado y con ese número consultar la tabla 3.

**Tabla 3: Diámetro nominal de la cañería alimentadora expresado en pulgadas (para SCH 40)**

Cantidad de ramales aguas abajo de la cañería de alimentación	Diámetro del tramo de cañería alimentación
1 ramal	4"
2 ramales	5"
3 ramales	6"
4 ramales	8"
5 ramales	8"
6 ramales	8"
7 ramales	8"

#### 6.2.4) Cañería Elevadora

Se define como cañería elevadora para los edificios de plantas múltiples, a la porción o tramo de cañería, perteneciente a la red, cuya función es la de transportar agua en sentido vertical para alimentar a una parte o sección de la red, a través de uno o varios niveles.

Si un tramo de cañería elevadora alimenta en forma simultánea a una red de rociadores (sprinklers) y a bocas de incendio, cada conexión que se realice desde la cañería de elevación hasta una sección de rociadores debe contar con una válvula individual de control, del mismo diámetro que la cañería de conexión sobre la cual está montada. Este tipo de cañerías elevadoras reciben el nombre de cañería elevadora combinada.

### **Clase I y III**

Las tomas fijas que no superen los 30,5 metros de altura deben tener un diámetro mínimo de 4". Las tomas fijas situadas por encima de los 30,5 metros de altura deben tener un diámetro mínimo de 6", pudiendo ser los últimos 30,5 metros de 4".

Las tuberías que se utilizan tanto para sistemas de rociadores como para las conexiones de mangueras, deben tener un diámetro mínimo de 6", con independencia de la altura.

### **Clase II**

Las tomas fijas que no superen los 15 metros de altura deben tener un diámetro mínimo de 2". Las tomas fijas situadas por encima de los 15 metros de altura deben tener un diámetro mínimo de 2½".

## **7) RESERVA DE AGUA Y CAUDAL DE BOMBEO**

### **7.1) Reserva de Agua**

La demanda de agua y por consiguiente el volumen de la reserva dependen del tamaño y número de frentes de fuego que se espera tener que combatir en un incendio, del número de mangueras necesarias para tal fin y del tiempo necesario para apagarlo. Todos estos factores se encuentran largamente influenciados por las condiciones del edificio o planta a ser protegida, por lo cual, antes de decidir sobre la naturaleza y el tamaño del suministro o reserva de agua, es necesario hacer una estimación muy cuidadosa del número de líneas o mangueras que serán necesarias para poder brindar una protección efectiva tanto del exterior como del interior de la edificación.

La duración de la reserva de agua puede llegar a verse incrementada por condiciones especiales como las indicadas a continuación:

- Áreas relativamente inaccesibles o lejos de fuentes de puntos externos de abastecimiento o de bomberos externos.
- Fuegos persistentes (ej.: combustión de plásticos envasados a granel).
- Ausencia de drenaje para ocupaciones que alberguen líquidos de bajo punto de inflamación momentáneo (flash point). Si el líquido no puede ser barrido a un drenaje o ahogado con espuma entonces se debe aguardar hasta que el mismo se consuma, lo cual depende de la cantidad de líquido presente. Por lo tanto, si bien el incendio puede llegar a estar físicamente confinado es necesario contar con una reserva adecuada de agua con el fin de enfriar el resto de la estructura, mercaderías o maquinarias que se encuentren amenazadas por el calor producido por el foco de incendio.
- Plantas industriales aisladas o sin colaboración externa.
- Fiabilidad y alternativas de la fuente de reposición de agua.
- Fiabilidad del sistema electromotor que lleva el agua desde la fuente de reposición al tanque de reserva.
- Posibilidad de inversión. A mayor reserva mayor costo del tanque e instalaciones.

Para calcular el volumen mínimo de la reserva de agua es necesario multiplicar la duración mínima de la reserva de agua por el caudal nominal estimado para la red de incendio en funcionamiento.



En algunos casos la reserva está definida en normativa específica, al establecer el tiempo de reserva y/o caudal de consumo, como, por ejemplo, algunas de la normativa reglamentaria de la ley 13.660.

## 7.2) Caudal de Funcionamiento

Para estimar el caudal de la red de incendio en funcionamiento (caudal nominal de la red de hidrantes) es necesario sumar los caudales de las bocas de incendio que pueden llegar a ser usadas durante la peor hipótesis posible de siniestro.

Si bien existen diferencias entre los caudales que fluyen por cada boca de incendio de una red, el caudal que fluye por una boca en particular, en última instancia, está determinado por innumerables factores. Para superar esta indeterminación, el cálculo de los caudales se realiza tomando un caudal promedio (Tabla 4) obtenido en forma empírica.

**Tabla 4: Caudal promedio por boca de incendio**

Diámetro de la boca	Caudal promedio [l/min]
1¾"	170
2½"	240

El caudal de funcionamiento está en relación directa con el tipo, modelo y cantidad de equipos de protección contra incendios que se quieran conectar y usar simultáneamente. No siempre se conecta una manguera con una lanza estándar.

La mejor forma de estimar el caudal que sale de una lanza es utilizar los datos que ofrecen los fabricantes de los accesorios que se van a usar, por ejemplo, para lanzas TGB el fabricante provee de información en sus catálogos.

### Lanza Chorro Pleno - Especificaciones Técnicas<sup>2</sup>

Ø nominal de la manguera mm (pulgada)	Consumo l/min a 5 bar	Presión de prueba (bar)
38,1 (1½")	180	30
44,5 (1¾")	180	30
50,8 (2")	180	30
63,5 (2½")	250	30

### Lanza Chorro Niebla - Especificaciones Técnicas<sup>3</sup>

Ø nominal de la manguera mm (pulgada)	Consumo en l/min a 6 bar		Presión de prueba (bar)
	chorro	niebla	
38,1 (1½")	130	350	30
44,5 (1¾")	130	350	30
50,8 (2")	130	350	30
63,5 (2½")	220	500	30

<sup>2</sup> Empresa TGB ([www.tgb.com.ar](http://www.tgb.com.ar)).

<sup>3</sup> Empresa TGB ([www.tgb.com.ar](http://www.tgb.com.ar)).

Si la lanza o equipo va a funcionar a una presión distinta a la informada en el catálogo del fabricante, entonces va a descargar mayor o menor caudal del informado, por lo tanto, se necesita aplicar la teoría de "descarga de agua a través de orificios" para poder saber el nuevo caudal de descarga a la presión de funcionamiento real.

### 7.3) Descarga de Agua a Través de Orificios

El método correcto para determinar el caudal que sale por una lanza es aplicando la teoría de descarga de fluidos por orificios.

Cuando un líquido sale de una tubería, conducto o recipiente a través de un orificio a la atmósfera, la presión normal o residual se convierte toda en presión de velocidad. El caudal del agua a través de un orificio puede expresarse en función de la velocidad y de la sección:

$$Q = a \times v$$

donde:

Q = caudal (m<sup>3</sup>/s)

a = sección (m<sup>2</sup>)

v = velocidad (m/s)

siendo:

$$v = \sqrt{2gh}$$

$$h = 0,102P_v$$

reemplazando nos queda:

$$Q = 0,066 \times d^2 \times \sqrt{P_v}$$

donde:

Q: caudal (l/mim)

d: diámetro interior (mm)

p<sub>v</sub>: presión de velocidad (kPa)

Las ecuaciones anteriores suponen que: (1) el chorro es continuo y del mismo diámetro que el orificio de salida y (2) que la totalidad de la altura se convierte en presión de velocidad, uniforme en toda la sección.

Pero este es un caso teórico al que no se llega nunca, como se verá en la explicación siguiente.

## 7.4) Coeficiente de Descarga

La fórmula anterior es ideal pues no considera la realidad de la descarga de un fluido por un orificio. En la realidad la velocidad y el diámetro sufren variaciones que son tenidas en cuenta por coeficientes que se introducen en la fórmula para corregirla.

### 7.4.1) Coeficiente de velocidad

En condiciones reales con lanzas u orificios, la velocidad, considerada como velocidad media en toda la sección del chorro, a veces es algo inferior a la velocidad calculada a partir de la presión. Esta reducción se debe al rozamiento del agua contra la lanza u orificio y a la turbulencia dentro de la lanza u orificio y se expresa mediante un coeficiente de velocidad ( $C_v$ ).

Los valores de  $C_v$  se calculan mediante pruebas de laboratorio. Cuando las lanzas están bien diseñadas, este coeficiente es casi constante y aproximadamente igual a 0,98.

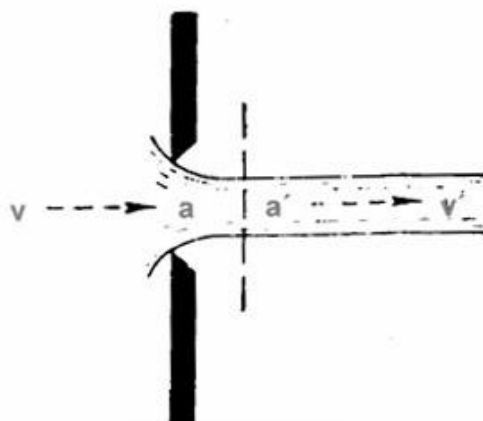
### 7.4.2) Coeficiente de Contracción

Al salir el agua por un orificio se contrae para formar un chorro cuya sección es inferior al del orificio. La contracción es completa en el plano  $a'$ , que está situado a una distancia del plano del orificio aproximadamente igual a la mitad del diámetro del chorro.

Esta diferencia se contempla mediante un coeficiente de contracción ( $C_c$ ). Para orificios con aristas vivas, su valor es aproximadamente de 0,62.

### 7.4.3) Coeficiente de Descarga

Los coeficientes de velocidad y contracción se combinan como un solo coeficiente denominado coeficiente de descarga ( $C_d$ ):



Caudal a través de un orificio normalizado

$$C_d = C_v \times C_c$$

Por consiguiente, la ecuación básica del caudal se puede escribir así:

$$Q = 0,066 \times c_d \times d^2 \times \sqrt{p_v}$$

El coeficiente de descarga  $C_d$  se define como la relación entre la velocidad de descarga real y teórica. Para un orificio o lanza específica, los valores de  $C_d$  se calculan mediante procedimientos normalizados de ensayo a partir de esta definición.

Existen coeficientes de descarga para la salida del agua a través de hidrantes, lanzas de mangueras, rociadores automáticos y otros orificios corrientes de protección contra incendios.

En la tabla 5 se incluyen los valores representativos de esos coeficientes de descarga. Como antes, estos coeficientes sólo se aplican cuando sale agua por todo el orificio o lanza con un perfil de velocidad razonablemente uniforme.

**Tabla 5: Coeficientes de descarga típicos de lanzas de chorro compacto**

Tipo de Orificio	$C_d$
Rociador normal medio (diámetro nominal 1/2")	0,75
Rociador normal medio (diámetro nominal 17/32")	0,95
Rociador normal medio (diámetro nominal 0,64")	0,90
Orificio normalizado (aristas vivas)	0,62
Lanza de bordes lisos, en general	0,96 - 0,98
Tubos ajustables Underwriter o similares	0,97
Lanzas de diluvio o de divergencia	0,997
Tubería abierta lisa y bien redondeada	0,90
Tubería abierta, abertura con rebabas	0,80
Boca de hidrante con salida lisa y bien redondeada, a pleno caudal	0,90
Boca de hidrante con aristas vivas	0,80
Boca de hidrante con salida cuadrada que se introduce en el cuerpo del hidrante	0,70

Cuando el fabricante no provee el dato del coeficiente de descarga, este se puede calcular a partir del caudal y presión de funcionamiento informado, procediendo de la siguiente forma:

Se parte de la fórmula corregida.

$$Q = 0,066 \times c_d \times d^2 \times \sqrt{p_v}$$

y se reduce a:

$$Q = k \sqrt{p_v}$$

dado que para un equipo en particular el diámetro también es una constante. Despejando  $k$  resulta:

$$k = \frac{Q}{\sqrt{p_v}}$$

A modo de ejemplo recalcularemos el caudal para una lanza chorro pleno/niebla de TGB para 2 ½" donde resulta según catálogo: 500 l/min a 6 bar (600 kPa).

$$k = \frac{500}{\sqrt{600}} = 20,41$$

Para una presión de funcionamiento de la lanza de 9 bar (900 kPa), el caudal resulta:

$$Q_{9bar} = 20,41 \sqrt{900}$$

$$Q_{9bar} = 612 \text{ l/min}$$

Si no se hacen estas correcciones se pueden cometer errores en el cálculo de la reserva de agua, resultando menor a lo necesario.

Suponiendo un tiempo de funcionamiento de la red de incendios de 60 minutos y para un caudal de 500 l/min resulta en 30.000 litros de agua para la reserva. Si ahora la lanza en vez de funcionar a 6 bar lo hace a 9 bar, el caudal que descarga es de 612 l/min (36.000 litros de reserva para 60 minutos), lo que reduce la reserva a sólo 49 minutos.

## 7.5) Caudal para Cañería Elevadora

### Clase I y III

El caudal mínimo para la cañería elevadora más alejada hidráulicamente será de 1.893 l/min. El caudal mínimo para las cañerías elevadora adicionales será de 946 l/min por cada cañería elevadora, el total no excederá los 4.731 l/min.

#### Procedimiento hidráulico del cálculo

Calculado hidráulicamente el diámetro de las cañerías elevadoras serán basados en el abastecimiento de 946 l/min, en cada una de las dos conexiones más altas de la toma hidráulicamente más remota.

La tubería común será calculada para proporcionar el caudal requerido para todas las cañerías elevadoras conectadas, con tal que la tubería de la fuente no exceda los 4.731 l/min.

## Clase II

El caudal mínimo para cañería elevadora más alejada hidráulicamente será de 379 l/min. El caudal adicional no será requerido donde se proporciona más de una cañería elevadora.

### Procedimiento hidráulico del cálculo

Calculado hidráulicamente el diámetro de las cañerías elevadoras serán basados en el abastecimiento de 379 l/min, en la conexión hidráulicamente más remota en la cañería elevadora. Las cañerías elevadoras serán calculadas para proporcionar 379 l/min.

### Para sistemas combinados

Para un sistema combinado en un edificio equipado parcialmente con rociadores automáticos, el caudal requerido será aumentado en una cantidad igual a la demandada hidráulicamente calculada a 568 l/min del rociador para las ocupaciones ligeras del peligro, o por 1.893 l/min para las ocupaciones ordinarias del peligro.

## 7.6) IRAM 3.597/2013. Sistema de Hidrantes y Bocas de Incendio

IRAM establece el caudal de bombeo y el tiempo de reserva en función del riesgo de la actividad y de la superficie a proteger.

### 5.3 Determinación del volumen de agua para el sistema

El volumen mínimo de agua se obtiene multiplicando el caudal de la tabla 1 por la duración de la demanda indicada en la columna tiempo de dicha tabla, obteniéndose los valores siguientes:

Tabla 1 - Caudal mínimo del sistema

Riesgo	Superficies S (m <sup>2</sup> )			Tiempo (min)
	S ≤ 2 500 (l/min)	2 500 < S ≤ 10 000 (l/min)	10 000 < S < 20 000 (l/min)	
Leve	750	1 000	1 500	30
Moderado, grupo I	1 000	1 000	1 500	45
Moderado, grupo II	1 000	1 500	2 000	60
Alto riesgo	1 500	2 000	3 000	60

## 8) PRESIONES EN LOS HIDRANTES

Al diseñar la red de incendio es necesario tener en cuenta las presiones mínimas y máximas de funcionamiento para las bocas de incendio. En función del tipo de riesgo del local debe definirse qué tipo de boquilla será necesario colocar en cada lanza.

Una vez definida la presión máxima de los hidrantes, hay que identificar a los hidrantes más desfavorable, tanto sea por ser el más alejado de la sala de bombas, como aquel que tiene muchos accesorios en el camino o una suma de estos, además, por ser el hidrante donde se tiene que alcanzar mayor presión de salida del agua por razones técnicas u operativas.

La presión a la salida de la bomba deberá ser calculada hidráulicamente, y será aquella que sumando la pérdida de carga para llegar al hidrante más desfavorable más la presión de operación del hidrante, dé el valor más alto.

Presión	Clase I (bar)	Clase II (bar)
Presión máxima a no exceder en ningún punto del sistema	24	
Presión máxima conexión manguera	12	7
Presión mínima conexión manguera	7	4,5

## 9) DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN NOMINAL EN LA IMPULSIÓN

El cálculo hidráulico completa el diseño del sistema, permitiendo determinar sus condiciones de funcionamiento reales y efectuar las modificaciones o ajustes que sean necesarios.

Los pasos básicos a dar son:

- Selección de la zona del establecimiento más desfavorable hidráulicamente.
- Cálculo de la pérdida de presión desde la zona más desfavorable hasta la acometida de la red general de incendios o del abastecimiento de agua.

En el cálculo pueden distinguirse dos partes:

- El cálculo hidráulico de las mangueras: partiendo de la presión en la boca de conexión, se determinan el caudal y la pérdida de carga en el conjunto manguera/lanza.

En la práctica no es común calcular las pérdidas producidas en las mangueras y lanzas, para suplir este calculo que es engorroso y tener en cuenta las pérdidas producidas por las mangueras se puede sumar 1,8 bar, esto sirve para compensar las pérdidas de mangueras forradas de goma de:

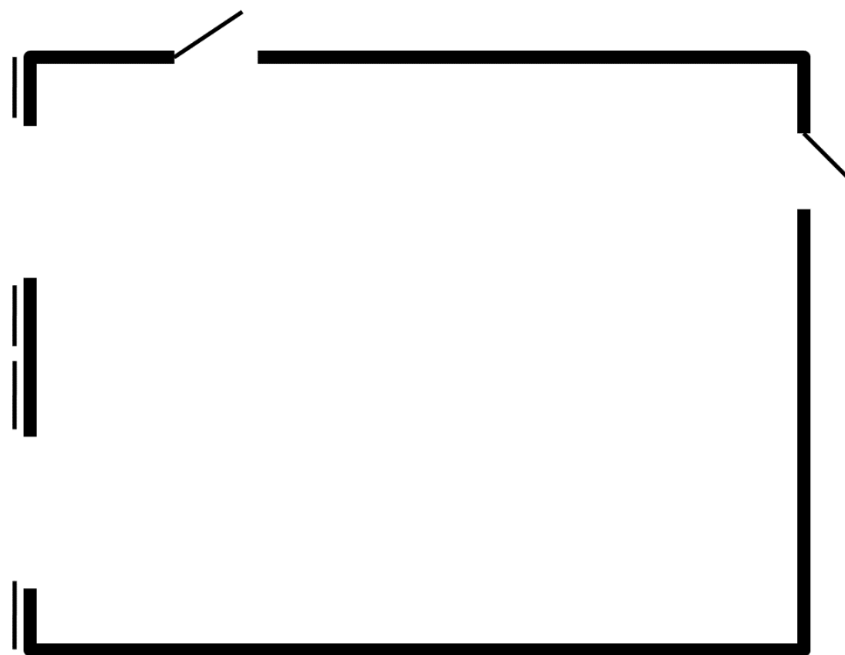
- 60 metros de longitud y 2½" de diámetro para un caudal de 947 l/min.
- 60 metros de longitud y 2" de diámetro para un caudal de 473 l/min.
- 45 metros de longitud y 1¾" de diámetro para un caudal de 379 l/min.
- El cálculo hidráulico de la red de tuberías: partiendo de la presión y del caudal necesario en la boca de conexión hidráulicamente más desfavorable se determina, en cada tramo la pérdida de carga real.

