Academia Canaria de Seguridad
Gobierno de Canarias

MÓDULO DE AUTOBOMBAS FORESTALES

Autores: **Federico Grillo Delgado**
Clara Quesada Fernández

ÍNDICE

1.- INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS GENERALES 3
1.1.- PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES, FÓRMULAS, VASOS COMUNICANTES, REDUCCIÓN 3
2.- MAQUINAS HIDRAULICAS: BOMBAS DE VEHICULOS, MOTOBOMBAS, TURBOBOMBA, ETC 21
3.- CONCEPTOS GENERALES, ELEMENTOS Y UTILIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES CON MANGUERAS 34
3.1. CONCEPTOS GENERALES. 34
4.- ESPUMAS: TIPOS Y ELEMENTOS PARA SU PRODUCCION 46
5.- MANGUERAS, TIPOS DE MANGUERAS 61
5.2- INSTALACIONES CON MANGUERAS 66
6.- CAUDAL Y PRESIÓN 88
7.- PARTES DE LOS CAMIONES AUTOBOMBA 96
Introducción 96
8.- OPERACIÓN DE BOMBAS CONTRA INCENDIO 102
9.- ANEXO TIPOS DE FUEGO 110
10.- VEHÍCULOS DE LOS SERVICIOS DE BOMBEROS 111
11.- EQUIPOS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS 113
13.- BIBLIOGRAFÍA 118
14.- ANEXO: HIDRANTES, COLUMNAS SECAS Y BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS. 119
14.1. HIDRANTES. 119

1.- INTRODUCCIÓN: CONCEPTOS GENERALES

1.1.- PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES, FÓRMULAS, VASOS COMUNICANTES, REDUCCIÓN

Los líquidos y los gases reciben la denominación común de fluidos, debido a que sus moléculas se mueven fácilmente unas con respecto a otras, cambiando de forma bajo la acción de pequeñas fuerzas. Se llama líquido a todo fluido cuyo volumen adopta la forma del recipiente que lo contiene (es decir, volumen constante - forma variable). Como características esenciales de los líquidos se puede citar que, cuando un líquido ocupa un gran recipiente, su superficie libre aparece plana y horizontal. Igualmente, si un líquido ocupa varios recipientes comunicados entre sí, en todos esos recipientes el líquido alcanzará la misma altura o nivel, independientemente de que estos tengan formas diferentes (teoría de los vasos comunicantes).

PRESIÓN

Presión es la fuerza normal ejercida por un peso sobre una superficie determinada:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Peso en kilogramos}}{\text{Superficie en cm}^2}$$

Por ejemplo, un bloque de 10 Kg de peso apoyado sobre una de sus caras que tenga unas dimensiones de 20 X 10 cm (20 X 10 = 200 cm^2), ejercerá una presión de

$$\text{Presión} = \frac{10}{200} = 0{,}05 \text{ Kg/cm}^2$$

Pero si ese mismo bloque de 10 Kg, se apoya sobre otra de sus caras que tenga unas dimensiones de 10 X 10 cm (100 cm^2), la presión que ejercerá será de

$$\text{Presión} = \frac{10}{100} = 0{,}10 \text{ Kg/cm}^2$$

Como se ve, aun tratándose del mismo bloque, la presión es mayor al disminuir la superficie de apoyo.

PRESIÓN ATMOSFÉRICA

El aire es el gas más conocido. No es un compuesto químico, sino una mezcla de gases diferentes, principalmente nitrógeno (alrededor de un 78 %) y oxígeno (alrededor del 21 %).

La atmósfera es la masa de aire que rodea la Tierra y determina, a causa de su peso, una presión sobre los cuerpos situados en la superficie terrestre. Nosotros mismos estamos constantemente bajo el efecto de la presión debida al peso de la columna de aire que tenemos sobre nosotros y que alcanza hasta el límite superior de la atmósfera. Soportamos ese peso sin trastornos gracias a que nuestro organismo está adaptado para ello. Así, se llama **presión atmosférica** a la fuerza por unidad de superficie ejercida por la atmósfera sobre los cuerpos situados en la superficie de la Tierra.

El valor de la presión atmosférica, medido al nivel del mar, es equivalente a la presión que hace una columna de mercurio de 760 mm, o bien una columna de agua de 10 metros.

Para medir la presión se utilizan **manómetros** que miden según las siguientes unidades:

- **Atmósfera Técnica:** 1 Kilo por centímetro cuadrado (Kg/cm²).
- **Atmósfera Física:** 1,033 Kilos por centímetro cuadrado (Kg/cm²).
- **Bar:** 1,02 Kilos por centímetro cuadrado (Kg/cm²).

Una atmósfera equivale a la presión de una columna de 760 mm de mercurio, a la de una columna de 10 m de agua y a 1 bar, aproximadamente.

PRESIÓN HIDROESTÁTICA

Llamamos **presión hidrostática** a la presión que se ejerce en un punto cualquiera de un líquido debido al propio peso de este o a su empuje y que será constante en el tiempo. Los sistemas hidráulicos aplican un principio según el cual, la presión aplicada a un líquido contenido en un recipiente, se transmite con la misma intensidad a cualquier otro punto del líquido (**Principio de Pascal)**.

CAVITACIÓN

La cavitación es el fenómeno que más problemas nos puede generar en el bombeo. Podría describirse como el sonido de golpeteo o el patinaje que se genera en la bomba debido depresiones a la entrada de la bomba. El resultado es que el caudal se vuelve errático, falla el bombeo y pueden producirse daños internos en rodamientos, sellos, etc. (BORIS CISNEROS, H.).

*"En resumen, la **cavitación** es una condición anormal que puede producir pérdidas de producción, daños al equipo y lo peor de todo, lesiones al personal".*

Los profesionales deben estar capacitados para detectar rápidamente los signos de cavitación, identificar correctamente su tipo y la causa que la produce para así poder eliminarla o atenuarla. Una comprensión correcta de los conceptos envueltos es clave para el diagnostico y corrección de cualquier problemas de bombeo relacionado con la cavitación. (BORIS CISNEROS, H.).

CAUDAL

Caudal es el producto de la sección del tubo de corriente por la velocidad del fluido en la misma.

Q = S x V

Se mide en metros cúbicos por minutos u horas o en litros por segundo, minuto u hora (m^3/min; m^3/h; L/s; L/min; L/h).

Una propiedad a la que veremos múltiples aplicaciones prácticas es aquella por la que se establece que un fluido incompresible que pasa por un tubo de corriente a una velocidad determinada, aumenta esa velocidad cuando disminuye la sección del tubo.

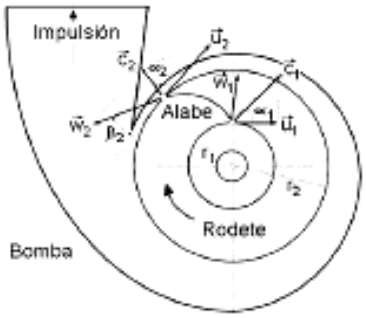
Ecuación de continuidad:

S1 x V1 = S2 x V2

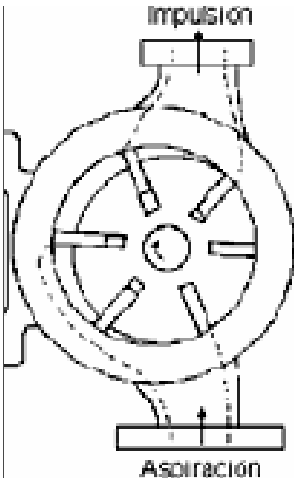
(Teorema de Bernouilli, Efecto Venturi).

BOMBAS CENTRIFUGAS

Las bombas centrífugas constan de una entrada axial, un rodete con paletas y un colector de salida tangencial. Por la entrada axial llega el agua a la bomba proveniente del tubo de aspiración o de la cisterna de un vehículo. Luego entra en el rodete, que gira a gran velocidad, impulsando el líquido hacia fuera por efecto de la fuerza centrífuga. El líquido adquiere una gran energía cinética y, cuando pasa al colector, se transforma en energía potencial, es decir, en presión.



La primera operación para poder trabajar con una bomba es el llenado con agua. Para realizar esto se utilizan dos sistemas: O llenar la bomba por gravedad utilizando un depósito situado a un nivel superior al de la bomba, o efectuando la aspiración.



Para realizar la aspiración se ha de efectuar el vacío en la bomba y en la manguera de aspiración extrayendo el aire allí contenido. Creado el vacío, la presión atmosférica obligará al agua a elevarse llenando la manguera o mangote de aspiración y el cuerpo de la bomba. Esta operación de extracción del aire y llenado de agua se denomina “cebado de la bomba”.

La **altura de aspiración** es la diferencia de nivel, en metros, entre el eje de la bomba y la superficie del agua. En la práctica esta altura de aspiración no debe pasar de 6 metros, con una instalación de 8 a 10 metros de longitud como máximo.

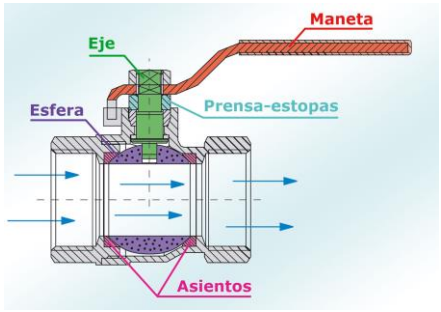
PÉRDIDAS DE CARGA

En su recorrido por una conducción, los líquidos están sometidos a resistencias o rozamientos en la pared y a unas pérdidas de energía en los codos, válvulas, llaves de paso y cambios de sección. Los rozamientos y pérdida de energía del líquido en su circulación se manifiestan en unas pérdidas de presión. Estas pérdidas, que varían en el mismo sentido que el caudal, se llaman “**pérdidas de carga**” y aumentan con:

- La rugosidad de las paredes de la conducción.
- La viscosidad del líquido (lo contrario de fluidez).
- Los estrechamientos, codos,... de la canalización.
- La cantidad y tipo de racores, válvulas,...
- El diámetro de la tubería (a más diámetro, menos pérdidas).
- La longitud de la tubería (a más longitud, mayores pérdidas).

GOLPE DE ARIETE.

El fenómeno llamado **golpe de ariete** se produce debido a la sobrepresión que aparece en una tubería o manguera, por la variación brusca del caudal, al cerrar una llave de paso o lanza, pudiendo llegar a romper la conducción o bien soltar las bridas de un racor. La fuerza del "golpe de ariete" aumenta con la velocidad a la que se efectúa el cerrado. En las instalaciones o tendidos largos este efecto se amortigua por las propiedades elásticas de las mangueras que resisten los cierres de lanza siempre y cuando se haya previsto una derivación al depósito del vehículo también llamado "retorno o recirculación". Este último suele venir incorporado en el equipo por el fabricante o lo podemos crear nosotros mismos, como sucede cuando se usan motobombas auxiliares de pequeñas dimensiones en equipos sobre pick up o depósitos portátiles.



VÁLVULA DE BOLA

VÁLVULA DE COMPUERTA

El golpe de ariete se puede producir de forma grave en la carga de la autobomba cuando se cierran válvulas, en puntos de agua con depósitos muy elevados y con tramos largos de tuberías. Para evitarlo se debe proceder a cerrar o cortar el flujo lentamente en el caso de las **válvulas de bola.** Con las **válvulas de compuerta**, con un cierre mucho más lento, se consigue el mismo efecto y no requieren tanto cuidado ni instrucción del personal usuario de las mismas.

PRESIÓN EN LANZA

La presión necesaria para que el bombero en punta de lanza pueda trabajar eficazmente debe superar las 2 atmósferas, siendo lo recomendable en una instalación

progresiva, en la que se van a añadir nuevas mangueras en la punta mediante el estrangulamiento o pinzamiento, entre 4 y 6 atmósferas. Un aumento sobre esta presión retrasará y complicará la operación de añadido de manguera y necesitará más bomberos auxiliares pinzando. No obstante si la lanza se coordina con el operador de la bomba se podrán alcanzar mayores distancias de proyección del agua o mejoras en las operaciones de decapado del suelo con chorro sólido (construcción de la línea de defensa con agua).

Por tanto, el **alcance de las lanzas**, es decir la distancia y altura del chorro que proyectan, dependen de a la velocidad que tiene el agua al salir de la lanza y del diámetro del orificio de la boquilla. El alcance máximo horizontal está definido por las leyes del trazado parabólico, pero debido a la resistencia del aire se modifican un poco los datos teóricos. Para un tipo determinado de lanza, el máximo alcance se logrará teóricamente con un ángulo de 45º, aunque en la práctica se consigue elevando la lanza en un ángulo de 30º.

Debido a la velocidad de salida del agua por la boquilla (acción), se produce una **reacción de la lanza**, o fuerza de retroceso, cuyo valor depende de la sección del orificio de la boquilla. Los valores aproximados de esta reacción se pueden calcular como

$$R = 2 \times S \times P$$

Siendo **R** la fuerza de la reacción expresada en Kg., **S** la sección del orificio de la lanza en cm^2, y **P** la presión de la lanza en Kg/cm^2.

1.2.- MECÁNICA DE FLUIDOS.-

La Fluodinámica o Mecánica de Fluidos es la parte de la física que estudia el comportamiento de los fluidos (líquidos y gases). Los fluidos son cuerpos que adoptan la forma del recipiente que los contiene. Los fluidos están constituidos por moléculas, las cuales están unidas entre sí por unas fuerzas de cohesión relativamente pequeñas, por ello ofrecen poca resistencia a la deformación en sentido tangencial o cortante y con ello son propensos a los diferentes cambios de forma. La diferencia entre líquidos y gases es que los primeros se caracterizan por el hecho de ser prácticamente incomprensibles (cambian de forma pero mantienen su volumen constante a una determinada temperatura, sus fuerzas de atracción son levemente superiores a las de repulsión FA>FR), mientras que los gases se pueden comprimir (cambian su forma y volumen, con tendencia a ocupar el volumen de que disponen

si no hay presión sobre ellos, las fuerzas de atracción son inferiores a las de repulsión FA<FR).

Cuando dicha ciencia se dedica al estudio de los líquidos se denomina **Hidráulica** (por excelencia el liquido más importante es el AGUA), esta la podemos dividir en dos partes: La **Hidrostática** que se dedica al estudio de las propiedades de los líquidos en reposo o equilibrio (por tanto su superficie es plana) y la **Hidrodinámica** que se dedica al estudio de los líquidos en movimiento y todas las fuerzas que puedan generarse con ellos.

La hidráulica es la aplicación de la mecánica de fluidos en ingeniería, para construir dispositivos que funcionen con líquidos, por lo general agua o aceite. La hidráulica resuelve problemas como el flujo de fluidos por conductos o canales abiertos y el diseño de presas de embalse, bombas y turbinas.

EL AGUA

Cuya fórmula química es H_20 está compuesta por hidrógeno y oxígeno en la proporción de un gramo de hidrógeno por cada ocho gramos de oxígeno. Los estados en que se puede encontrar son líquido, sólido y gaseoso (vapor).

Si se supone que la presión existente es la atmosférica, el agua en estado sólido (hielo) se encuentra a una temperatura inferior a 0ºC, en estado líquido a una temperatura entre 0ºC y 100ºC y en estado gaseoso a una temperatura superior a 100ºC. Como se puede observar al variar la temperatura el agua cambia de estado. Para que un gramo de agua en estado sólido a 0ºC pase a agua en estado líquido, se deben suministrar 80 calorías. Este calor que se suministra, para cambiar de sólido a líquido se denomina calor latente de fusión. Para seguir aumentando la temperatura del agua en estado líquido se ha de suministrar una caloría por cada ºC que se quiera aumentar y por cada gramo de agua (Calor especifico).

Para pasar el agua en estado líquido a 100ºC a estado gaseoso, se necesitan 537 calorías por gramo, este calor se denomina calor latente de vaporización. Es por esta propiedad por la que el agua es tan utilizada para apagar el fuego, este necesita invertir parte de su energía en calentar y evaporarla. El volumen que ocupa un litro de agua varía dependiendo de la temperatura a la que se encuentre. El mínimo volumen que ocupa un litro de agua es de 1 dm3 a 4ºC de temperatura. Si se aumenta o disminuye esta temperatura, el agua aumentará de volumen. Si se aumenta la temperatura, el aumento de volumen es lento de tal forma que un kilogramo de agua a 4ºC ocupa 1 dm3., pero a 100ºC ocupa 1,4 dm3. Si se disminuye la temperatura al cambiar el estado de líquido a sólido a 0ºC el volumen que ocupan los 1000 gramos de agua helada es de 1,09 dm3. Esto puede crear desperfectos en elementos llenos de agua al disminuir la temperatura. En el cambio de estado de líquido a

vapor un litro de agua (1000 gr.) se convierten en 1700 litros de vapor de agua y absorbe 537 Kilocalorías.