Otra manera de hacer este paso, método que es muy precario, es el siguiente: Una vez identificado el mayor valor de presión necesario en un hidrante, se debe incrementar a este en un 10 %. Por ejemplo, en una fábrica se ha determinado que la protección será provista por lanzas equipadas con picos para niebla, de la tabla correspondiente la presión óptima de funcionamiento para estas lanzas es de 6,9 bar, este valor incrementado en un 10% es de 7,59 bar, el cual aproximamos a 7,6 bar, por lo tanto la presión medida a la salida de la bomba de incendio debe ser igual o superior a los 7,6 bar.

Este método puede ser utilizado, al menos como provisorio, en redes de incendio reducidas y de corta longitud.

## 10) PROBLEMA RESUELTO DE ANTEPROYECTO DE RED DE HIDRANTES

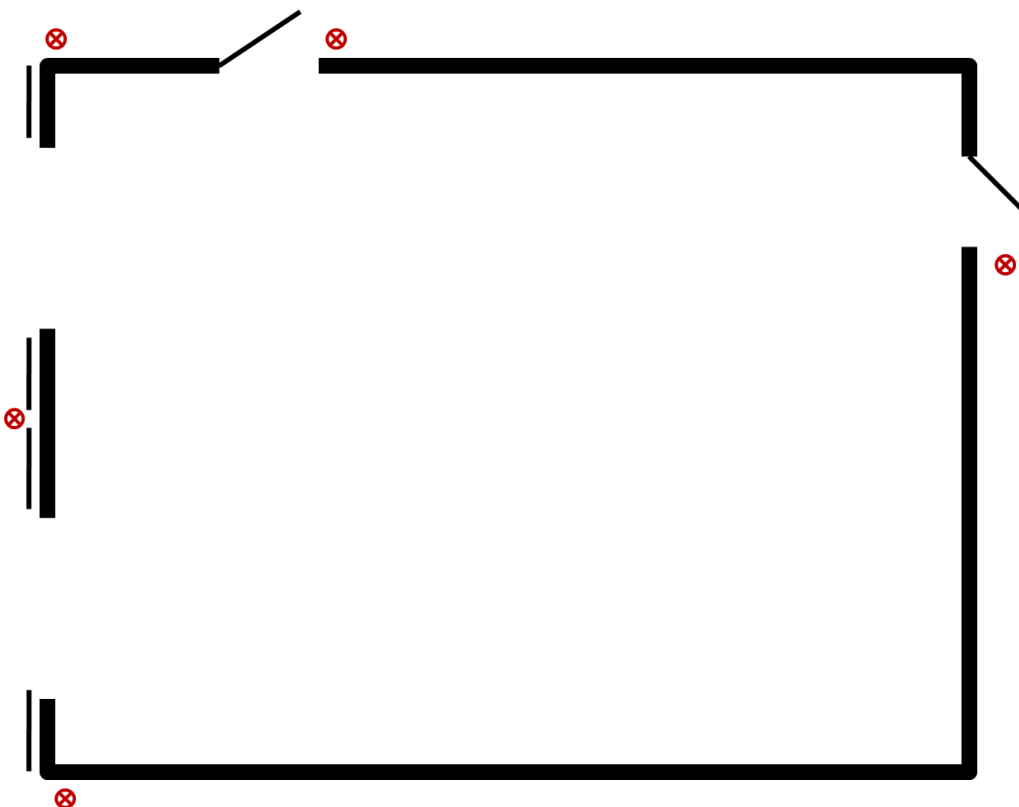
Partimos del plano en planta de un galpón de uso industrial, por ejemplo un depósito de mercaderías de uso múltiples.



### ETAPA 1: DISEÑO DE LA RED DE INCENDIOS

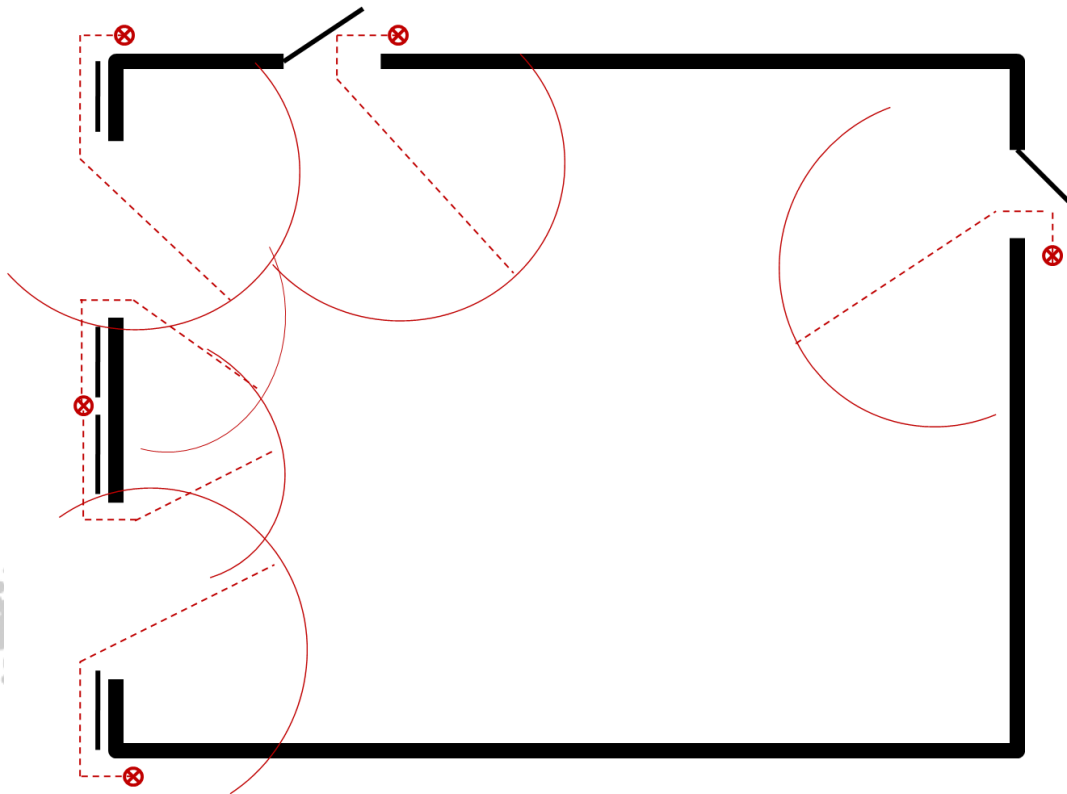
#### Paso 1: Ubicar Hidrantes

**Paso 1.1:** Ubicar hidrantes en los accesos al galpón.

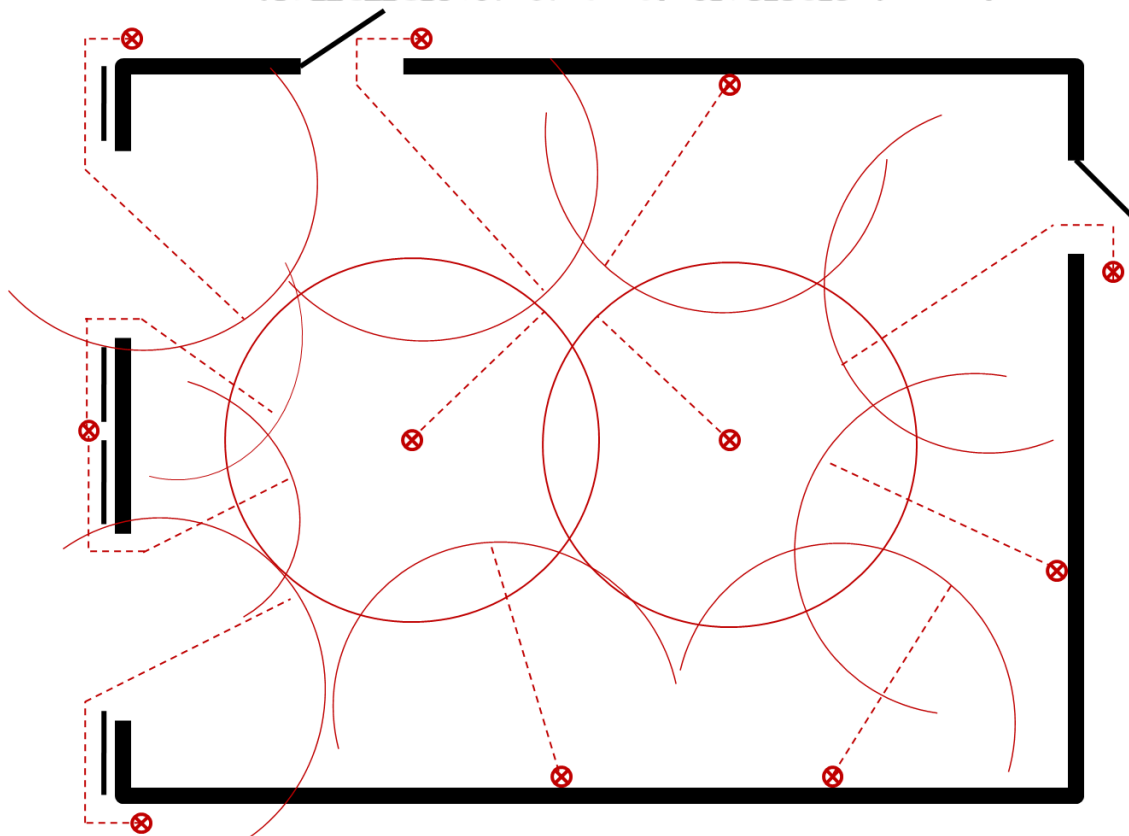




**Paso 1.2:** Marcar en el plano la cobertura de cada hidrante en función de la longitud de la manguera a instalar.



**Paso 1.3:** Agregar más hidrantes para lograr el objetivo de "Cobertura del 100% de la superficie del piso con mangueras".



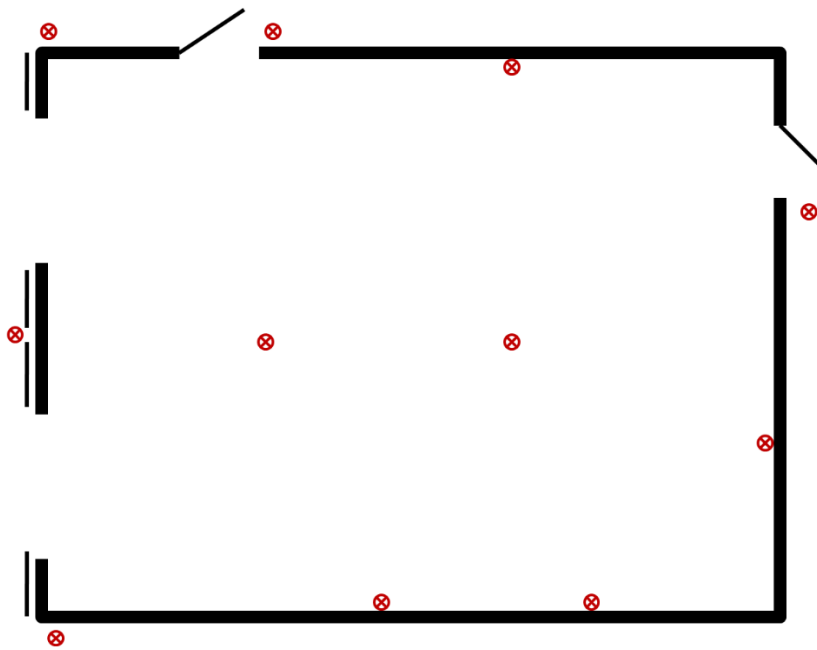
**Paso 1.4:** Agregar más hidrantes en función de estrategias especiales de extinción.

### **Paso 2: Unir hidrantes mediante cañerías**

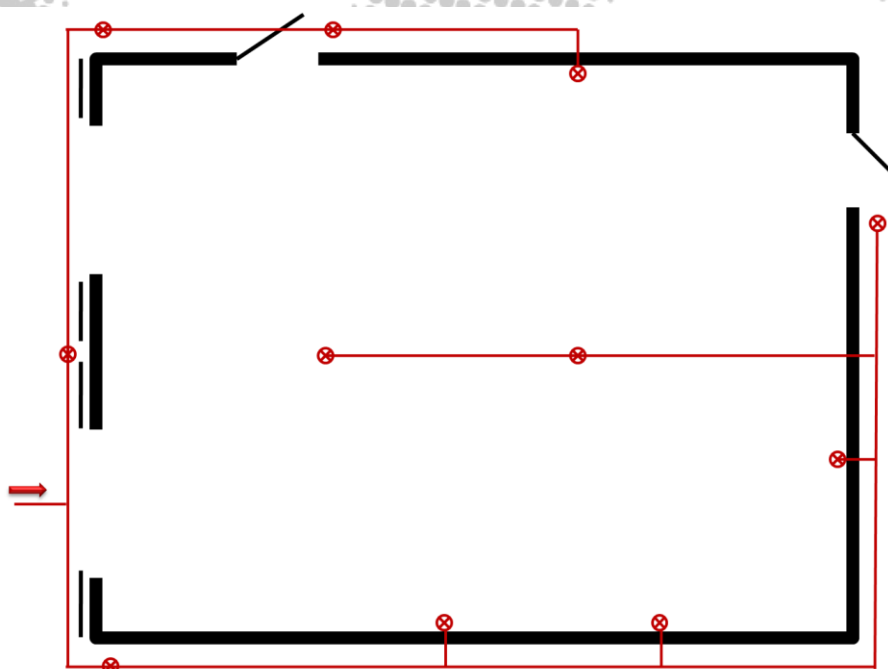
Para unir los hidrantes con cañerías primero se deberá definir la forma constructiva de la misma, y podemos optar entre la forma de anillo, ramal, o anillo con derivaciones en ramales.

Para poder realizar este paso también deberemos ubicar el área de ubicación del Tk de abastecimiento de agua, de acuerdo en donde esté el tk de agua, va a variar el diseño de la red de incendios.

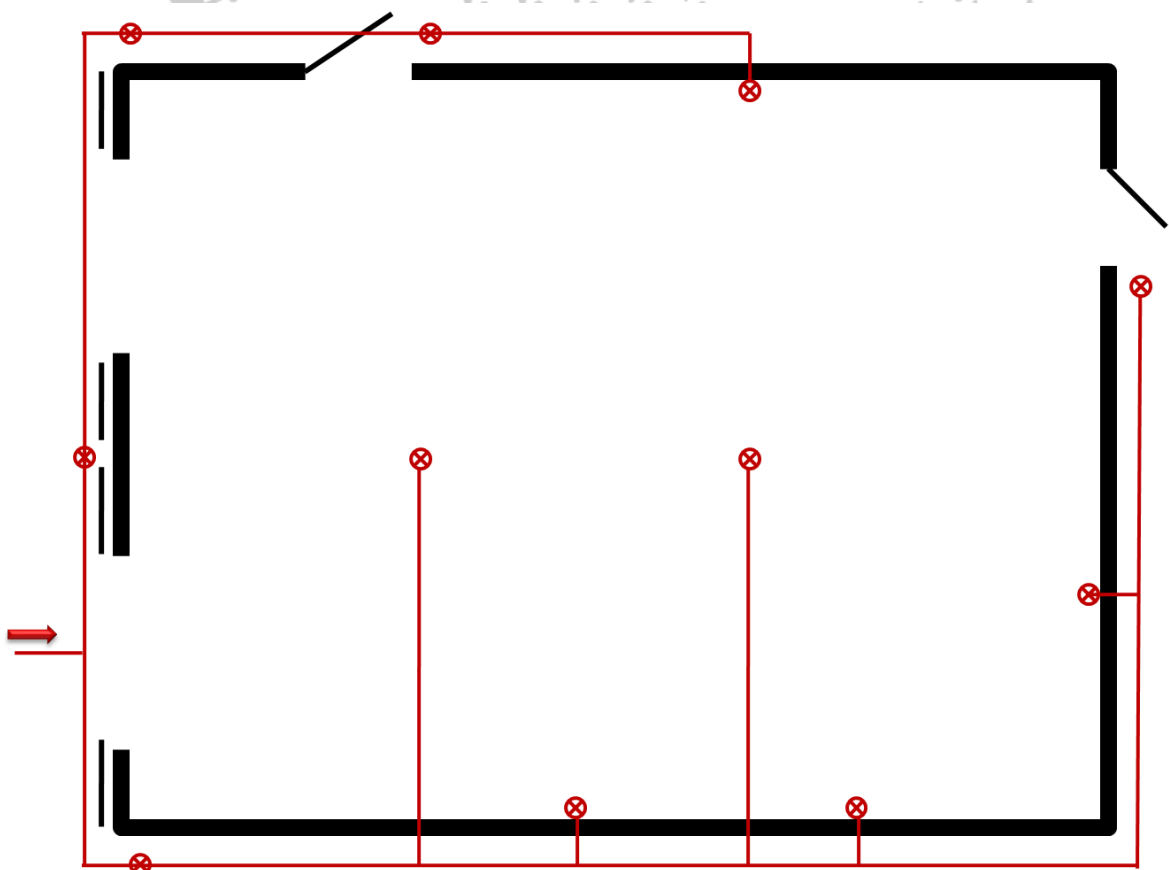
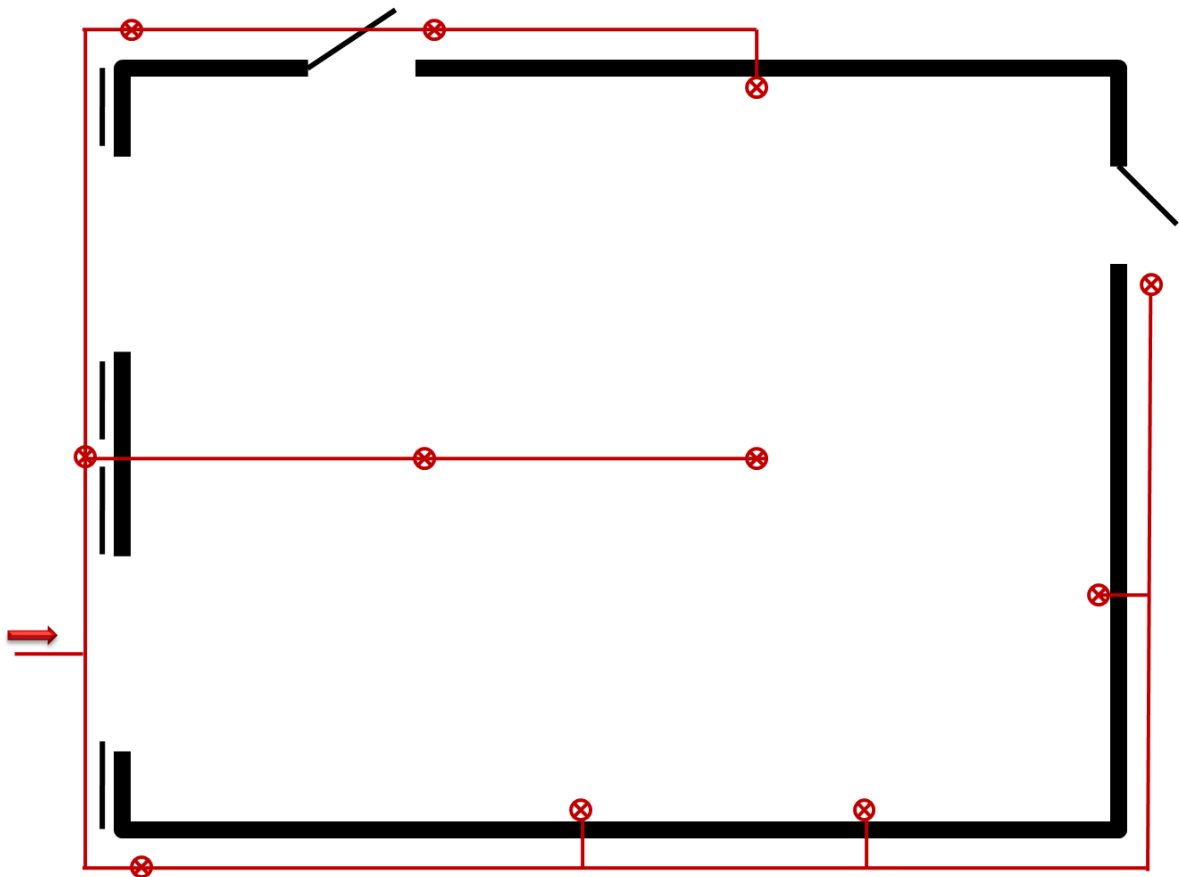
Partimos del plano con la ubicación de los hidrantes.