Debido a todas estas características el agua es un gran agente extintor (gran capacidad para absorber calor), además de ser el agente extintor más abundante en la naturaleza, su uso es sencillo y barato. Como se comentó, su capacidad de absorción de calor es debida a su calor especifico y sus calores latentes (sobre todo el de vaporización), además su eficacia aumenta cuando la superficie de contacto del agua con el calor ó fuego sea mayor, por ello interesa mucho su pulverización (el diámetro de las gotas de agua sea muy pequeño) como ocurre en los modernos equipos de ultra-alta presión tan utilizados en la actualidad sobre vehículos todoterrenos ligeros tipo pick up .

Como principales inconvenientes, al contener normalmente una cierta concentración de sales minerales, el agua es un buen conductor de la electricidad. Por ello es peligroso su uso bajo tensión eléctrica. Además que elementos como los hidrocarburos, debido a su menor densidad, flotan sobre el agua pudiendo extender su uso el fuego.

1.3. HIDROSTÁTICA

PRESIÓN

Definíamos la Presión como el efecto que ejerce una fuerza sobre una determinada superficie. En los líquidos un punto cualquiera de una masa líquida está sometido a una presión en función únicamente de la profundidad a la que se encuentra el punto. Otro punto a la misma profundidad, tendrá la misma presión. A la línea imaginaria que pasa pon ambos puntos se llama superficie equipotencial de presión. Se puede definir la Presión Hidrostática en un punto de un líquido como la fuerza que hace el líquido homogéneo en virtud de su peso sobre la unidad de superficie situada en ese punto. La expresión matemática de la presión es la siguiente:

$$\text{Presión} = \frac{\text{Peso o fuerza}}{\text{Superficie}} \Rightarrow \text{Presión} = \frac{\text{Volumen x Peso Específico}}{\text{Superficie}}$$

$$\Downarrow$$

$$\text{Presión} = \frac{\cancel{\text{Superficie}}\ \text{x Altura x Peso Específico}}{\cancel{\text{Superficie}}} = \text{Altura}$$

Notas : Peso Especifico Agua= 1 Kg/L

Si observamos la formula anterior, en el caso del agua al tener densidad 1Kg/L, su presión (por ejemplo en Kg/cm²) es equivalente a la altura que tenga el agua, medida en metros (m).

Podremos decir que la presión total de un líquido es la que efectúa la fuerza ejercida por la masa del líquido sobre las paredes del recipiente que lo contenga o del conducto por el que circule (dichas fuerzas son perpendiculares o normales a la superficie).

Con esto se observa que a medida que aumenta la densidad de un líquido la presión en un punto que está a la misma profundidad, también aumenta.

Para comprender mejor el concepto de presión, pongamos el siguiente ejemplo: una persona que pesa 80 kilos (fuerza) y está sobre la nieve, si se apoya con un solo pie (superficie pequeña), la presión que hará sobre la nieve será, los 80 kilos que pesa divididos por la superficie de su pie y se hunde bastante en la nieve. No obstante si se apoya con los dos pies la presión sobre la nieve será de 80 kilos que pesa igualmente, divididos por la superficie de apoyo que es el doble que en el caso anterior, por tanto, la presión será menor y se hundirá menos. Por último si la persona lleva esquís o raquetas, como la superficie de apoyo es mucho más grande, su presión sobre la nieve será menor y por tanto no se hundirá.

Las unidades en que se mide la presión son muy variadas, siendo las más corrientes el Kg/cm², Atmósfera, Bar, m.c.a. (metros de columna de agua) y su equivalencia es la siguiente:

1 Kgf / cm2 = 1 Kp / cm2 = 0,98067 Bar = 0,96784 Atmósferas

1 Atm = 1 Atmósfera = 1,01325 Bar = 1,03323 Kg / cm²

1 Bar = 0,98692 Atm. = 1,01972 Kg / cm²

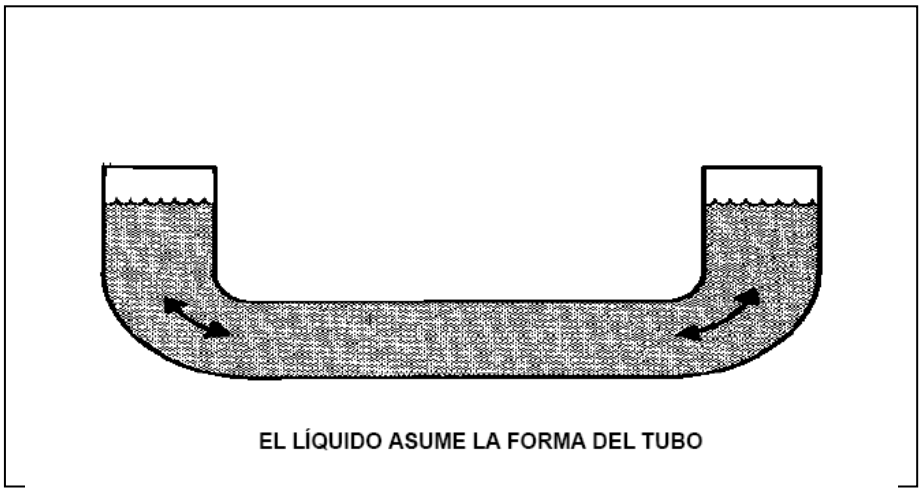
1 Nw = 0,1 Kg = 100.000 Dinas

1 Kg = 9,8 Nw

1 KPa = 1.000 Pa.

A nivel práctico se puede considerar que :

1Kg/cm² = 1Bar = 1Atm = 10m.c.a. = 100.000Pa = 100KPa = 760mm³ de Hg. (Mercurio)



EL LÍQUIDO ASUME LA FORMA DEL TUBO

PRINCIPIO DE PASCAL

El principio de Pascal dice que la presión que se realiza sobre un fluido se transmite instantáneamente, con la misma intensidad y en todas las direcciones del líquido. Como la fuerza es igual a la presión multiplicada por la superficie, la fuerza aumenta considerablemente si se aplica a un fluido encerrado entre dos pistones de área diferente

F = P x S

F = Newton (10 N = 1 Kg) P = Kg/cm^2 S = cm^2

Este principio de Pascal dice que la presión que se ejerce sobre un punto cualquiera de la masa de un líquido, se transmite por igual en todas las direcciones, es decir, los líquidos son prácticamente incompresibles (al comprimirlos no varían su volumen, aunque si su forma). Esta es la conclusión a que llegó Pascal, la cual intuitivamente se puede ver en que si llenamos de agua un recipiente de plástico (donde se han practicado múltiples agujeros) y por acción de un pistón se hace salir el agua por los diferentes agujeros del recipiente, esta saldrá en una dirección perpendicular a cada uno de los agujeros practicados y además que, aproximadamente por todos los agujeros sale a la misma velocidad.

La presión que hace un sólido en virtud de su peso actúa en una sola dirección (vertical) y en un solo sentido (abajo), sin embargo la presión que hace un liquido en virtud de su peso actúa en todas direcciones (vertical, horizontal, inclinada) y en todos los sentidos arriba, abajo, derecha, e izquierda.

Pascal para demostrar que la presión en un recipiente no depende de la cantidad de líquido, sino de su altura (h) y que la dirección de la presión hidrostática es siempre

perpendicular a la superficie del cuerpo en contacto con el líquido construyó un barril con un tubo muy largo y delgado para que cupiese una mínima cantidad de agua, la llenó con un litro de agua, como el tubo era muy largo la presión en el barril era mucha, el barril reventó, demostrando lo que Pascal quería.

Se puede decir que la **Presión Atmosférica (Atm.)** es la fuerza en que actúa la atmósfera en virtud de su peso, sobre cada cm² de los cuerpos existentes en ella. El peso del aire en los primeros 1000 metros es aproximadamente de 1,293 gramos por cada litro (densidad del aire). La atmósfera tiene una altura aproximada sobre la tierra de 60 Km y el peso de estos gases hacen fuerza sobre la tierra. Esta presión no es generalmente constante y varía según el lugar que nos encontremos, debido a las condiciones climatológicas (temperatura, humedad, etc...) y a la altitud. Dichas variaciones se miden con un instrumento llamado barómetro (mide presiones iguales a la atmosférica). Para la medición de presiones cualesquiera se utilizan los **Manómetros**, para el caso particular de que las presiones sean inferiores a la atmosférica se utilizan los **vacuómetros**. Para medir presiones inferiores, iguales o superiores a la atmosférica se utilizan los **mano-vacuómetros**.

La presión atmosférica actúa en todas las direcciones y siempre perpendicularmente a la superficie de los cuerpos que están en contacto. El valor de esta presión medida a nivel del mar es de una atmósfera.

1 Atm = 1,033 Kg /cm^2 = 760 Tor. = 760 milímetros de columna de mercurio.

1 Atm = 1, 013 bar = 1013 mbar = 101300 Pascal = 1013 hectopascal

1.4. HIDRODINÁMICA.

La hidrodinámica es la parte de la física que estudia los fluidos en movimiento y el comportamiento del mismo cuando es sometido a esfuerzos o tensiones. Por ello, es importante el estudio de la naturaleza del fluido y sus propiedades físicas (peso específico, densidad, temperatura, calor específico, viscosidad, etc.).

Una de las magnitudes más importante y que caracterizan el comportamiento de los fluidos es la **viscosidad**, la cual se expresa a partir de su coeficiente de viscosidad y, es la propiedad que tienen los fluidos para oponerse a un esfuerzo o tensión cortante, siendo inversamente proporcional a la velocidad de deformación de las partículas del fluido. Es decir, es la resistencia que posee un fluido a cambiar de forma y la cual aumenta con la velocidad con que dicho fluido circule. En los líquidos al aumentar la temperatura la viscosidad disminuye por la distensión que se produce en los enlaces intermoleculares.

Si el fluido circula poco a poco no se ve prácticamente su movimiento, en estos casos se dice que el fluido tiene un movimiento o flujo de tipo **laminar**. Si el fluido circula deprisa, se

aprecia su movimiento por los remolinos y cambios de dirección (fluctuante y agitado), en estos casos se dice que el fluido tiene un movimiento **turbulento**.

En las **conducciones** se considerará que el movimiento o flujo de un líquido es siempre en régimen turbulento, además la circulación del líquido por las conducciones se puede considerar libre o forzada.

Una circulación **libre** será cuando el líquido se mueve por su propio peso (ejemplo de ello son los depósitos elevados y canalizados a las viviendas), también llamada impulsión por gravedad.

Una circulación **forzada** será cuando al líquido se le aplican presiones (ejemplo de ello son las elevaciones del líquido a unos metros de altura por aplicación de las presiones de una bomba de un vehículo).

En el caso de las conducciones que utilizan las autobombas, la circulación del agua por las diferentes canalizaciones o mangueras será prácticamente forzada. La velocidad del agua en las conducciones se suele expresar en metros/segundo (m/sg), y en la práctica no es recomendable que el agua circule por las mangueras a una velocidad superior a 2,5 m/seg. Si se circula a velocidades superiores se pueden presentar pérdidas de rendimiento importantes.

CAUDAL O GASTO

Se define como la cantidad de líquido (agua) que pasa por la sección transversal de un conducto en la unidad de tiempo. Con lo cual su formula, unidades más utilizadas para medir los caudales, y sus equivalencias son:

$$Q = V/t$$

Q = Caudal (m^3/min, L / min, L/h) V = Volumen (L, m^3) t = tiempo (s, min,h)

PRINCIPIO DE CONSERVACIÓN DE LA MASA

Este principio basado en la incompresibilidad de los líquidos, dice que la cantidad de materia líquida que pasa por dos puntos cualquiera de una canalización en la unidad de tiempo es siempre la misma (constante). El caudal que circula por un conducto esta

relacionado con la velocidad que tiene el agua en el conducto y con la sección transversal del conducto, es decir, el caudal depende de la velocidad y de la sección.

$$Q = v \times S$$

Q = Caudal (m^3/min) v = Velocidad (m/min) S = sección (m^2)

Nota : *Hay que tener en cuenta que para una manguera (sección circular) que tiene el doble de diámetro que otra, pasa cuatro veces más de caudal y si el diámetro es tres veces más grande, pasa nueve veces más caudal, etc.*

Cálculo de caudales. Un ejercicio de aplicación es calcular el caudal máximo que puede pasar por las diferentes mangueras de 25 mm., 45 mm. 70 mm., teniendo en cuenta que la velocidad máxima recomendada es 2,5 m /seg (1500 dm /min). Por ejemplo para Mangueras de 25 mm. Se quiere obtener el caudal en litros/min., por tanto

S = Л **x** R^2 = 3,14 x $(0,25/2)^2$ = 3,14 x (0,0625/4) = 0,0490625 dm^2

Entonces **Q = V . S** = 1500 x 0,0490625 = 73,59375 dm^3/min (litros/min.)

ECUACIÓN DE CONTINUIDAD

Como antes se ha comentado el caudal **Q = S x V**, es constante a lo largo de cualquier canalización y por tanto en la conducción se ha de cumplir esto, pero como tienen diferentes diámetros (Ø) entonces las secciones (S) serán diferentes, entonces para que se cumpla el principio de conservación de la masa, las velocidades (V) no serán las mismas en cada uno de los puntos longitudinales considerados de la conducción, esto es debido a que dicha velocidad debe de ajustarse para que la relación constante se siga cumpliendo, con lo cual expresando esto matemáticamente se tiene que :

PRINCIPIO DE BERNOULLI.- Este principio nos dice que la suma de energías (debida a la presión o energía del flujo, velocidad y altura de un líquido) en dos puntos cualesquiera de una canalización permanece constante. Vamos a ver a que equivalen las tres componentes energéticas de una canalización y que cada una de ellas se puede expresar en metros, según dicho principio :

Energía Flujo (desplazamiento) = Fuerza . Espacio = Presión . Superficie . Longitud =

= P . Vol = **P/□□**= Energía de Presión (P) = F . L -2 / F . L-3 = L

□□**Energía Cinética** = ½ . Masa . Velocidad 2 = ½ . P/g . V 2 = **V 2 / 2g** = L2.T-2 / L.T-2 = L

□□**Energía Potencial** = Peso . altura = altura = **h** = L

Notas : Volumen = 1 / Peso especifico (Vol = 1/ □), Masa = Peso/ aceleración gravedad

Peso especifico = densidad . aceleración gravedad (□□= □□. g = 1 Kp/ li

Densidad del agua es □a =1 Kg/litro, Peso agua por litro es Pa = 1 Kg

Bernoulli demostró prácticamente su teoría de la siguiente forma: si observamos la figura 5, se ve que cuando el grifo está cerrado la superficie del líquido en el deposito y los tubos, está a la misma altura y es constante (principio de las vasos comunicantes, presión hidrostática). Pero en el momento de abrir el grifo el nivel del agua en los tubos baja (figura 6) y si volvemos a cerrar el grifo el nivel vuelve a subir.

Esto quiere decir que al abrir el grifo el líquido se pone en movimiento y la presión del líquido, indicada por la columna de agua en los tubos baja. Por tanto, con el movimiento o velocidad del líquido, la columna baja más, cuanto más fuese la velocidad del líquido. La altura del líquido en los tubos indica la presión estática del líquido (Pe) y la diferencia de altura del líquido de los tubos y el depósito indica la presión dinámica del líquido (Pd). Esto suponiendo que se trata de un líquido ideal, es decir, que no es compresible y no hay pérdidas debidas a roces, viscosidad, etc.

Es decir, en un tubo por el que circula un fluido en régimen estacionario y perfecto, la Suma de Energías debidas a la altura de presión (Pe), la altura cinética (Pd) y la altura de posición (h) dan constante. Expresado matemáticamente se obtiene:

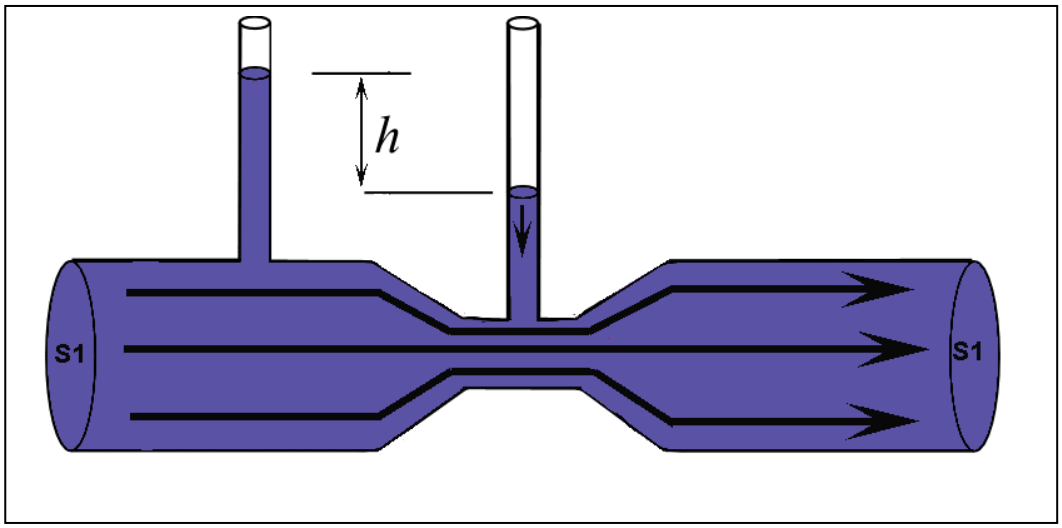
E = P + V x 2 x g x peso específico □+ h = Cte.