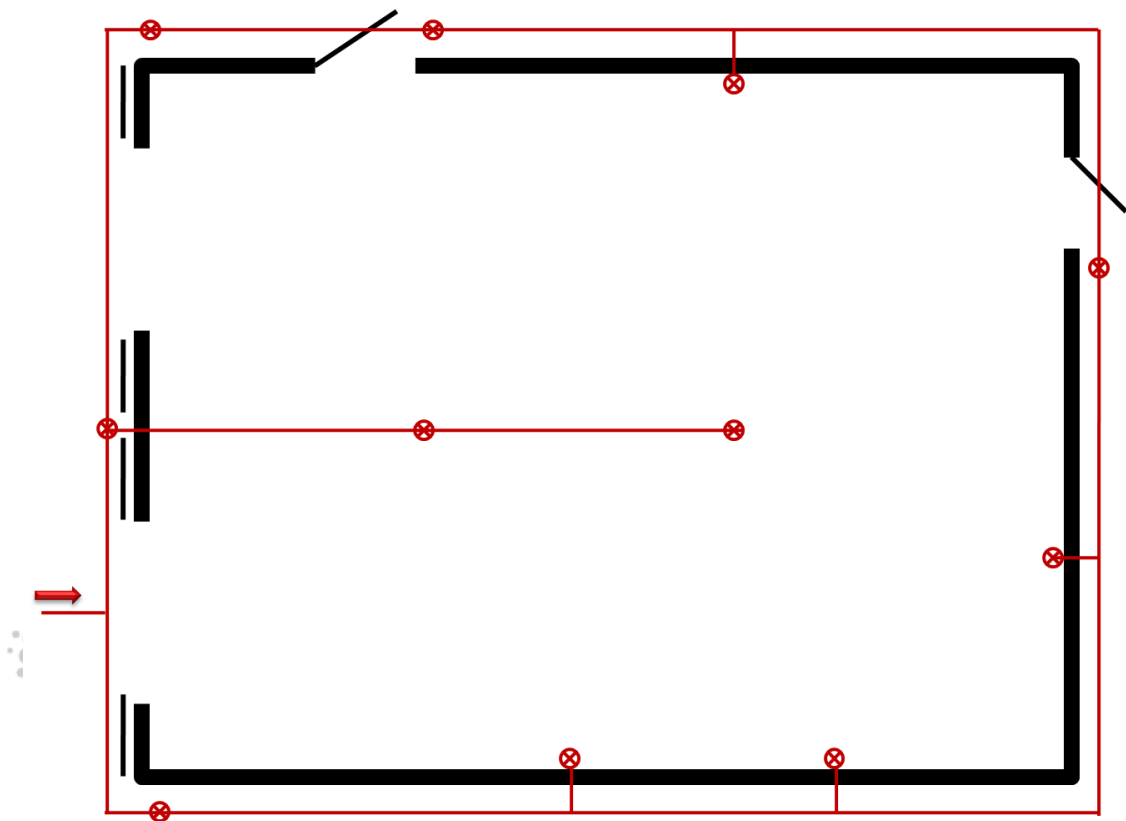
### **Diseño en forma de ramal**



Otras alternativas conforme se disponga de soportes para las cañerías.

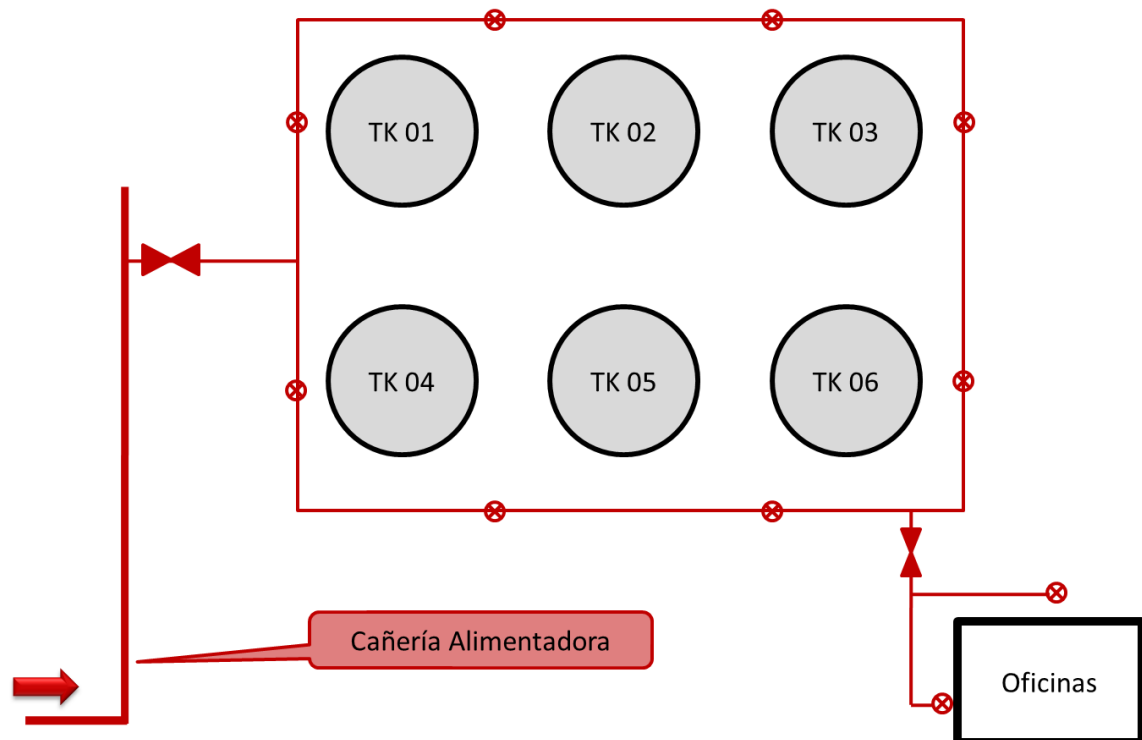


**Diseño en forma de anillo con bifurcaciones internas**

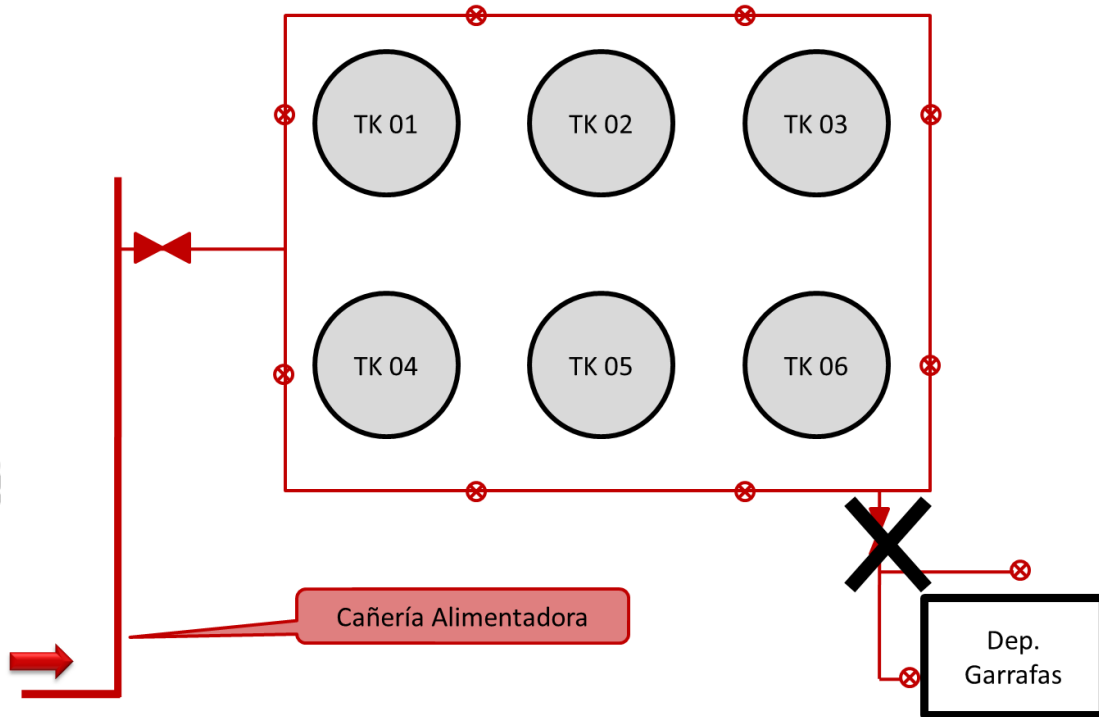


**Análisis de un problema de bifurcación**

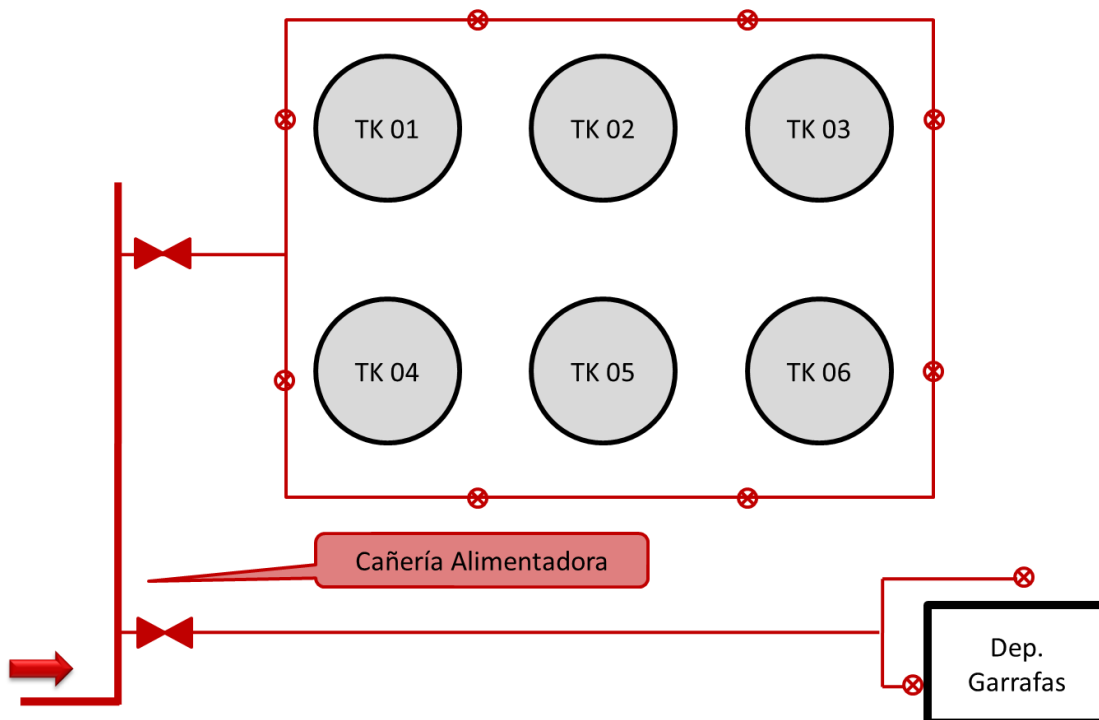
En el siguiente diagrama podemos ver la conexión de un ramal desde anillo de tanques para alimentar a una oficina. Dado que las oficinas son de bajo riesgo esta conexión es aceptable desde el punto de vista de la fiabilidad.



Pero si en vez de ser una oficina el sector fuese por ejemplo un depósito de garrafas, es decir, un sector de alto riesgo desde el punto de vista de la extinción, la conexión del ramal desde el anillo de los tanques de combustibles no es la mejor solución dado que se traduce en un sector con una baja fiabilidad, si hay un incendio o explosión y como consecuencia una rotura o salida de servicio del anillo de los tanques, el ramal del depósito de garrafa queda inutilizado.



La solución es la indicada en el esquema siguiente, donde el ramal del depósito de garrafas se conecta directamente desde una cañería de alimentación, que por diseño e instalación ofrece mayor nivel de fiabilidad.

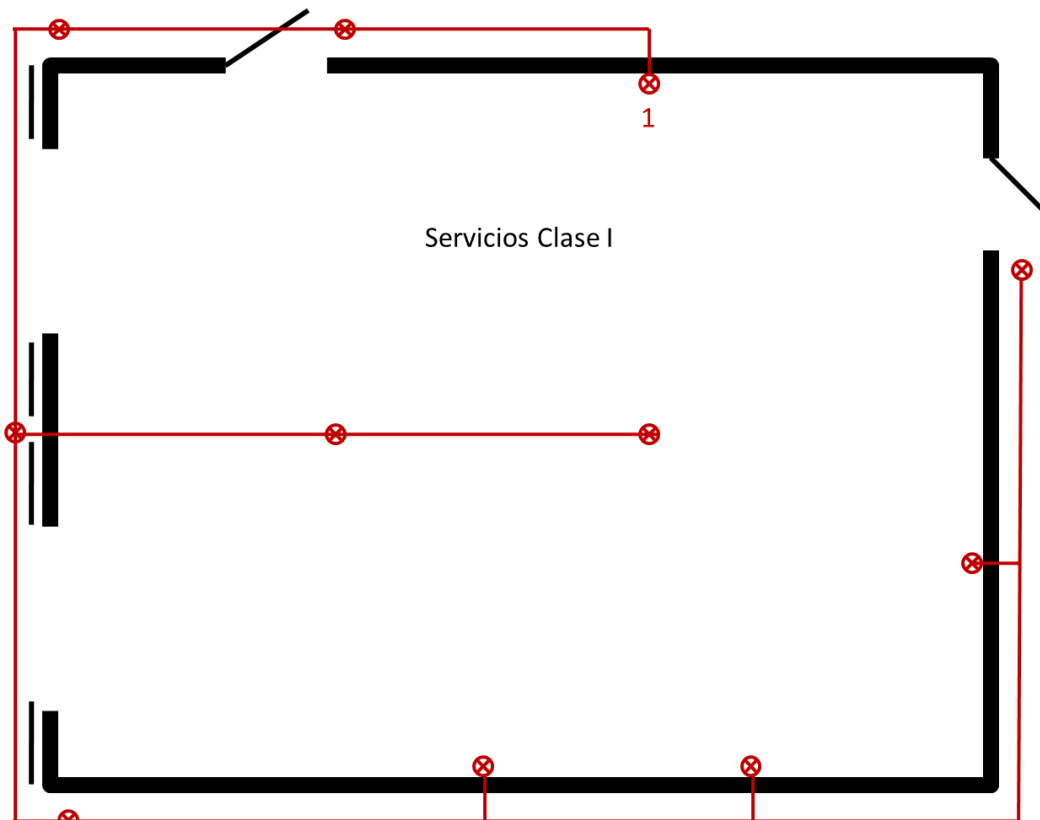


### Paso 3: Determinar diámetro de las cañerías.

Para unir los hidrantes con cañerías, primero debemos definir la clase de servicio de nuestra red de incendios. Podemos optar entre Red de Incendios Clase I, II o III. Cada una de estas clases tiene presiones, diámetro y caudales distintos.