FENÓMENOS DIVERSOS EN LAS INSTALACIONES.- En las instalaciones o conducciones pueden aparecer diversos fenómenos que pueden repercutir en el rendimiento de las mismas, entre los más habituales podemos destacar los siguientes :

a) Efecto Venturi.- Este fenómeno se basa en el principio de Bernoulli, de forma que, si se disminuye la sección en una canalización aumentara la velocidad del líquido para cumplir el principio de conservación de la masa (ecuación de continuidad) y por tanto según Bernoulli aumenta la presión dinámica y disminuye la presión estática.

Esta disminución de la presión en un estrechamiento se denomina efecto Venturi.

Este efecto se utiliza en las alas de los aviones, en los pulverizadores, en los carburadores de automóvil, en los premezcladores de espuma (principio de succión, figura 10), en las bombas para hacer el cebado en los hidroyectores, etc.



b) Pérdidas de Carga (Pc).- Este fenómeno es debido a la resistencia que oponen las instalaciones a la circulación del agua por las mismas y a la naturaleza del líquido (viscosidad), es decir debido al choque interno de las moléculas del liquido y al rozamiento producido en las conducciones, lo cual se traduce en pérdida de energía de presión por calor (Estas perdidas se expresan normalmente en **Atmósferas/100 m**, aunque hoy en día los fabricantes de mangueras suelen darlas en función de diferentes longitudes, diámetros y caudales).

Vamos a ver con un ejemplo el efecto de las perdidas de carga: Cuando hablamos del teorema de Bernoulli, hicimos la suposición que el líquido era ideal y que las conducciones eran perfectas, pero en realidad, los líquidos no son ideales, tienen viscosidad, y las conducciones tampoco son perfectas; esto modifica un poco los planteamientos anteriores provocando unas pérdidas de carga o pérdidas de presión, que son proporcionales a la longitud de la tubería (L) y al cuadro de la velocidad (V).

Las Pérdidas de Carga (Pc) dependen de:

1. La **viscosidad** del fluido: a mayor viscosidad, mayores pérdidas. Siendo las pérdidas directamente proporcionales.

2. **Tipologías de conducción** atendiendo a la rugosidad, dobleces, etc.: Cuanto mayor es la rugosidad mayor el rozamiento, con lo cual mayores pérdidas. Siendo las mismas directamente proporcionales.

3. La cantidad y calidad de las **uniones**: racores, reducciones, válvulas, codos y otros elementos que perturben la circulación del fluido (piezas intermedias): Cuanto mayor número de estas piezas, mayores pérdidas.

4. **Diámetro** de la conducción: Cuanto menor es este, mayores son las pérdidas. Dichas perdidas son inversamente proporcionales a la quinta potencia del diámetro.

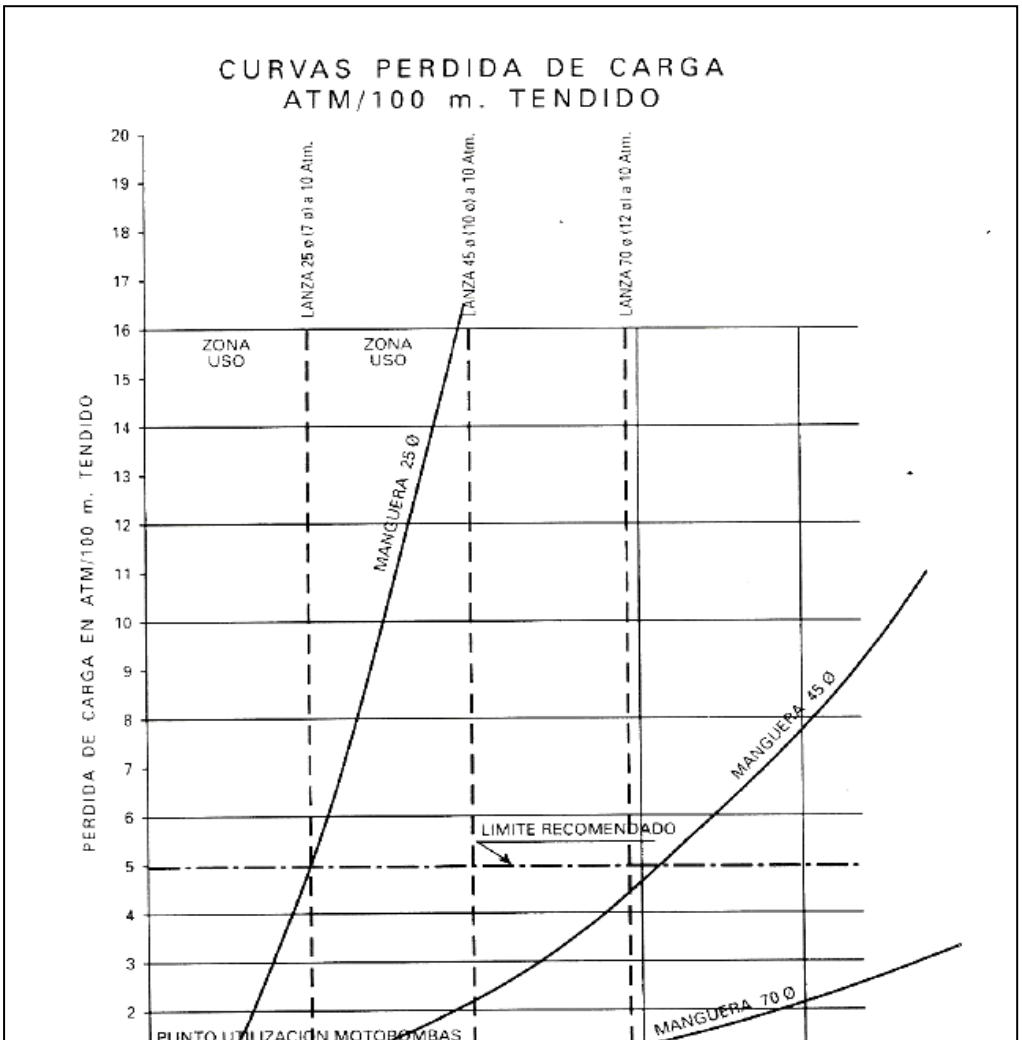
5. **Longitud** de la conducción: Con igual diámetro a mayor longitud mayores son las pérdidas. Siendo estas directamente proporcionales a la longitud de la instalación.

6. El **caudal**: Cuanto mayor sea este, mayores pérdidas. Son directamente proporcionales al cuadrado del caudal.

7. La **velocidad**: A mayor Flujo mayores pérdidas, siendo estas directamente proporcionales al cuadrado de la velocidad.

8. **Son independientes de la presión**. Esto se entiende en general para cualquier tipo de instalación, aunque en las mangueras al ser flexibles disminuyan las pérdidas ligeramente. Nosotros las consideraremos independientes.

Una forma de calcular las perdidas de carga es por medio de tablas, gráficas, ábacos, etc., los cuales vienen tabulados para cálculos teóricos aproximados o nos los proporcionan los fabricantes según el tipo de conducciones suministradas. A titulo de ejemplo veamos la gráfica siguiente:



Ejemplo: Caudal 200 l /min, diámetro de la manguera 45 m /m. Con estos datos desde el eje de ordenadas trazamos la línea horizontal correspondiente y cortamos la curva de Ø - 45 mm de diámetro, ahora trazo la línea vertical y le corresponde en abcisas una pérdida de carga 2,2 kg/cm2.

La siguiente Tabla sirve para calcular las pérdidas de carga aproximadas para mangueras tipo Armtex en función del caudal suministrado, diámetro y longitud de la manguera. También permite esta tabla saber el tiempo de vaciado de un tanque teniendo como datos el caudal y la capacidad del tanque.