#### Ejemplo para una Red Clase I Tipo Ramal

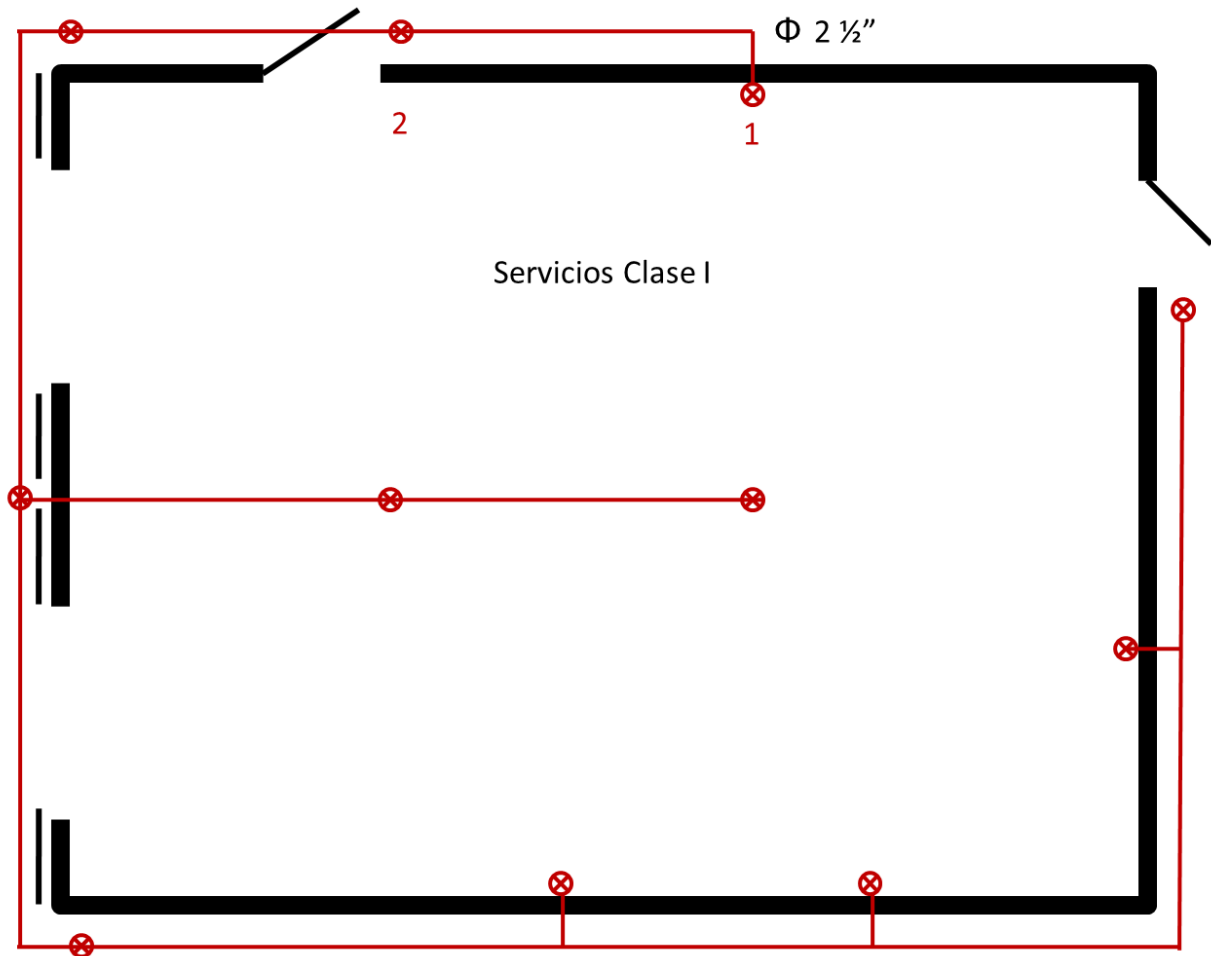
Diseño de los diámetros de las cañerías para alimentar los hidrantes del siguiente esquema de una red de incendios del tipo ramal de Clase I.



Cañería que une al hidrante 1. Se empieza por el hidrante más extremo, en este caso por la cañería que une al hidrante 1. Las cantidad de hidrantes que alimenta está cañería es uno. Aplicando la Tabla 2 surge que el diámetro de la cañería para una red Clase I es de 2 ½”.

Cant. de hidrantes (*)	Hidrantes de 1¾" de diámetro	Hidrantes de 2½" de diámetro
1	2"	2 ½"
2	2 ½"	3"
3	3"	3"
4	3"	3 ½"
5	3"	3 ½"
6	3 ½"	4"
7	3 ½"	4"

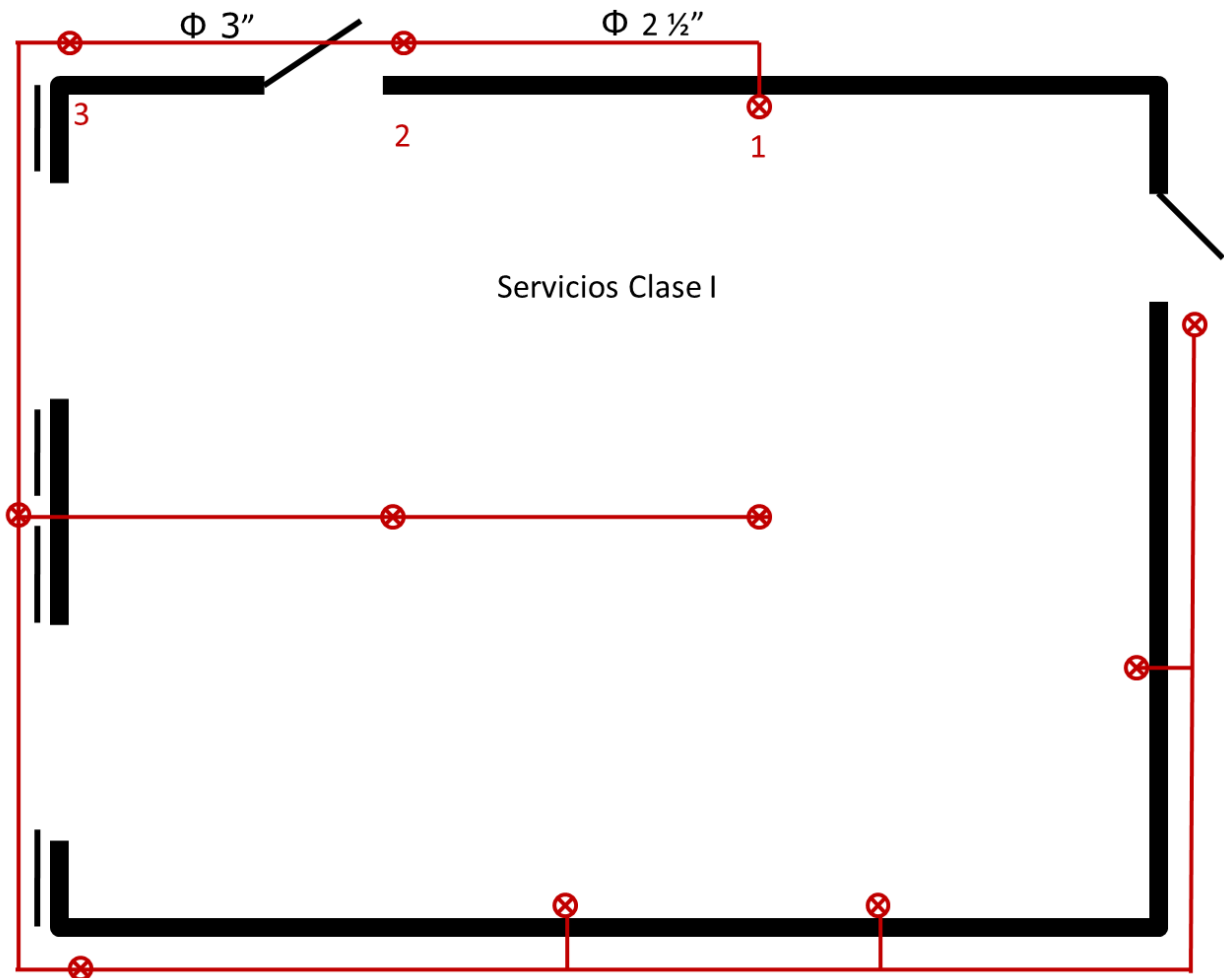
(\*) Aguas abajo del tramo de cañería



Cañería que une al hidrante 2. La cantidad de hidrantes que alimenta está cañería es de dos. De la Tabla 2 surge que para alimentar a dos hidrantes, el diámetro de la cañería para una red Clase I es de 3\".

Cant. de hidrantes (*)	Hidrantes de 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " de diámetro	Hidrantes de 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " de diámetro
1	2"	2 1/4"
2	2 1/2"	3"
3	3"	3"
4	3"	3"
5	3"	3 1/2"
6	3"	3 1/2"
7	3 1/2"	4"
8	3 1/2"	4"

(\*) Aguas abajo del tramo de cañería

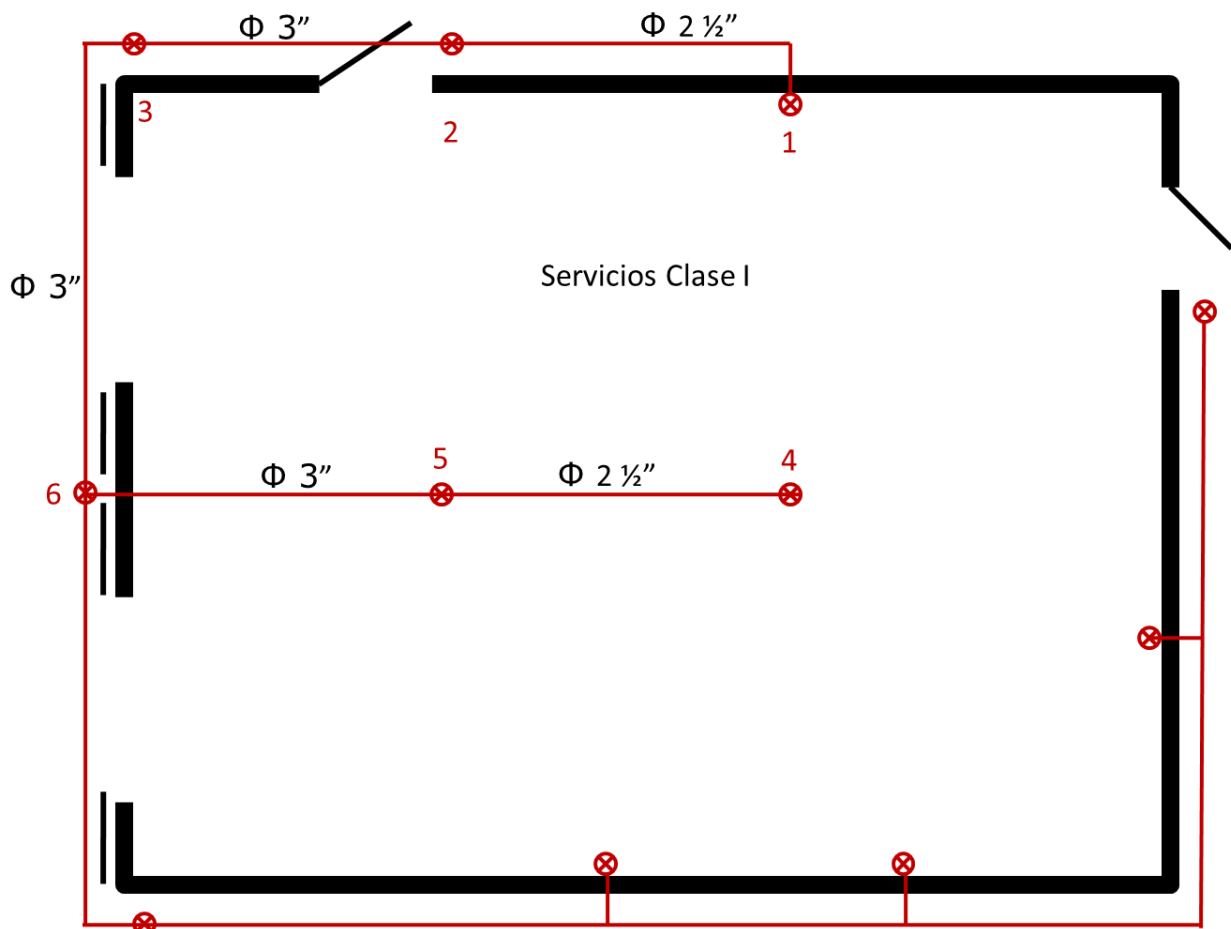


Cañería que une al hidrante 3. Las cantidad de hidrantes que alimenta está cañería es de tres. De la Tabla 2 surge que para alimentar a tres hidrantes, el diámetro de la cañería para una red Clase I es de 3\".

Cant. de hidrantes (*)	Hidrantes de 1 <sup>3</sup> / <sub>4</sub> " de diámetro	Hidrantes de 2 <sup>1</sup> / <sub>2</sub> " de diámetro
1	2"	2 1/2"
2	2 1/4"	3"
3	3"	3"
4	3"	3"
5	3"	3 1/2"
6	3"	3 1/2"
7	3 1/2"	4"
8	3 1/2"	4"

(\*) Aguas abajo del tramo de cañería

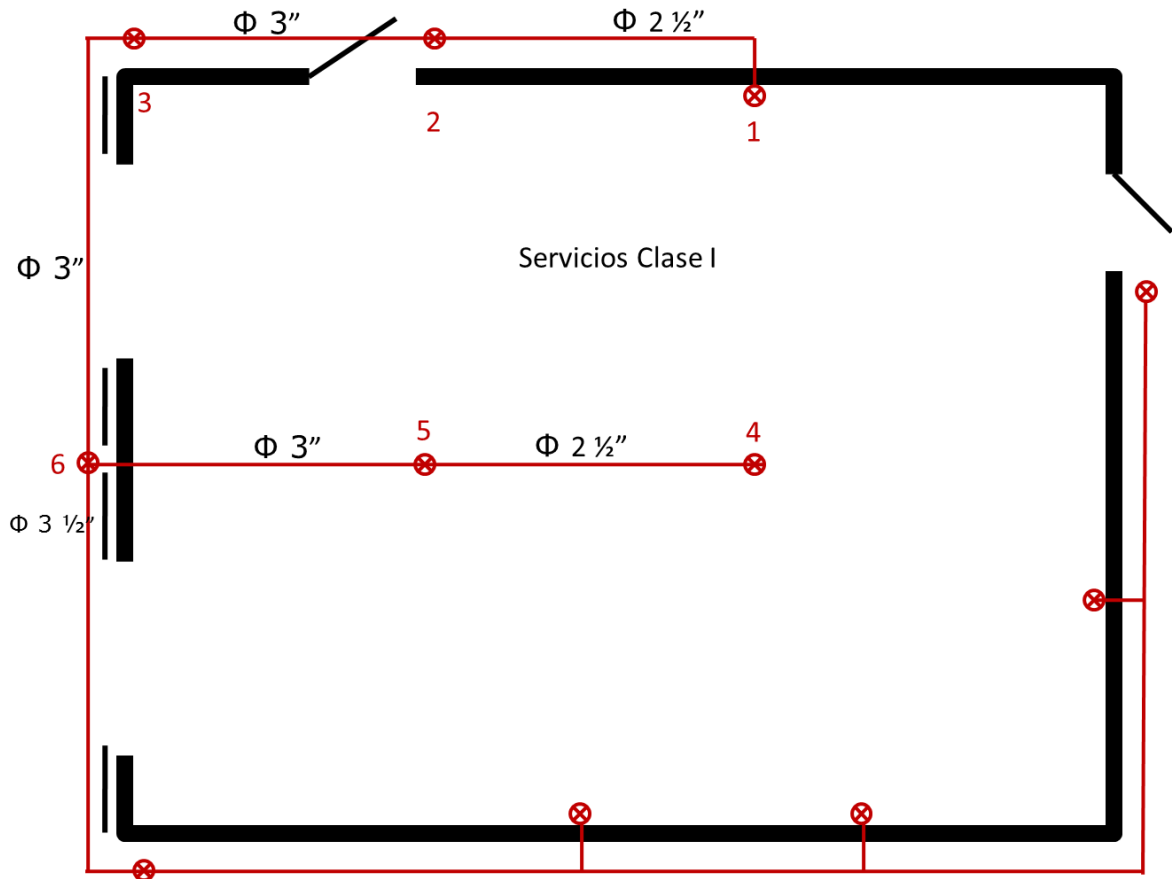




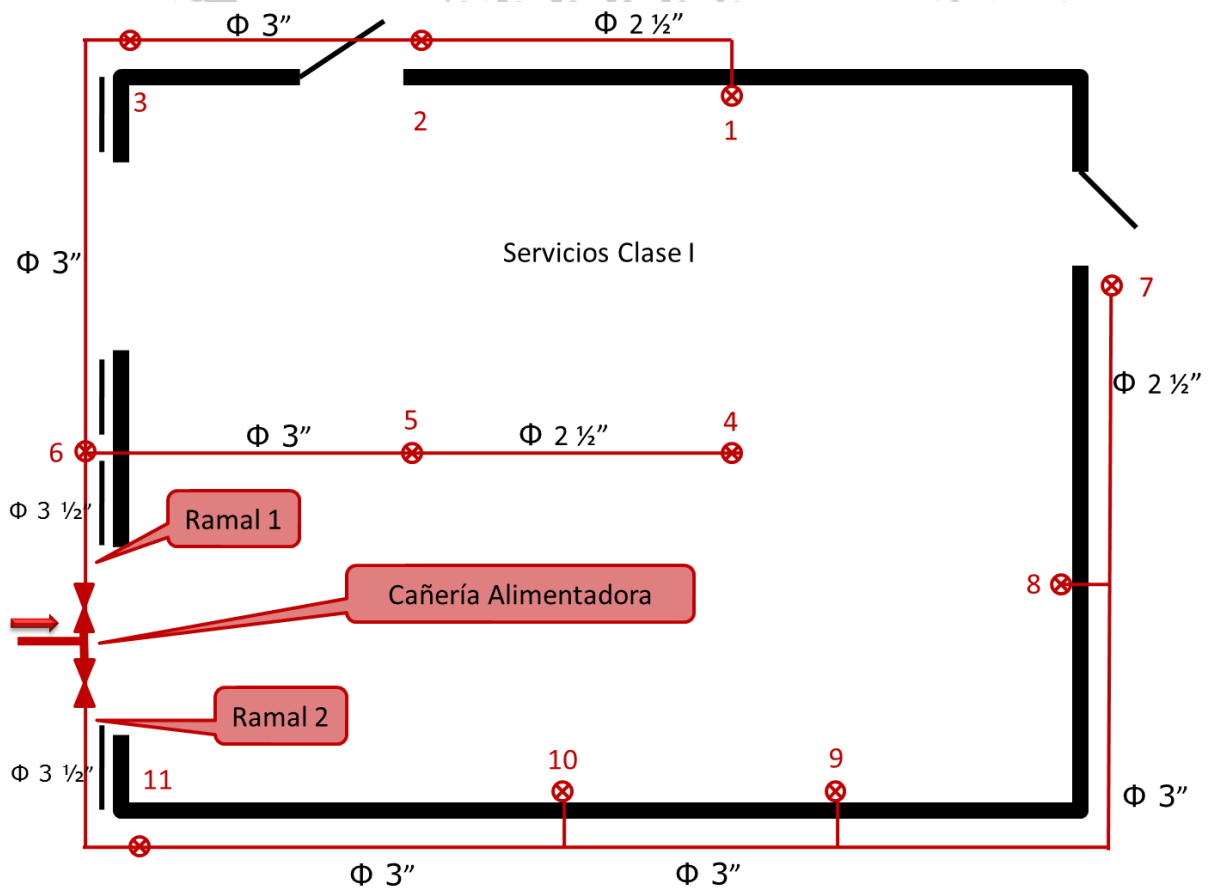
Cañería que une al hidrante 6. Las cantidad de hidrantes que alimenta está cañería es de seis. De la Tabla 2 surge que para alimentar a seis hidrantes, el diámetro de la cañería para una red Clase I es de 3 1/2".