TABLA PARA CALCULO DE TENDIDOS DE MANGUERA

Manguera (mm ø)	Lanza (ø/mm.)	Presión (Atm.)	Caudal (l/min.)	Altura (m.)	Alcance (m.)	Reacción (Kg.)	Pérdida de carga (Atm/100 m.)
25	7	3	53,3	12	18	2,2	1,5
		4	61,6	14	21	2,9	1,8
		5	70,0	16	23	3,6	2,4
		6	76,6	18	25	4,4	2,8
		7	83,3	20	27	5,0	3,4
		8	93,3	22	29	5,8	4,2
		9	95,0	24	31	6,6	4,6
		10	100,0	26	33	7,2	5,1
45	10	3	111,6	14	20	4,6	0,6
		4	128,3	16	23	6,2	0,7
		5	143,3	18	26	7,6	0,8
		6	158,3	20	29	9,2	1,0
		7	170,0	22	31	10,7	1,2
		8	183,3	24	33	12,3	1,4
		9	193,3	26	35	14,0	1,7
		10	201,6	28	37	15,5	2,0
70	12	3	158,3	16	23	6,6	0,07
		4	183,3	19	27	9,0	0,10
		5	206,6	21	30	11,0	0,14
		6	225,0	23	33	13,3	0,16
		7	243,3	25	35	15,5	0,19
		8	260,0	27	37	16,7	0,21
		9	276,6	31	39	20,0	0,23
		10	291,6	33	41	22,0	0,25

Ejemplo: Caudal 200 l /min, diámetro de la manguera 45 m /m. Con estos datos entramos en las casillas correspondientes, que la pérdida de carga en 100 metros es de 2,0 kg/cm², y si queremos saber en 20 metros (una manguera), es de 0,4 Kg /cm2. Si queremos bajar el caudal con una de las modernas lanzas de caudales regulable para ahorrar agua y nos

pasamos a líneas de 25 mm, vemos que la pérdida de carga en 100 metros es menor de 1,5 Kg/cm² l

c) Golpe de Ariete.- Este fenómeno se debe a las variaciones bruscas del caudal en cualquier instalación, es decir cuando se obstruye una instalación de forma brusca (por cierre de una válvula, seccionamiento de una llave, cierre de una lanza, etc...) o se proporciona bruscamente dicho caudal por medio de una bomba, debido a la onda de presión que se genera por la gran variación de la cantidad de liquido que llega al lugar de cierre, esta produce su regreso en sentido inverso, entonces la instalación debe absorber dicho fenómeno, causando grandes defectos mecánicos en ocasiones (por esfuerzos y rozamiento), con lo cual puede causar la rotura o deterioro de elementos de la instalación y además poner en peligro a la persona que maneja dicha instalación. Por todo ello, se aconseja que las operaciones de apertura y cierre en las instalaciones se realicen de forma lenta y controlada (es decir aumentar el tiempo de apertura y cierre, para que la variación de caudal no sea tan brusca y la instalación pueda absorber progresivamente los esfuerzos).

d) Cavitación.- Es un fenómeno que se produce cuando en un conducto por el que circula un fluido, principalmente agua, en el caso de bombas contra incendios, se forman espacios vacíos. Estos espacios vacíos provocan que el agua desprenda burbujas de vapor que modifican la corriente del fluido o por contener gases disueltos. Normalmente, en la practica, este fenómeno aparece con grandes alturas de aspiración y/o con grandes caudales. Los vacíos anteriormente citados se forman en lugares puntuales en los que el agua adquiere una gran velocidad y entonces la presión baja por debajo de unos valores determinados. Cuando en los puntos donde se han formado las burbujas de vapor, vuelve a subir la presión estas burbujas desaparecen repentinamente y se producen unas sobrepresiones puntuales que muchas veces originan la corrosión del material, por efectos mecánicos (temperaturas altas).

2.- MAQUINAS HIDRAULICAS: BOMBAS DE VEHICULOS, MOTOBOMBAS, TURBOBOMBA, ETC

2.1. INTRODUCCION.

Son aparatos o sistemas mecánicos que sirven para añadir o extraer energía de un fluido (líquidos o gases). Se utiliza el termino **bomba** para la máquina que añade energía al fluido y más concretamente para el bombeo o impulsión de los fluidos a través de conducciones con una cierta presión. Cuando una máquina extrae energía o funciona debido al consumo de energía de un fluido se le denomina **turbina**. Nosotros debido a la utilización de estas máquinas en las instalaciones de mangueras nos centraremos en el estudio de las bombas.

Las bombas utilizadas para gases trabajan a velocidades mayores, sus válvulas son más ligeras y las holguras en sus partes móviles son menores (mayores fugas); respecto a las utilizadas para líquidos, todo ello es debido a que la viscosidad es menor en los gases. En general, los tipos de bombas para gases, se suelen clasificar en función del incremento de presión conseguido, teniendo así : los ventiladores (en torno a los 7 KPa), las soplantes (entre 7-300 KPa) y los compresores (superiores 300 KPa)

La energía que debemos suministrar a una bomba dependerá de la altura de elevación del fluido, presión en el punto de descarga, longitud y diámetro de la conducción, velocidad del flujo, propiedades del fluido (densidad y viscosidad), rozamiento y pérdidas de carga en la instalación, etc.

CUERPO DE BOMBA - CARROS DE BOMBEROS

Para los Bomberos, los carros son siempre su bien más preciados, y, dentro de los múltiples componentes de un carro bomba, es el llamado "Cuerpo de Bomba" el que permite dar presión al agua, sin lo cual, por cierto, no hay ataque posible contra el fuego.
En Chile, el 75% de las bombas que se encuentran instaladas en los carros son del modelo CB 90 1 (90metros cúbicos/ hora/ 1 impulsor). Está construida en bronce especialmente para Chile, dado que las aguas nacionales son duras y dañan el aluminio, material con el que habitualmente se elaboran. Esto significa un costo más alto, pero a cambio implican una vida útil más extensa.__
Entre sus partes principales se encuentran: Cuerpo de Bomba, impulsores, difusores, eje, rodamientos, sellos mecánicos y los elementos secundarios conformados por el Oª Ring, empaquetaduras, bujes, tuercas, separadores y chavetas, entre otros.

Entre los aspectos importantes de las bombas está su capacidad. En el caso de la CB 90 1 que es un cuerpo de baja presión, hecho en bronce y que en un punto de la curva desaloja 90metros cúbicos por hora. Según profesionales expertos en la materia, esta bomba puede, como máximo, llegar a desalojar 3200 litros por minuto, alimentada por dos líneas de 110 mm. (chorizos) y a una presión de 10 Bares.
Habitualmente, este cuerpo de bomba va montado en carros con cisternas de 3000 litros, y de manera frecuente los voluntarios quisieran tener bombas más grandes, afirman los expertos, pero eso significaría vaciar el estanque en un minuto. En Chile, los grifos tienen un caudal de 800 litros por minuto, con una presión que varía entre 2,5 y 3 bares. Por lo tanto, si la cisterna es desocupada, deberán trabajar sólo con el caudal que les da el grifo.

Aumento de presión

El trabajo principal del cuerpo de bomba es dar la presión necesaria para que el agua pueda salir por los pitones. La bomba puede trabajar de tres formas.

En primer lugar, desde el grifo, donde recibe una presión aproximada de 2,5 bares y, mediante la aceleración del motor, la bomba va a impulsar a 7 u 8 bares, presión necesaria para trabajar con el pitón.

Es importante destacar que por cada 10 metros de altura, la presión disminuye un bar, por tanto hay que estar atento cuando se trabaja en edificios de departamentos, para compensar la presión que se pierde por la altura.

Otra forma es con aguas abiertas (canales, piscinas, acequias, lagunas, lagos, ríos, etc) donde el vehículo podrá aspirar más agua, alcanzando grandes niveles de caudal.

Una tercera vía es usando la cisterna, la cual está limitada a la capacidad que ella tenga, ya sea 3000, 3500 o 4000 litros, a menos que el carro bomba sea alimentado por un carro aljibe.

Actualmente, varios Cuerpos de Bomberos tienen carros bombas equipados con un pitón monitor, los cuales pueden llegar a lanzar entre 1400 y 2500 litros por minuto, dependiendo de la capacidad del estanque, pero para que esto sea efectivo es necesario que esté apoyado por otros carros bombas o carro cisterna, los cuales lo deberán alimentar de agua.