Cant. de hidrantes (*)	Hidrantes de 1 3/4 " de diámetro	Hidrantes de 2 1/2" de diámetro
1	2"	2 1/2"
2	2 1/2	3"
3	3"	3"
4	3"	3"
5	3"	3 1/4"
6	3"	3 1/2"
7	3 1/2"	4"
8	3 1/2"	4"

(\*) Aguas abajo del tramo de cañería



Siguiendo el esquema, el resto de la instalación queda:

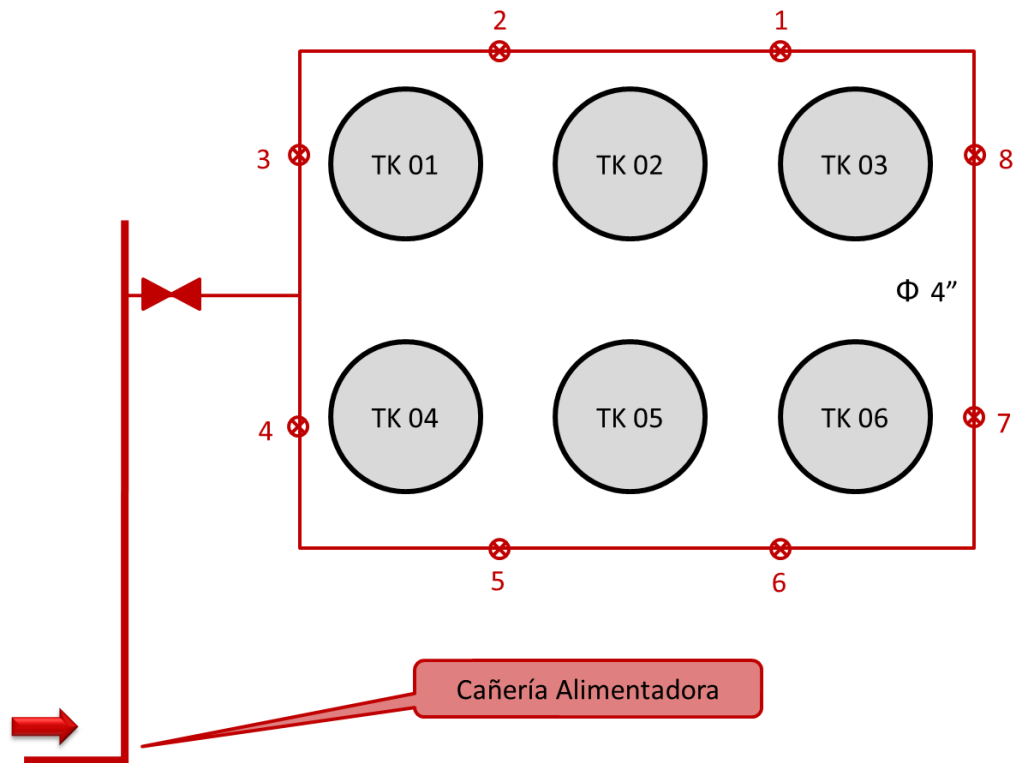


### Ejemplo para una Red Clase I Tipo Anillo

Diseño de los diámetros de las cañerías para alimentar los hidrantes del siguiente esquema de una red de incendios del tipo anillo de Clase I.

#### Anillo de 8 hidrantes

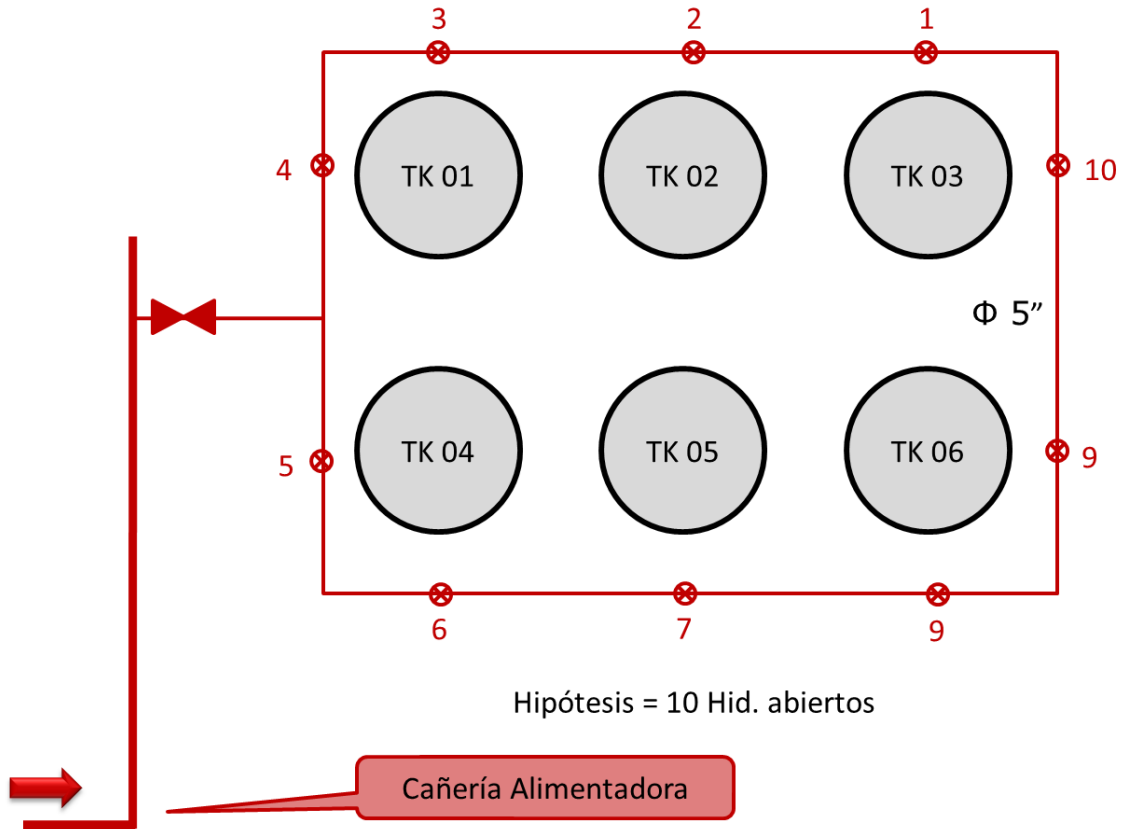
Como se trata de un anillo de 8 hidrantes el diámetro que le corresponde a todo el anillo es de 4".



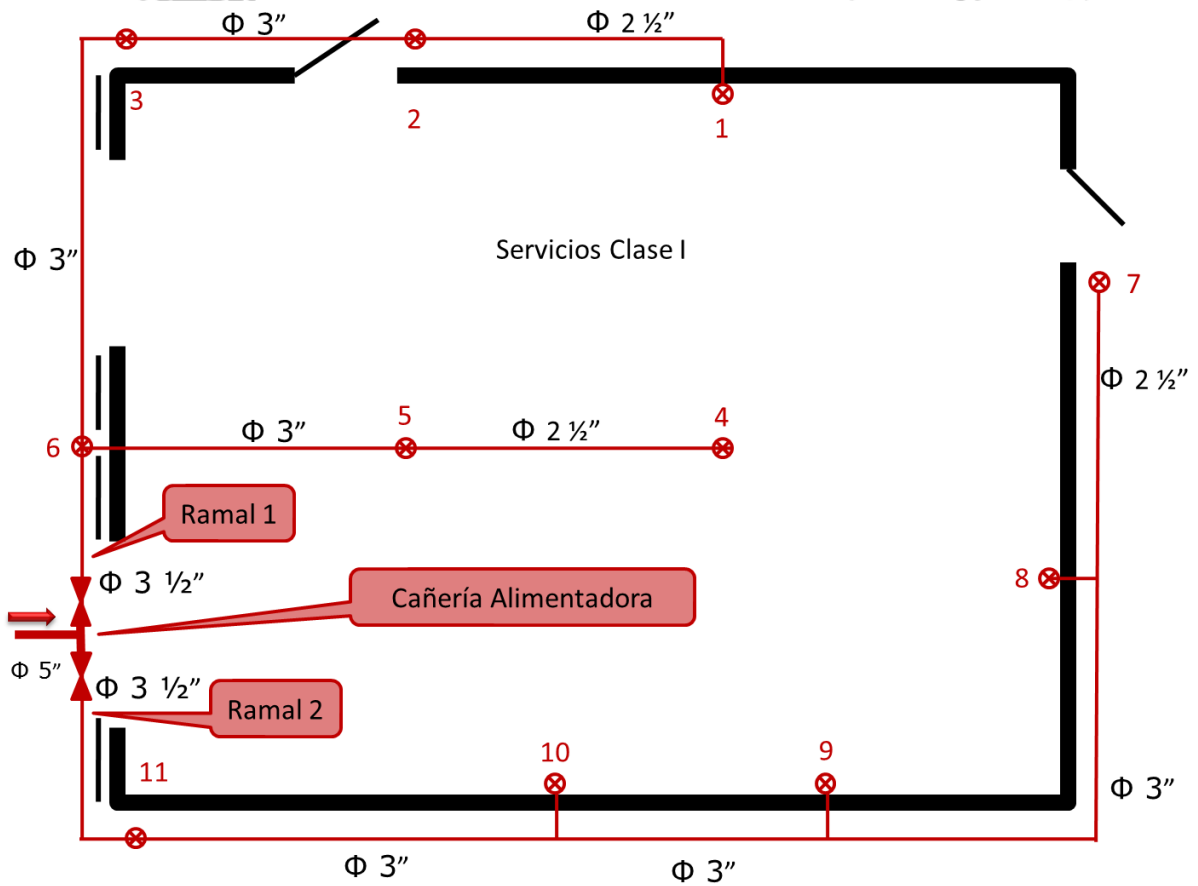
#### Anillo de 10 hidrantes

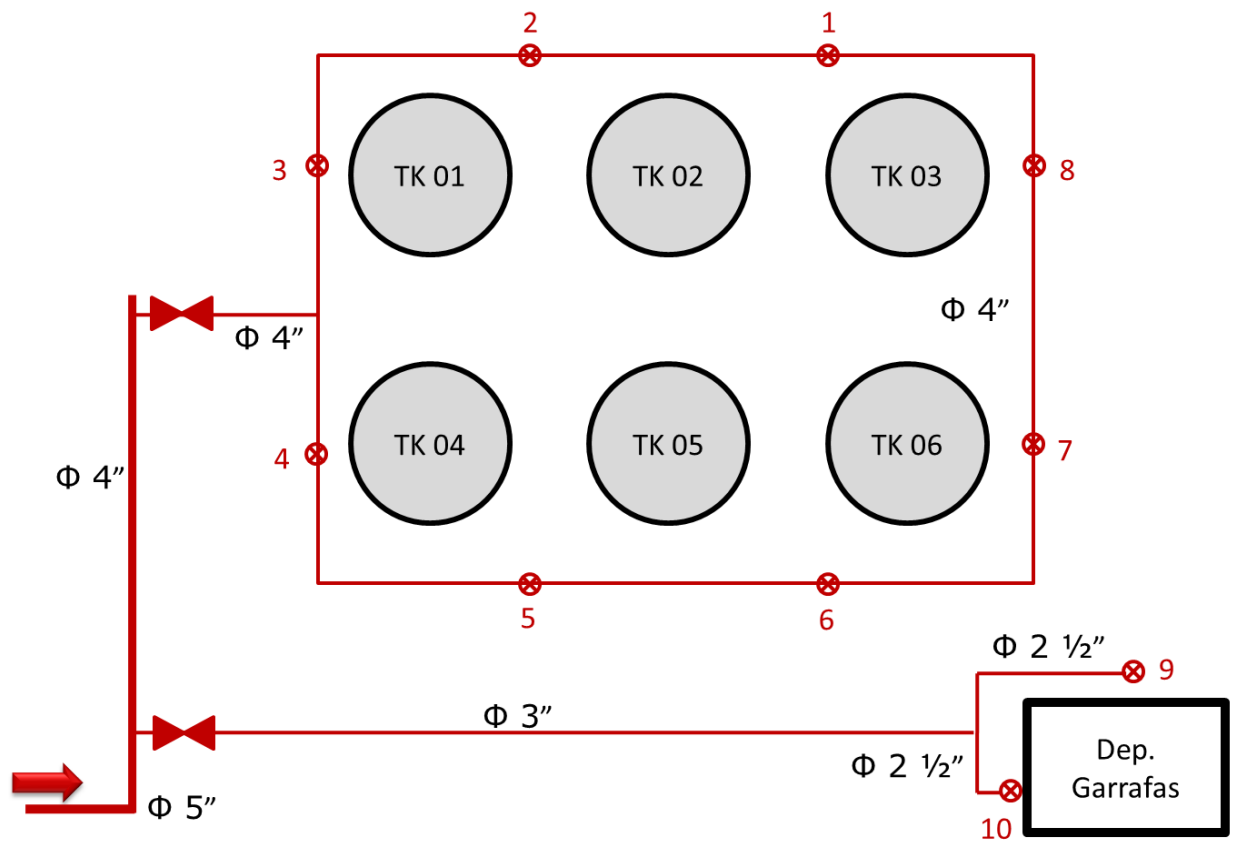
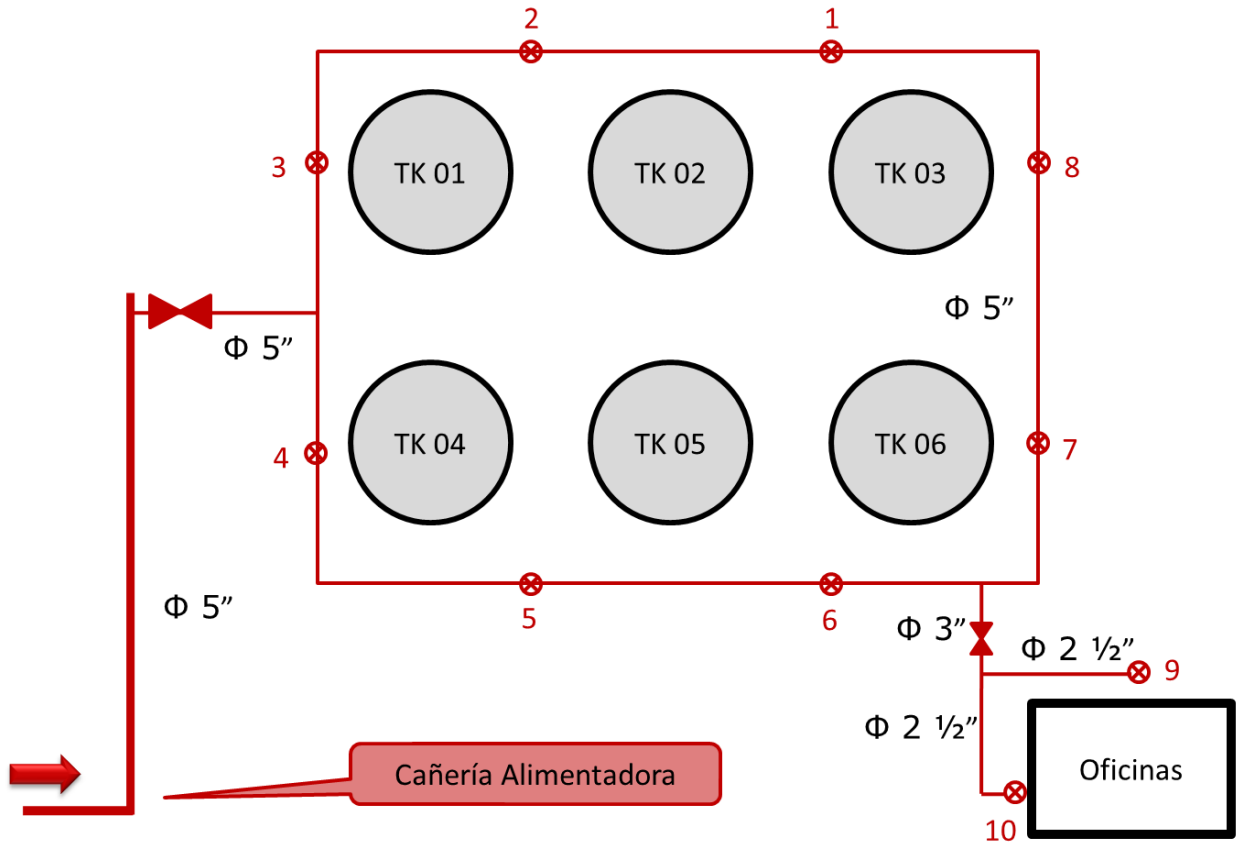
Si partimos de la base que se usarán como máximo 8 hidrantes, entonces estamos en el caso anterior y el diámetro de todo el anillo es de 4", pero si usamos la hipótesis de que van a ser usados los diez hidrantes, entonces el cálculo se hace considerando al anillo como una cañería de alimentación, y por consiguiente se usa la Tabla 3. Diez hidrantes corresponde a dos cañerías de alimentación, si partimos de la base que un ramal puede tener como máximo hasta ocho hidrantes.