En todo incendio, los Bomberos quisieran tener cada uno su pitón, pero es más efectivo que se armen dos líneas de agua, pues si tengo varias líneas de agua, disminuye el caudal y baja la presión. ***Un cuerpo de bomba sin agua no puede trabajar, y ni los Bomberos o el carro la pueden inventar.***

Incluso el cuerpo de bomba puede funcionar con agua salada, teniendo cuidado en el tipo de material del cual está confeccionado el estanque y lavando bien sus piezas. De hecho, el que las partes sean de bronce, permite que resistan el agua salada. Pero por ***seguridad*** *no se recomienda el uso de aguas salinas.*

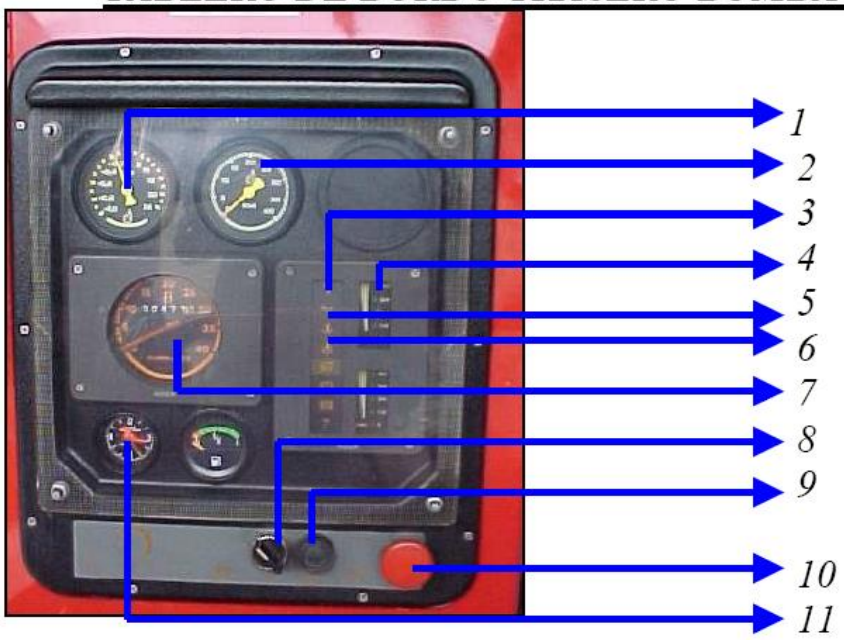
Alta Presión

En los casos de los carros adecuados para alta presión, cuentan con una bomba CH 90 3, la cual se utiliza con el manguerín (manguera recubierta que soporta altas presiones, lo cual permite un trabajo menos dañino y más efectivo), dado que las tiras normales, no aguantarían los 40 bares de presión que impulsa un equipo con estas características. El manguerín es de una pulgada y semirrígido, con muy poco desalojo de agua (200-250 litros por minuto), con lo cual permite moleculizar el agua, siendo apta para trabajar en accidentes de automóviles, derrames de combustibles y en incendios de pequeña gran envergadura para evitar lanzar mucha agua.

Todos los cuerpos de bombas instalados en los carros pueden trabajar a alta presión. Hay un impulsor que manda la presión a una cama donde existen varias salidas, con unos 20 bares. De esta misma cañería de baja presión, se abre una llave para alimentar otra sección de la bomba, donde hay dos impulsores más que vuelven a sumar presión para llegar a los 40 bares. Dentro de la línea de las bombas "Camiva" se encuentran dos cuerpos de bombas más grandes llamados CB 180- CH 180, las cuales van instaladas en vehículos especiales con capacidad de 5000 litros.

En general, un cuerpo de bomba no puede trabajar más de dos horas a alta presión y también es importante, a manera de precaución, hacer uso de los filtros, con lo cual se previene el ingreso de cuerpo extraños a la bomba.

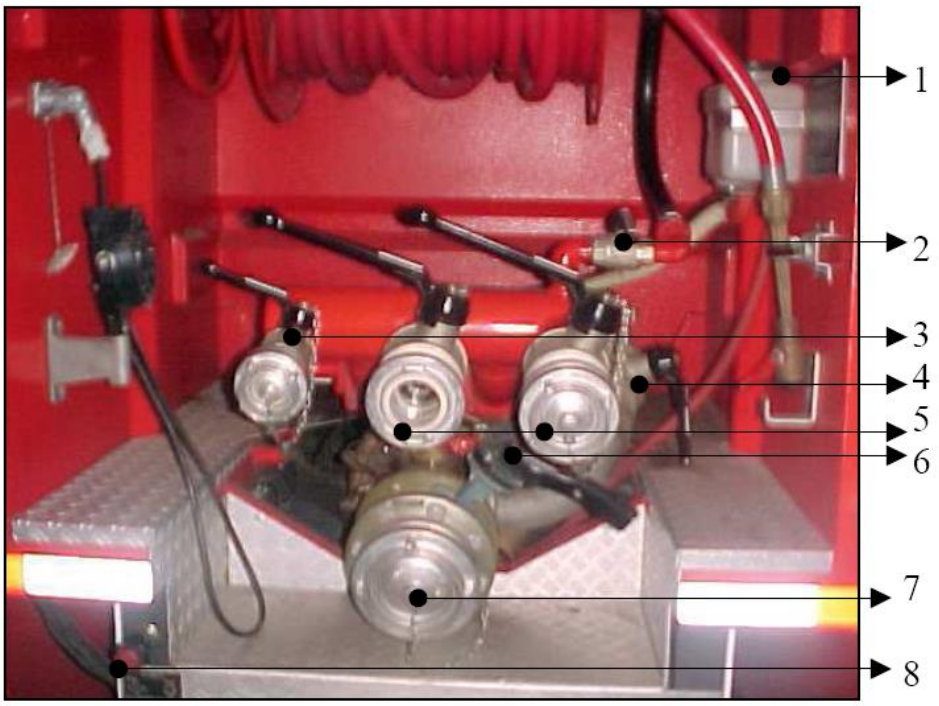
TABLERO DE BORDO TRASERO BOMBA CAMIVA CB-90 1



Donde:

1= Mano-vacuometro.
2= Manómetro descarga.
3= Ind. puesta bajo tensión
4= Electro-nivel agua.
5= Ind. Presión Act. motor
6= Ind. T°. Agua motor
7= Cuenta Revl..Motor (*) C/Cuenta horas.
8= Alumbrado armario.
9= Control nivel Bomba Desenganchada.
10= Parada Emerg. Motor.

PARTES AUXILIARES DE LA BOMBA.



En donde:

1- Estanque para cebado de la bomba (uso en aspiración).
2- Salida Bunster.
3- Salida de 50mm.
4- Válvula aspiración tanque.
5- Salidas de 70mm.
6- Llave de alimentación 110mm.
7- Entrada de alimentación 110mm.
8- Acelerador motor (uso aumento de presión).
9- Retorno de flujo de agua hacia el tanque.

Podemos clasificar las bombas en dos tipos (Ver diferentes tipos de bombas en los Anexos), según su principio de funcionamiento:

2.2. TIPOS DE BOMBAS

2.2.1. BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO (BDP). El volumen del líquido que circula está relacionado directamente con el desplazamiento de un émbolo o membrana, con lo cual aumenta con la velocidad y no esta influenciado por la presión de forma significativa. Dentro de este grupo tenemos de dos tipos :

A) RECIPROCAS O ALTERNATIVAS. Que pueden ser de :
Pistón o Embolo.
Martinete.
Diafragma.

B) GIRATORIAS O ROTATIVAS. Que entre otras pueden ser de :
Rotor simple

1. Paleta deslizante
2. Tubo flexible
3. Tornillo
4. Peristaltica o de Inductor de flujo.

Rotor múltiple

5. Engranajes.
6. Mono.
7. Volumétrica.
8. Lóbulo.
9. Pistón circunferencial

2.2.2. DINAMICAS. También denominadas de intercambio de cantidad de movimiento, ya que añaden movimiento al fluido por medio de paletas, álabes o dispositivos especiales. En ellas no existen volúmenes cerrados, pues el fluido incrementa su cantidad de movimiento mientras se mueve a través de pasajes abiertos y convierte su alta velocidad en incremento de presión al salir a través de un difusor. Entre ellas tenemos de dos tipos:

GIRATORIAS O ROTATIVAS.

Centrífugas o Flujo radial.

Flujo Axial.

Flujo mixto (axial-radial).

ESPECIALES. Denominadas así por sus condiciones particulares de funcionamiento, pueden llevar alguno de los principios anteriormente mencionados. Nosotros veremos aquí la TURBOBOMBA, la cual para funcionar debe estar sumergida prácticamente en un líquido.