Cantidad de ramales aguas abajo de la cañería de alimentación	Diámetro del tramo de cañería alimentación
1 ramal	4"
2 ramales	5"
3 ramales	6"
4 ramales	8"
5 ramales	8"
6 ramales	8"
7 ramales	8"



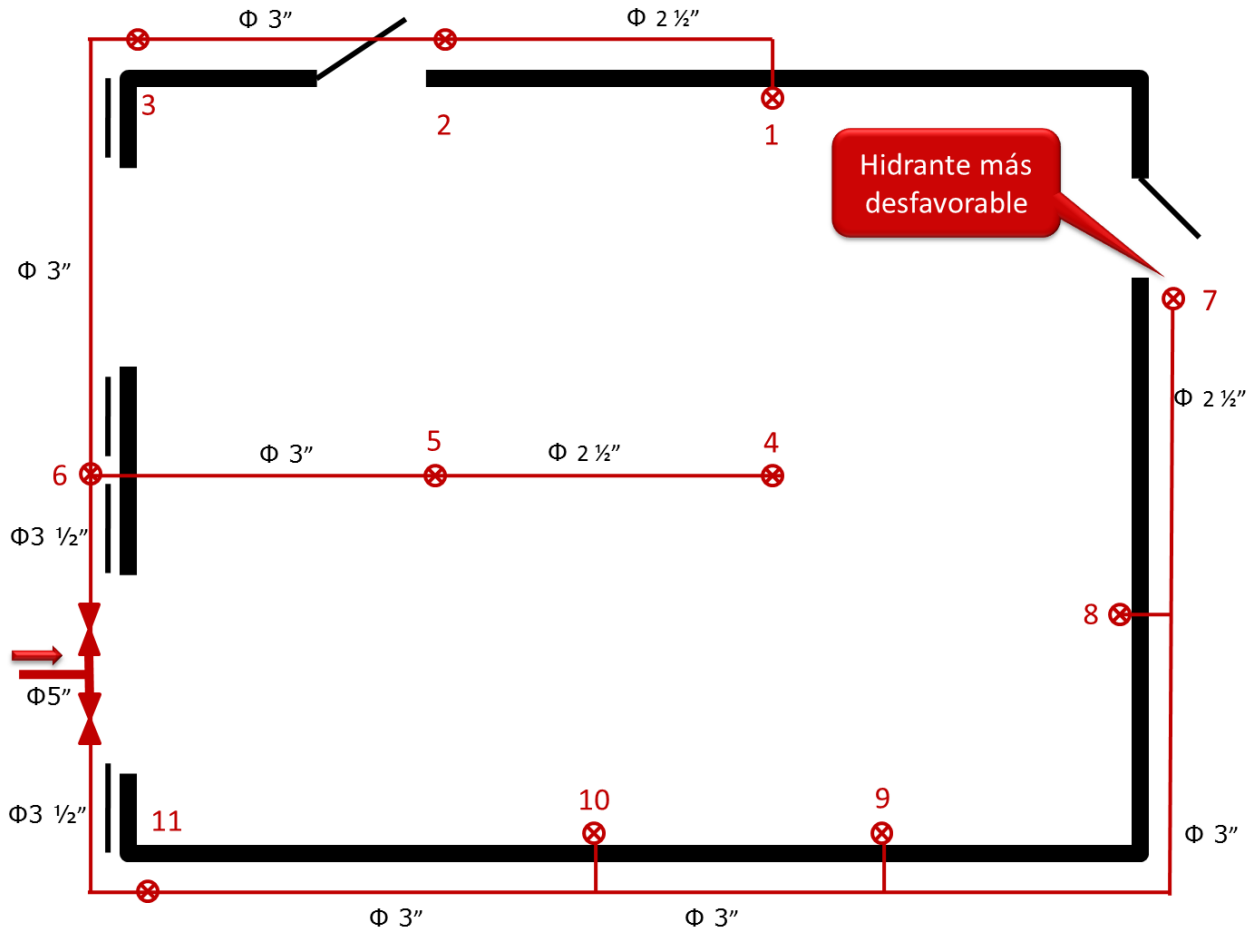
Cálculo de las cañerías de alimentación





#### Paso 4: Ubicar el hidrante más desfavorable hidráulicamente

Este paso es muy importante para poder realizar el estudio de pérdida de carga. En nuestro ejemplo el mismo es a simple vista el hidrante Nro. 7. En caso de dudas sobre si el hidrante 1 pudiera ser el más desfavorable hidráulicamente, se debe proceder a hacer el estudio de pérdidas de carga de las dos situaciones.

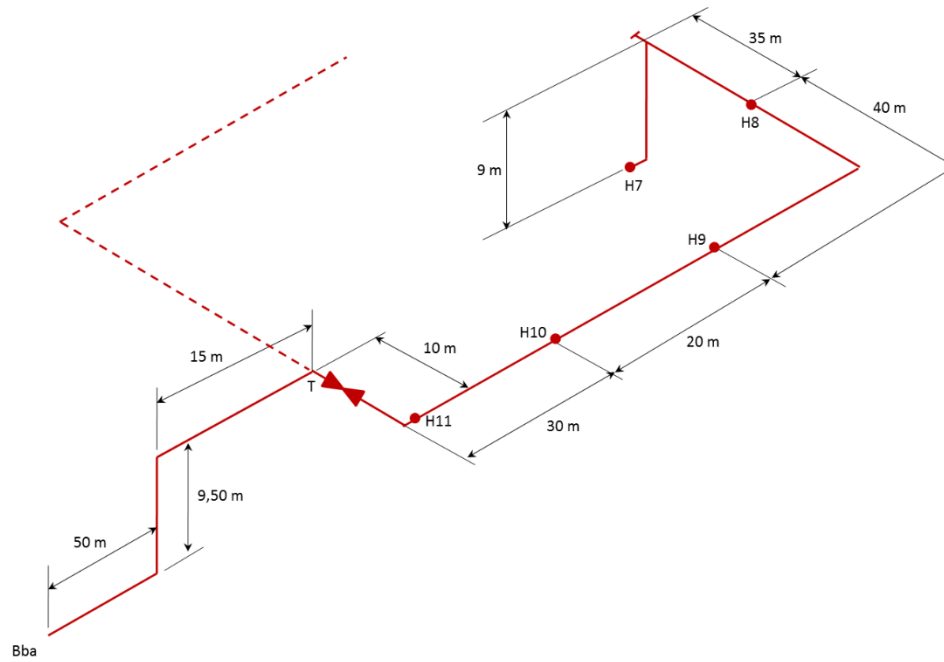


#### Paso 5: Definición Aspectos Constructivos Básicos

Debemos definir algunos aspectos básicos de nuestra red de incendios como por ejemplo, altura de la cañería, es decir, si va a estar enterrada, a nivel del suelo (unos 50 a 75 cm) o en altura. La distancia de separación entre la pared del galpón y la red. Como vamos a cruzar la calle, los portones, los pasos peatonales, etc., en estos casos podemos optar por hacerlo mediante un puente en altura o enterrada.

#### Paso 6: Dibujo Isométrico de la Red de Incendios

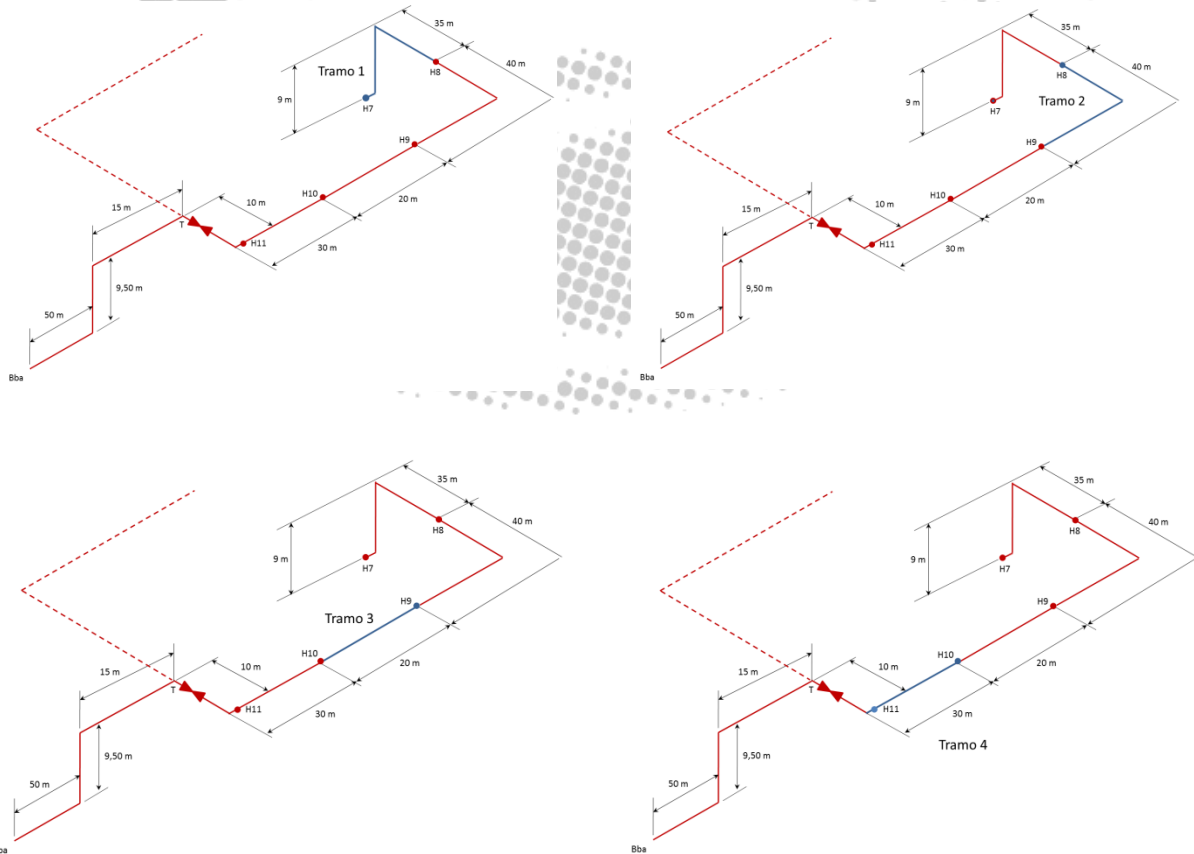
Dibujar el isométrico del trayecto del agua, desde el hidrante hidráulicamente más desfavorable hasta la bomba de incendios. Esto es importante para poder visualizar en forma simple el trayecto del agua y de los accesorios que se encuentra en el camino.

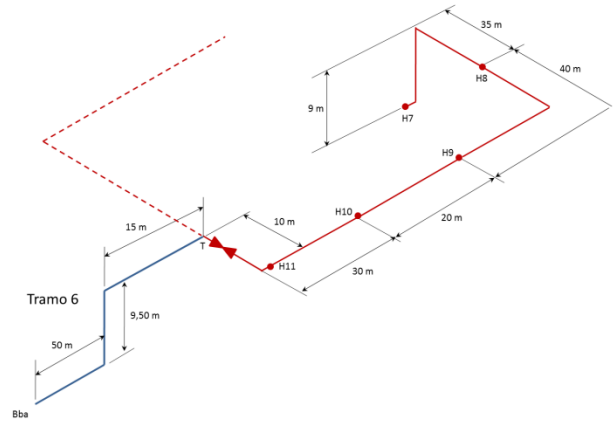
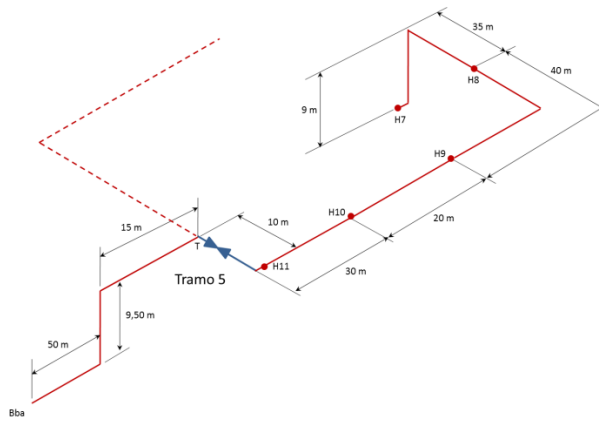


## ETAPA 2: CÁLCULO DE PÉRDIDA DE CARGA

### Paso 7: Dividir el Trayecto en Tramos

Dividir el trayecto en tramos donde cambia el diámetro de la cañería o el caudal de bombeo para poder aplicar la fórmula de Hazen-Williams.





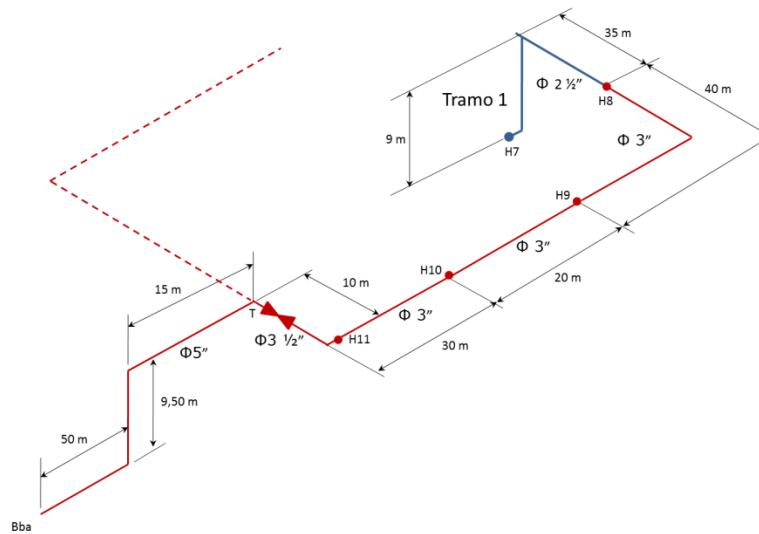
### Paso 8: Cálculo de longitud equivalente de los accesorios

En este caso por razones didácticas haremos un desarrollo paso por paso, pero en la práctica real conviene el uso de tablas de resúmenes como por ejemplo la siguiente:

Tramo N°	Codo 90°	"T"	Reducción			Válvula Comp.	Leq Acc	L <sub>real</sub>	Leq Total
			1/4	1/2	3/4				
Tramo 1									
Tramo 2									
Tramo 3									
Tramo 4									
Tramo 5									
Tramo 6									



**Tramo 1**



Accesorios y válvulas	Tubería Equivalente (m)							
	1/4"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"
Codos de 45°	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,9	0,9
Codos normalizado a 90°	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,1
Codo de gran radio a 90°	0,3	0,6	0,6	0,6	0,9	1,2	1,5	1,5
T o Cruz (corriente que gira 90°)	1,2	1,5	1,8	2,4	3,1	3,7	4,6	4,6
Válvula de compuerta	--	--	--	--	0,3	0,3	0,3	0,3
Válvula de mariposa	--	--	--	--	1,8	2,1	3,1	3,1
Válvula de retención con clapeta oscilante	1,2	1,5	2,1	2,7	3,4	4,3	4,9	4,9

Valor de C	80	100	120	130	140	150
Factor de multiplicador	0,472	0,713	1,00	1,16	1,32	1,51

$\phi$  nominal = 2 1/2"  $\rightarrow$   $\phi$  exterior = 73 mm

Pérdidas de carga en los cambios de sección expresadas en longitud equivalente de tubo (m)

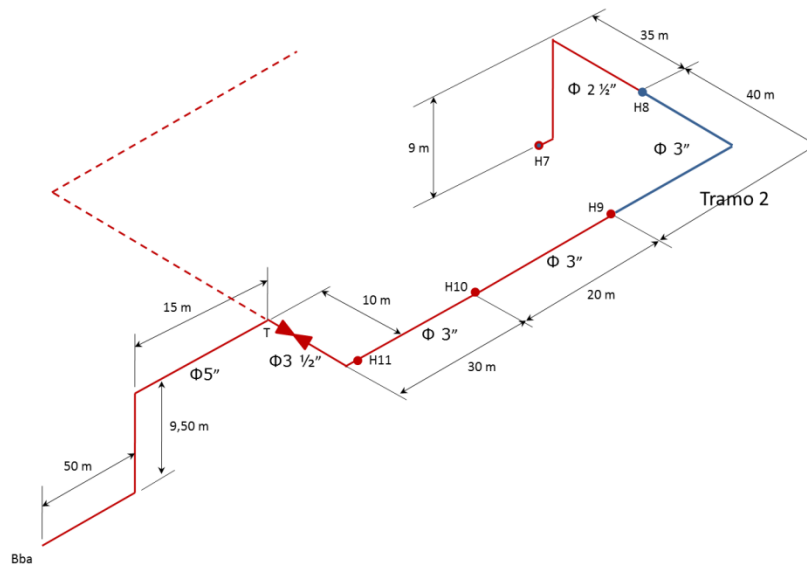
Diámetro exterior	Ensanchamiento brusco d/D*			Contracción Brusca d/D*		
	1/4	1/2	3/4	1/4	1/2	3/4
Acero						
17,2	0,42	0,24	0,09	0,21	0,15	0,09
21,3	0,54	0,33	0,12	0,27	0,21	0,12
26,9	0,79	0,46	0,15	0,36	0,30	0,15
33,7	0,98	0,61	0,21	0,49	0,36	0,21
42,4	1,4	0,91	0,30	0,70	0,54	0,30
48,3	1,8	1,1	0,36	0,88	0,66	0,36
60,3	2,4	1,5	0,49	1,2	0,91	0,49
73	3,0	1,9	0,61	1,5	1,2	0,61

Codo 90° Ø 2 1/2 = 1  $\rightarrow$  1,80 x 1,32 = 2,376 m  
 Te Ø 2 1/2 = 1  $\rightarrow$  3,7 x 1,32 = 4,884 m  
 Reducción Ø 3" a 2 1/2 = 1  $\rightarrow$  0,610 m

Leq accesorios  $\rightarrow$  7,87 m  
 Lreal  $\rightarrow$  44,00 m

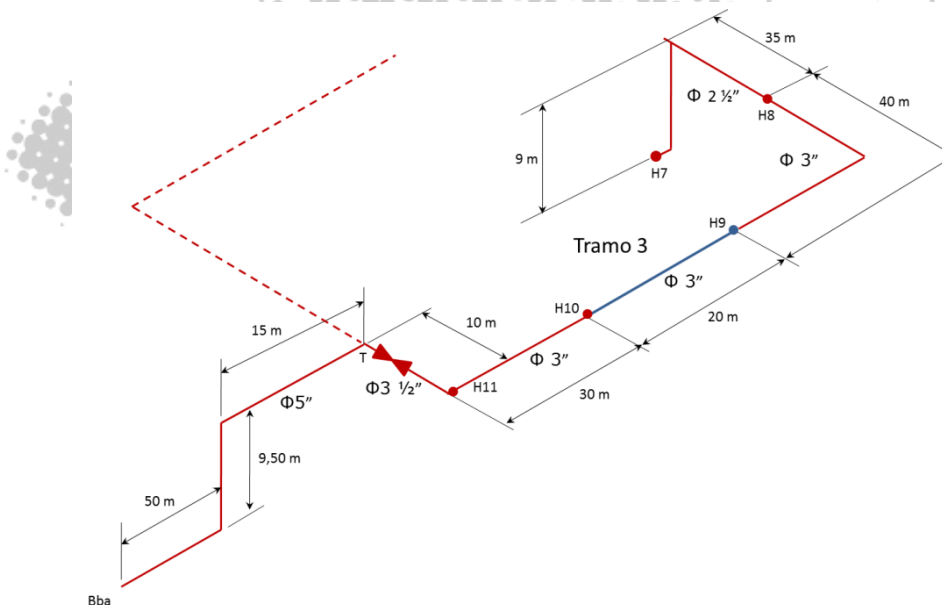
**Leq Tramo 1  $\rightarrow$  51,87 m**

## Tramo 2



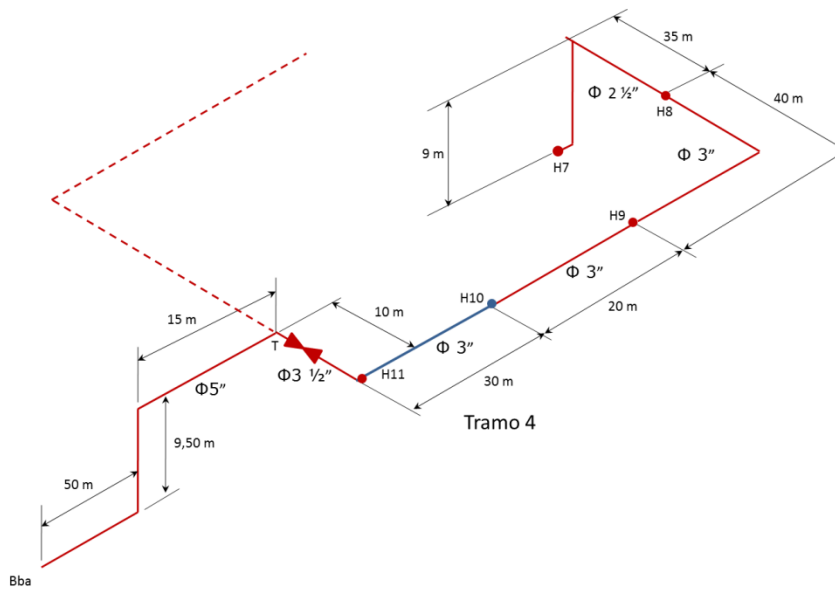
Codo 90° Ø 3" = 1	→	2,1 x 1,32 =	2,772 m
Leq accesorios	→		2,772 m
Lreal	→		40,000 m
<b>Leq Tramo 2</b>	→		<b>42,772 m</b>

## Tramo 3



Sin accesorios	→	0,0 m
Leq accesorios	→	20,0 m
Lreal	→	20,0 m
<b>Leq Tramo 3</b>	→	<b>20,0 m</b>

**Tramo 4**



Reducción  $\text{Ø } 3\frac{1}{2}'' \text{ a } 3'' = 1$

→ 0,79 m

Leq accesorios

→ 0,79 m

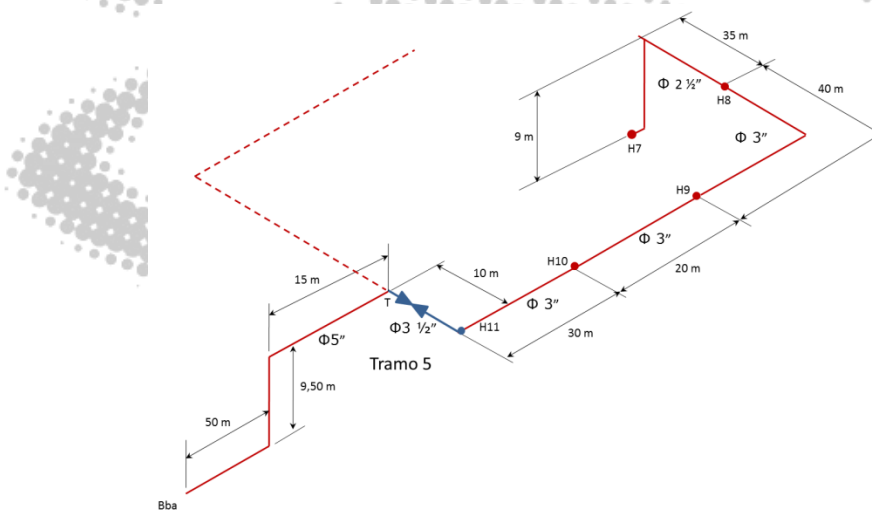
Lreal

→ 30,00 m

**Leq Tramo 4**

→ **30,79 m**

**Tramo 5**



Codo  $90^\circ \text{ Ø } 3\frac{1}{2}'' = 1$

→  $2,40 \times 1,32 = 3,168 \text{ m}$

Reducción  $\text{Ø } 5'' \text{ a } 3\frac{1}{2}'' = 1$

→ 0,910 m

Válvula  $\text{Ø } 3\frac{1}{2}'' = 1$

→  $0,30 \times 1,32 = 0,396 \text{ m}$

Leq accesorios

→ 4,474 m

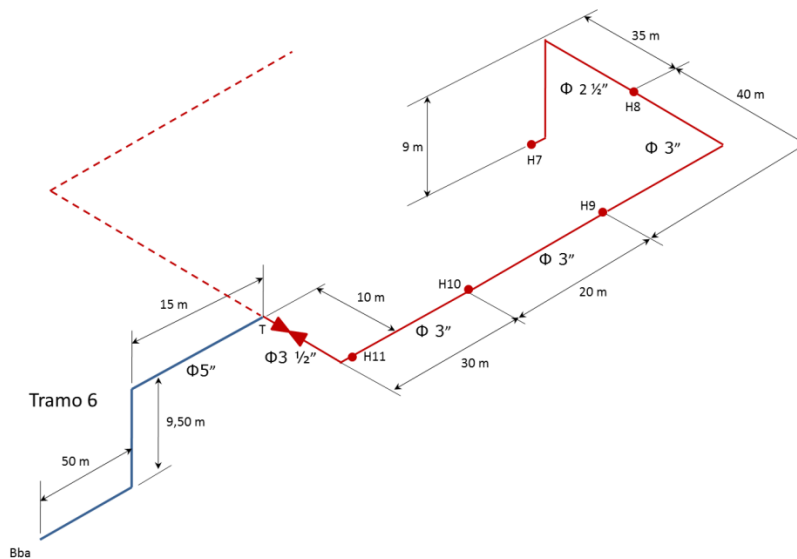
Lreal

→ 10,000 m

**Leq Tramo 5**

→ **14,474 m**

**Tramo 6**



Codo 90° Ø 5" = 2	→	3,70 x 1,32 x 2 =	9,768 m
Te Ø 5" = 1	→	7,6 x 1,32 =	10,032 m
Válvula Ø 5" = 1	→	0,60 x 1,32 =	0,792 m
Leq accesorios	→		20,592 m
Lreal	→		74,500 m
<b>Leq Tramo 6</b>	<b>→</b>		<b>95,092 m</b>

**Paso 9: Cálculo de Pérdida de Carga por Tramo (p/m) y Pérdida Total**

Para el cálculo de la pérdida de carga por tramo usaremos la fórmula de Hazen-Williams.

$$P/m(\text{bar}/m) = 6,05 \times 10^5 \frac{Q^{1,85}}{c^{1,85} \times d^{4,87}}$$

Para este caso, usaremos una tabla para facilitar el orden del informe.

Tramo N°	Q (l/min)	Φ (mm)	P/m (bar/m)	LeqTotal (m)	Ptotal (bar)
Tramo 1	500	63,5	0,011	51,870	0,57
Tramo 2	750	76,2	0,009	42,772	0,38
Tramo 3	1.000	76,2	0,016	20,00	0,32
Tramo 4	1.250	76,2	0,024	30,79	0,74
Tramo 5	1.750	88,9	0,021	14,474	0,30
Tramo 6	4.000	127	0,017	95,092	1,62
					3,93

### **ETAPA 3: PARÁMETROS FUNCIONALES**

#### **Paso 10: Determinación de la presión en la bomba o presión nominal**

$$P_{\text{nominal}} = P_{\text{hidrante más desfavorable}} + \text{Pérdida}$$

$$P_{\text{nominal}} = 7 \text{ bar} + 3,93 \text{ bar} = 10,9 \text{ bar}$$

#### **Pasó 11: Determinación del caudal de bombeo o caudal nominal**

Cantidad de Hidrantes a usar en forma simultánea = 4

Caudal asignados a los hidrantes = 2 a 250 l/min y 2 a 500 l/min

$$Q_{\text{nominal}} = 2 \times 250 \text{ l/min} + 2 \times 500 \text{ l/min} = 1.500 \text{ l/min}$$

#### **Paso 12: Punto nominal de Bombeo**

$$P_{\text{nominal}} = 10,9 \text{ bar} = 111 \text{ mH}_2\text{O}$$

$$Q_{\text{nominal}} = 1.500 \text{ l/min} = 25 \text{ l/s}$$

#### **Paso 13: Reserva de H<sub>2</sub>O**

$$\text{Reserva} = Q_{\text{nominal}} \times \text{Tiempo autonomía de la red}$$

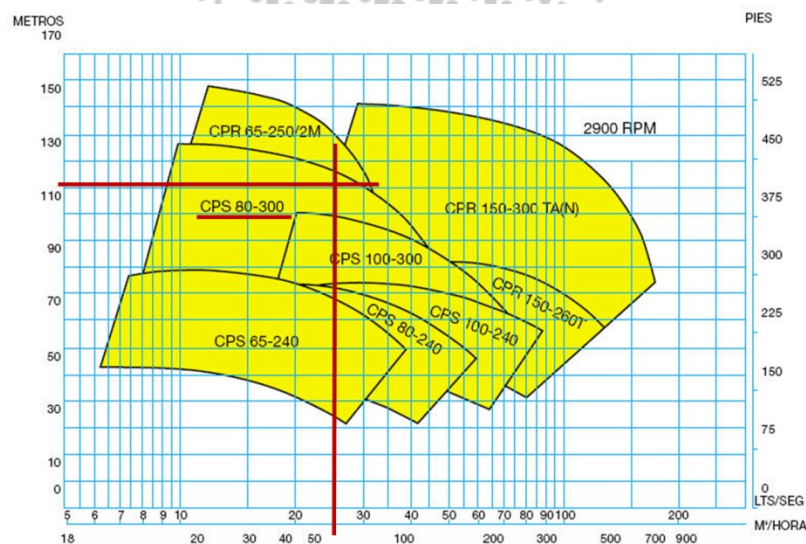
$$\text{Reserva} = 1.500 \text{ l/min} \times 2 \text{ hs} \times 60 \text{ min/hs}$$

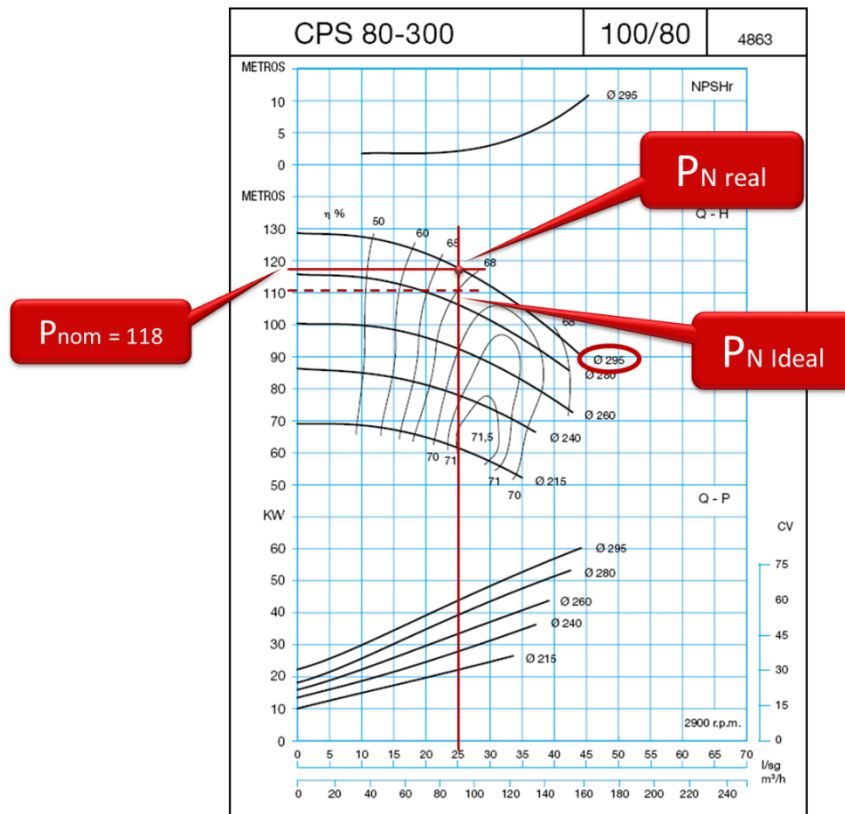
$$\text{Reserva} = 180.000 \text{ litros} = 180 \text{ m}^3$$

### **ETAPA 4: SELECCIÓN DE LA BOMBA**

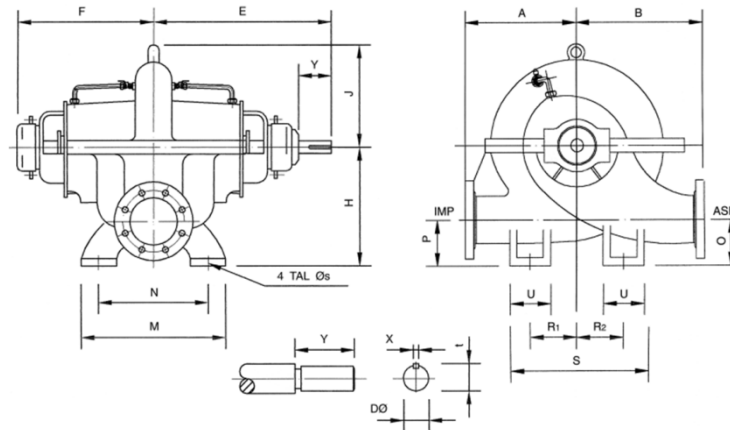
#### **Paso 14: Selección del Modelo de Bomba**

Partimos de la base que ya sabemos la marca de la bomba y el tipo de bomba, que para nuestro caso será una bomba centrífuga de eje horizontal partida horizontalmente para servicio de incendio.



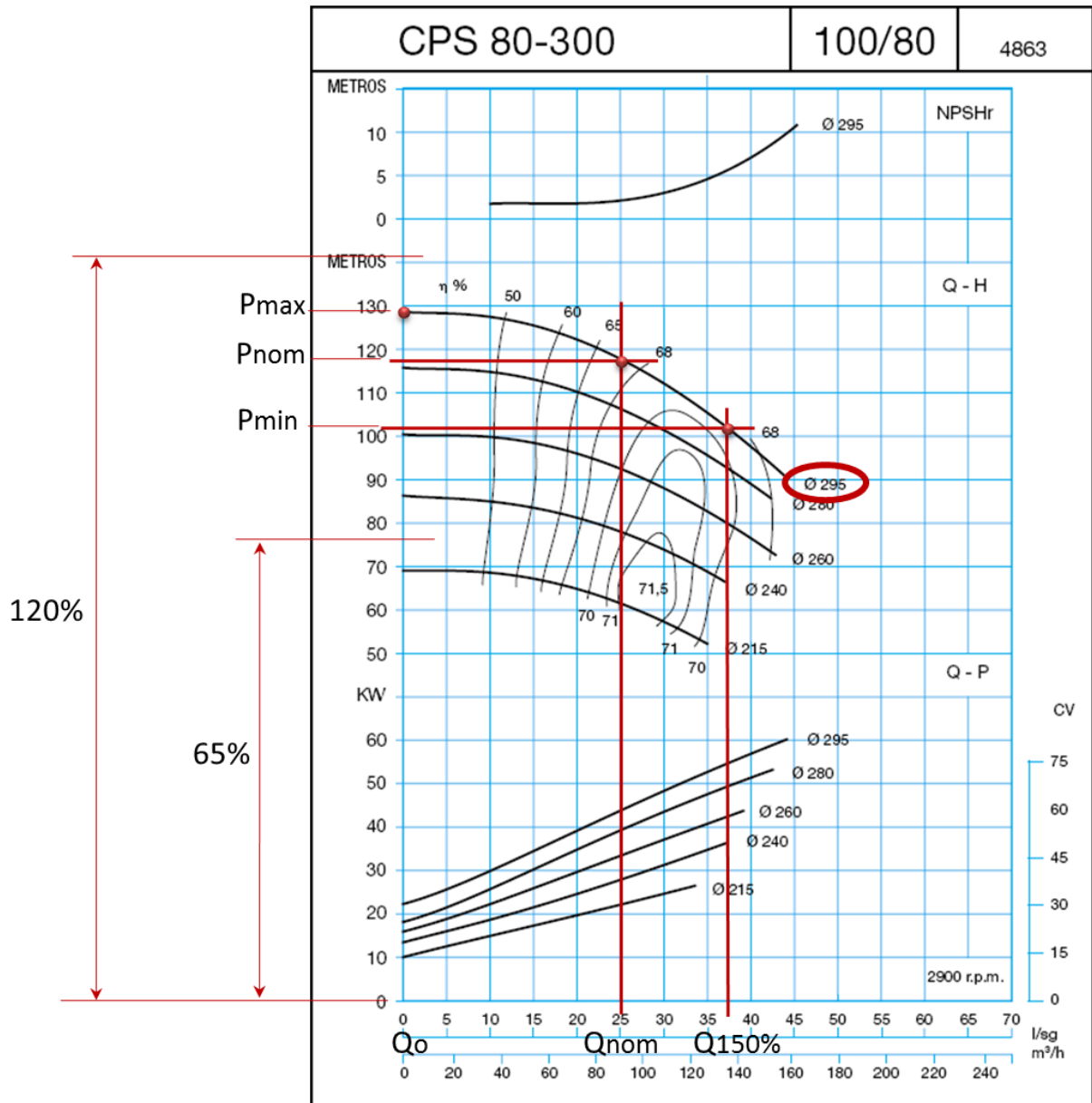


Bomba seleccionada: Marca ideal.  
Modelo: CPS 80-300 rodete 295.

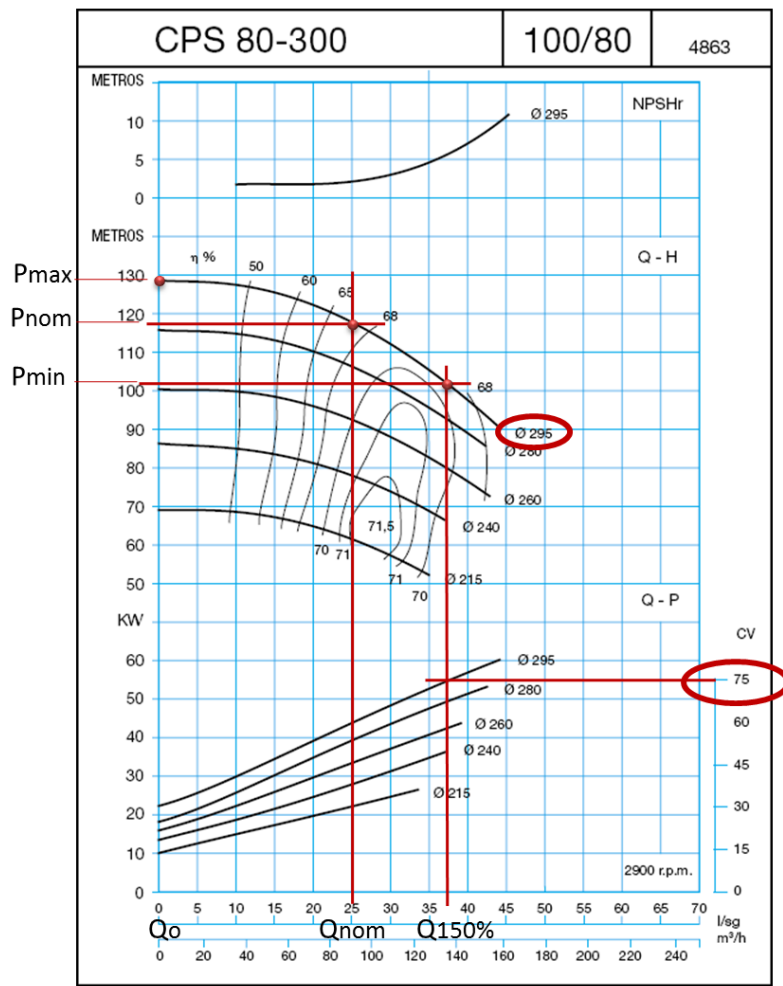


TIPO / TYPE	SUC ASP	IMP DEL	A	B	E	F	H	J	M	N	O	P	R1	R2	S	U	X	Y	t	DØ	SØ	Kg
CPR 80-300T	125	80	240	320	375	321	310	240	280	220	140	140	115	115	330	100	8	56	28	25	23	130
CPR 80-380T	100	80	285	340	375	321	310	275	280	220	135	135	170	170	440	100	8	56	28	25	23	158
CPR 100-240T	150	100	210	310	375	321	330	223	280	220	160	160	80	80	260	100	8	56	28	25	23	158
CPR 100-290T	150	100	230	310	375	321	310	230	280	220	150	150	100	100	300	100	8	56	28	25	23	137
CPR 100-380T	150	100	300	400	480	392	360	300	330	270	150	150	170	170	440	100	12	90	45	42	23	240
CPS 80-300	100	80	275	290	399	331	280	274	300	240	130	130	145	145	350	65	8	70	28	25	22	150
CPS 100-240	150	100	250	310	500	400	340	308	300	240	170	170	145	145	350	75	12	100	45	42	22	195
CPS 100-300	125	100	275	320	399	331	320	299	300	240	150	150	145	145	350	65	8	70	28	25	22	175
OPN 250-630	350	250	510	690	770	620	660	600	-	-	280	280	-	-	-	-	20	140	74,9	70	-	1600
OPN 400-400	500	400	505	650	890	730	720	560	-	-	365	365	-	-	-	-	20	140	74,9	70	-	1740
OPN 400-500	500	400	550	680	890	730	720	560	-	-	360	360	-	-	-	-	20	140	74,9	70	-	2150
OPN 400-630	500	400	650	800	940	760	820	580	-	-	370	370	-	-	-	-	25	170	95,4	90	-	2380

**Paso 15: Verificación de la Bomba**



### Paso 16: Potencia de la Bomba



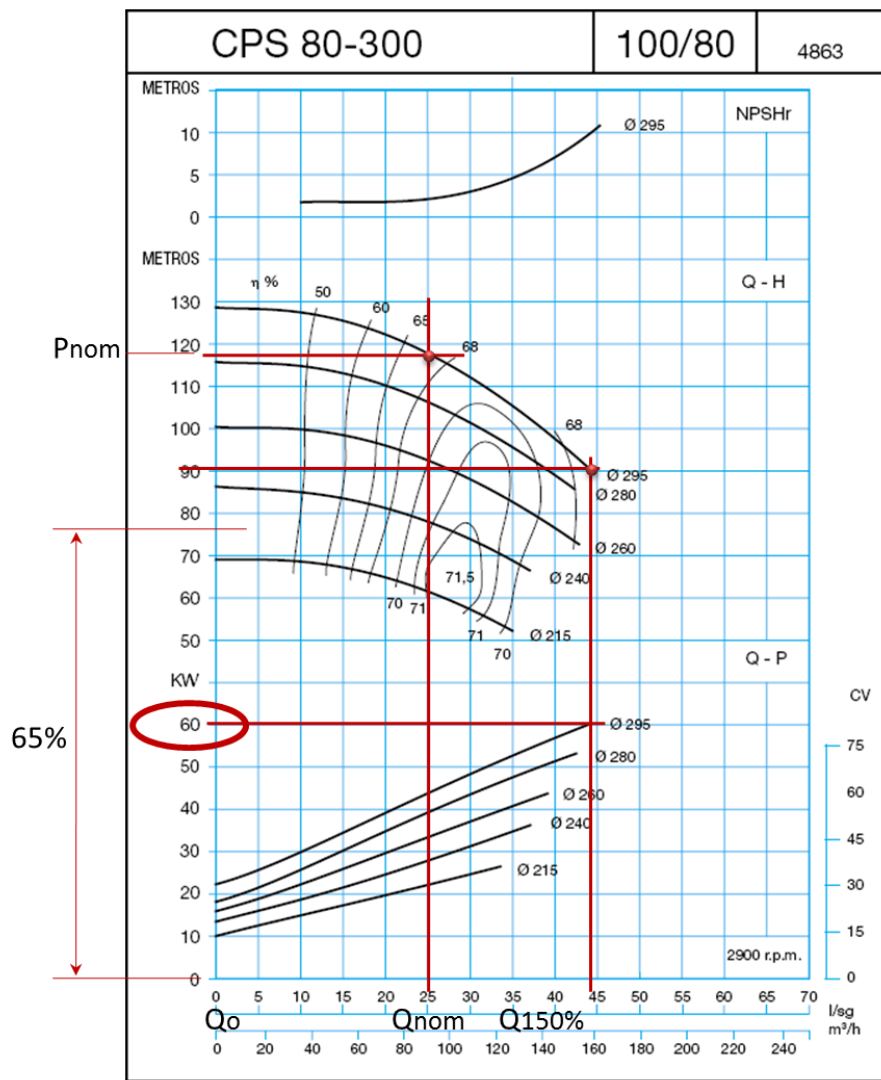
### Paso 17: Selección del Motor

Datos Técnicos  
3000 rpm, 2 polos, 50 Hz

KW	HP	Código (Frame)	Tensión Alim.	Veloc. Nominal RPM	Rendimiento n %	Factor potencia	Corriente nominal 380V	Par nominal N m	Clase CL	Momento inercia J	Peso aprox. kg
0.18	0.25	63 39610	Δ-Y	2800	69.0	0.75	0.53	0.61	16	0.00047	4.5
0.25	0.33	63 39611	Δ-Y	2820	72.0	0.78	0.68	0.85	16	0.00054	5.0
0.37	0.5	71 39612	Δ-Y	2740	74.0	0.82	0.96	1.3	16	0.00097	5.9
0.55	0.75	71 39613	Δ-Y	2800	76.0	0.82	1.35	1.9	16	0.0011	6.8
0.75	1	80 39614	Δ-Y	2855	77.0	0.85	1.75	2.6	16	0.0022	9.5
1.1	1.5	80 39615	Δ-Y	2845	77.0	0.85	2.55	3.8	16	0.0029	10.7
1.5	2	90 S 39616	Δ-Y	2860	78.0	0.85	3.43	5.1	16	0.0052	13.5
2.2	3	90 L 39617	Δ-Y	2880	81.0	0.86	4.82	7.5	16	0.0057	16.5
3	4	100 L 39618	Δ-Y	2980	82.0	0.87	6.30	9.9	16	0.0060	36.0
4	5.5	112 M 39619	Δ-Y	2900	83.0	0.87	8.40	13.2	16	0.0068	48.0
5.5	7.5	132 S 39620	Δ-Y	2900	85.0	0.88	11.1	18.1	16	0.014	67.0
7.5	10	132 S 39621	Δ-Y	2900	85.0	0.88	15.2	24.7	16	0.016	71.0
11	15	160 M 39622	Δ-Y	2930	87.2	0.88	21.7	35.9	16	0.053	119.0
15	20	160 M 39623	Δ-Y	2930	88.2	0.88	29.3	48.9	16	0.058	129.0
18.5	25	160 L 39624	Δ-Y	2930	89.0	0.89	35.4	60.3	16	0.072	149.0
22	30	180 M 39625	Δ-Y	2940	89.0	0.89	42.2	71.5	16	0.074	172.0
30	40	200 L 39626	Δ-Y	2950	89.5	0.89	57.2	97.1	16	0.149	234.0
37	50	200 L 39627	Δ-Y	2950	89.5	0.89	70.5	119.8	16	0.171	250.0
45	60	225 M 39628	Δ-Y	2970	91.0	0.89	84.4	144.7	16	0.300	313.0
55	75	250 M 39629	Δ-Y	2970	91.0	0.89	103.1	176.9	13	0.383	382.0
75	100	280 S 39630	Δ-Y	2970	92.0	0.89	139.1	241.2	13	0.755	526.0
90	125	280 M 60296	Δ-Y	2970	92.5	0.89	167.0	289.4	13	0.675	590.1
110	150	315 S 60297	Δ-Y	2970	92.5	0.89	203.0	353.7	13	1.395	979.7
132	180	315 M 60298	Δ-Y	2970	93.0	0.89	242.0	424.4	13	1.636	1080
160	220	315 L1 60299	Δ-Y	2970	93.5	0.89	292.0	514.5	13	1.822	1160
185	250	315 L1 60300	Δ-Y	2970	93.5	0.89	338.0	594.9	13	1.992	1170
200	270	315 L2 60301	Δ-Y	2970	93.5	0.89	365.0	643.1	13	2.059	1180
250	340	355 M 60302	Δ-Y	2980	95.3	0.92	433.0	801.2	13	2.680	1650
310	420	355 L 60303	Δ-Y	2980	95.6	0.92	544.0	993.5	13	3.180	1800



**Selección del Motor a Máxima Capacidad de Caudal**



**Datos Técnicos**  
3000 rpm, 2 polos, 50 Hz

KW	HP	Código (Frame)	Tensión Alim.		Veloc. Nominal RPM	Rendimiento n %	Factor potencia	Comente nominal 380V	Par nominal N m	Clase CL	Momento inercia J kg·m²	Peso aprox. kg
			220/380	380/680								
0.18	0.25	63 39610	Δ-Y		2800	69.0	0.75	0.53	0.61	16	0.0047	4.5
0.25	0.33	63 39611	Δ-Y		2820	72.0	0.78	0.68	0.85	16	0.0054	5.0
0.37	0.5	71 39612	Δ-Y		2740	74.0	0.82	0.96	1.3	16	0.0097	5.9
0.55	0.75	71 39613	Δ-Y		2800	76.0	0.82	1.35	1.9	16	0.011	6.8
0.75	1	80 39614	Δ-Y		2855	77.0	0.85	1.75	2.6	16	0.022	9.5
1.1	1.5	80 39615	Δ-Y		2845	77.0	0.85	2.55	3.8	16	0.029	10.7
1.5	2	90 S 39616	Δ-Y		2860	78.0	0.85	3.43	5.1	16	0.052	13.5
2.2	3	90 L 39617	Δ-Y		2880	81.0	0.86	4.82	7.5	16	0.057	16.5
3	4	100 L 39618		Δ-Y	2980	82.0	0.87	6.30	9.9	16	0.060	36.0
4	5.5	112 M 39619		Δ-Y	2900	83.0	0.87	8.40	13.2	16	0.068	48.0
5.5	7.5	132 S 39620		Δ-Y	2900	85.0	0.88	11.1	18.1	16	0.014	67.0
7.5	10	132 S 39621		Δ-Y	2900	85.0	0.88	15.2	24.7	16	0.016	71.0
11	15	160 M 39622		Δ-Y	2930	87.2	0.88	21.7	35.9	16	0.053	119.0
15	20	160 M 39623		Δ-Y	2930	88.2	0.88	29.3	48.9	16	0.058	129.0
18.5	25	160 L 39624		Δ-Y	2930	89.0	0.89	35.4	60.3	16	0.072	149.0
22	30	180 M 39625		Δ-Y	2940	89.0	0.89	42.2	71.5	16	0.074	172.0
30	40	200 L 39626		Δ-Y	2950	89.5	0.89	57.2	97.1	16	0.149	234.0
37	50	200 L 39627		Δ-Y	2950	89.5	0.89	70.5	119.8	16	0.171	250.0
45	60	225 M 39628		Δ-Y	2970	91.0	0.89	84.4	144.7	16	0.300	313.0
55	75	250 M 39629		Δ-Y	2970	91.0	0.89	103.1	176.9	13	0.383	382.0
75	100	280 S 39630		Δ-Y	2970	92.0	0.89	139.1	241.2	13	0.755	528.0
90	125	280 M 60296		Δ-Y	2970	92.5	0.89	167.0	289.4	13	0.675	590.1
110	150	315 S 60297		Δ-Y	2970	92.5	0.89	203.0	353.7	13	1.395	979.7
132	180	315 M 60298		Δ-Y	2970	93.0	0.89	242.0	424.4	13	1.636	1080
160	220	315 L1 60299		Δ-Y	2970	93.5	0.89	292.0	514.5	13	1.822	1160
185	250	315 L1 60300		Δ-Y	2970	93.5	0.89	338.0	594.9	13	1.992	1170
200	270	315 L2 60301		Δ-Y	2970	93.5	0.89	365.0	643.1	13	2.059	1180
250	340	355 M 60302		Δ-Y	2980	95.3	0.92	433.0	801.2	13	2.680	1650
310	420	355 L 60303		Δ-Y	2980	95.6	0.92	544.0	993.5	13	3.180	1800

**Paso 18: Recálculo de  $Q_{nom}$  y  $P_{nom}$  a las nuevas RPM del motor**

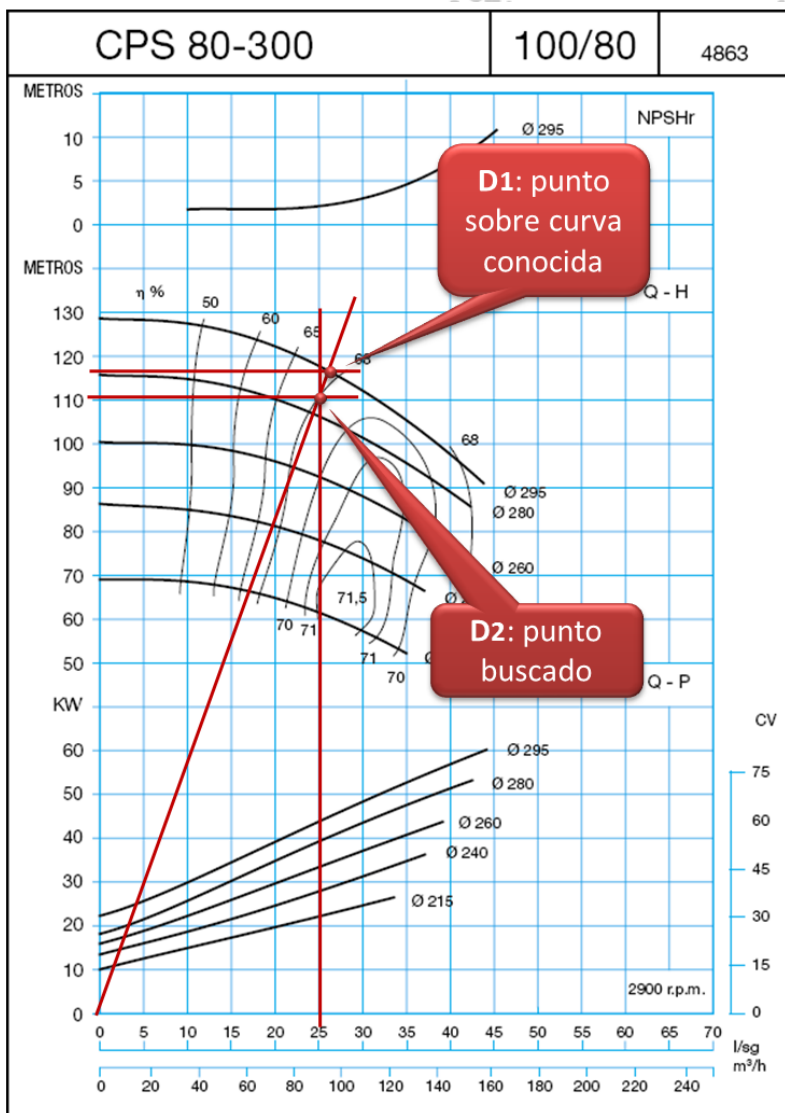
$$Q_2 = \frac{n_2}{n_1} \times Q_1 \quad Q_2 = \frac{1.480}{1.450} \times 25$$

$$Q_2 = 25,52$$

$$H_2 = \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2 \times H_1 \quad H_2 = \left(\frac{1.480}{1.450}\right)^2 \times 118$$

$$H_2 = 123$$

**Paso 19: Cálculo del Rodete Torneado**



$$D_2 \approx D_1 \times \sqrt{\frac{H_2}{H_1}}$$

$$D_2 \approx 295 \times \sqrt{\frac{117}{118}}$$

$$D_2 \approx 287$$

De igual manera lo hace para determinar el caudal por boca de incendio y cantidad de hidrantes