Veamos ahora las características y principios de funcionamiento de algunas de las bombas que hemos mencionado :

2.2.1 BOMBAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO (BDP).

A) BOMBAS ALTERNATIVAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO: Constan principalmente de un cilindro, un pistón y algunas válvulas. Al subir el émbolo dentro del cilindro, produce un vacío y la presión atmosférica empuja el agua hacía dentro del cilindro a través de las válvulas (V'). (ver figura 14).

Al bajar el émbolo, el agua comprimida por éste cierra las válvulas (V') y abre las válvulas (V) saliendo el agua al exterior por los tubos (L) en los tipos de bombas B) y C), mientras que en los tipos A), pasa por la cámara superior y al volver a subir el émbolo, el agua cierra la válvula (V) saliendo al exterior por el tubo (L). En general estos tipos de bombas pueden encontrarse en el mercado materializadas de las siguientes formas :

1) La bomba de émbolo. Consta de un cilindro con un émbolo alternativo conectado a una varilla que pasa a través de un casquillo de prensaestopas al final del cilindro. Para evitar fugas a través del casquillo y del émbolo se utiliza material de empaquetadura tal como amianto grafitado, plomo, aluminio, cuero, caucho, plástico o fibras; en algunos el émbolo se equipa con aros. El líquido entra desde la línea de succión a través de una válvula de succión y descarga a través de una válvula de salida la bomba puede ser de simple efecto, admitiendo líquido solamente en la porción del líquido situado delante del émbolo, o puede ser también de doble efecto, cuyo caso se utiliza el volumen situados a ambos lados del émbolo. La velocidad del émbolo varia de una forma aproximadamente sinusoidal y la velocidad volumétrica de descarga de líquido presenta las fluctuaciones correspondientes. En una bomba de un solo cilindro la descarga aumenta desde cero cuando el émbolo comienza a moverse desde el final de la carrera hasta alcanzar un valor máximo cuando el émbolo esta totalmente acelerado hacia el punto medio de la carrera; la descarga disminuye entonces gradualmente hasta alcanzar el valor cero.

Si la bomba es de simple efecto habrá un intervalo durante el retorno de la carrera durante el cual el cilindro se llena de líquido y no existe descarga. Por otra parte, en una bomba de doble efecto la descarga es análoga durante la carrera de ida y vuelta. Sin embargo, en muchos casos el área de la sección transversal de la varilla del émbolo puede ser importante en comparación con la del émbolo mismo y el volumen descargado durante la carrera de retorno será menor que el correspondiente a la carrera de ida. Se obtiene una descarga más homogénea si se acopla un número adecuado de cilindros. Si se utilizan dos cilindros de doble acción existirá un retardo entre las descargas de los dos cilindros y la descarga total será la suma de las descargas de los cilindros individuales. La descarga en las de doble efecto es mucho más suave que la que se obtiene con la bomba simple siendo la descarga mínima igual a la máxima que se obtiene con un solo cilindro, la descarga teórica de una bomba de émbolo es igual al volumen total barrido en los cilindros. La descarga real puede ser menor que el valor teórico debido a fugas en el émbolo o las válvulas, o a la inercia de las válvulas. Sin embargo en algunos casos la descarga real es mayor que el valor teórico debido a que la cantidad de movimiento del líquido en la línea de descarga y la lentitud de operación de la válvula de descarga puede dar lugar a una descarga continuada durante una parte de la carrera de succión. El rendimiento volumétrico, que se define como la relación entre la descarga real y el volumen barrido, es generalmente superior al 90%.

2) La bomba de martinete. Aunque de construcción análoga, difiere de la de émbolo, en que el vástago pasa a través de un casquillo adosado al extremo del cilindro; esto permite una separación y sustitución del material que forma el cierre y cualquier fuga se aprecia de forma inmediata. La bomba de martinete y la del émbolo se utilizan para inyectar pequeñas cantidades de inhibidores en reactores de polimerización o de inhibidores de corrosión en sistemas de alta presión. Se utilizan también para introducir el agua de alimentación en calderas de vapor.

3) La bomba de diafragma. Se ha desarrollado para tratar líquidos corrosivos o que contienen suspensiones de sólidos abrasivos. Consta de dos secciones separadas por un diafragma de caucho, cuero o material plástico. En una de las secciones opera un émbolo que desplaza un fluido no corrosivo. El movimiento del fluido es transmitido por medio del diafragma flexible al liquido que se bombea. Las únicas partes móviles de la bomba que están en contacto con el liquido son las válvulas y pueden diseñarse de forma especial para tratar el material. En algunos casos el movimiento del diafragma es producido por accionamiento mecánico directo.

B) LAS BOMBAS ROTATIVAS DE DESPLAZAMIENTO POSITIVO:

1) La bomba de engranajes. Es la más ampliamente utilizada de todas las bombas rotativas de acción positiva. Dos ruedas dentadas operan dentro de una carcasa, con una pequeña holgura entre la punta de los dientes de los engranajes y la carcasa. Una de las ruedas dentadas está accionada y la otra arrastrada por ella. El líquido es transportado circularmente en espacio comprendido entre dos dientes consecutivos y la carcasa y es proyectada hacia la zona de descarga. La bomba no tiene válvulas y su cierre depende de la pequeña holgura entre los dientes de los engranajes y la carcasa. Es una bomba de desplazamiento positivo y operará frente a presiones elevadas. La descarga es casi independiente de la presión y no es necesario el cebado.

La principal ventaja de la bomba de engranaje sobre la bomba alternativa consiste en que proporciona un flujo homogéneo y que puede acoplarse directamente a un motor eléctrico. Puede tratar líquidos de viscosidades muy elevadas y se utiliza mucho en la industria del petróleo para el bombeo de residuos viscosos procedentes de las plantas de destilación. Debido a que el espacio entre los dientes de los engranajes es comparativamente pequeño, la bomba no se puede utilizar con suspensiones.

2) La bomba Peristáltica o inductor de flujo. Es una forma especial de bomba en la que un tubo de goma de silicona, u otro material elástico, se comprime por etapas mediante un

rotor. El tubo se acopla a un carril curvo montado concéntricamente con un rotor provisto de tres rodillos. Los rodillos al girar aplastan el tubo contra el carril en los puntos de contacto. Las "aplastaduras" hacen que el fluido se mueva por desplazamiento positivo, y el flujo se pueda controlar con precisión a partir de la velocidad de giro del motor. Estas bombas resultan especialmente útiles para fluidos biológicos, en los que deben evitarse todas las formas de contacto. Sus aplicaciones van en aumento y resultan adecuadas para emulsiones de cremas y fluidos similares. Son muy utilizadas en laboratorios y pequeñas plantas, donde resulta interesante la ausencia de émbolo, al evitar la aireación y la resistencia a la corrosión. Con unidades normales se pueden obtener capacidades de 5 a 360 cm3/seg utilizando tubos de 3 a 25 mm de diámetro interior.

3) La bomba mono. Es otro ejemplo de una bomba rotativa accionamiento positivo en la que un husillo metálico de forma helicoidal, gira dentro de un estator de caucho u otro material similar, siendo el líquido forzado a circular a través del espacio comprendido entre el estator y rotor. La bomba Mono proporciona un flujo uniforme y no vibra durante su operación. Puede operar frente a presiones elevadas; cuanto mayor es la presión de trabajo tanto más largos tienen que ser el estator y el rotor y por consiguiente mayor la velocidad de giro. La bomba puede operar con líquidos corrosivos y suspensiones y se emplea mucho para la alimentación de filtros prensa. No debe de operar nunca en seco.

4) Las bombas volumétricas. Son bombas de desplazamiento positivo accionadas por motores eléctricos de velocidad de giro constante. Se utilizan cuando se precisa una velocidad de descarga de líquido exactamente controlada, y se ha de mantener esta velocidad constante con independencia de los cambios de presión frente a las que operen. Para bajos caudales y presiones elevadas las bombas son generalmente de tipo émbolo; para caudales elevados y presiones más bajas se utiliza un diafragma. En ambos casos la velocidad de descarga se controla ajustando la carrera del émbolo, y se puede realizar con la bomba en funcionamiento. Un solo motor puede accionar varias bombas individuales y de esta forma se controlan los flujos reales y la relación de flujo de varias corrientes al mismo tiempo. El caudal se puede controlar desde cero hasta un valor máximo, bien manualmente o de forma remota. Estas bombas se pueden utilizar para la dosificación de efluentes, así como para la introducción de reaccionantes, catalizadores o inhibidores en reactores con velocidades controladas. Estas bombas proporcionan un método sencillo para controlar la velocidad de flujo, pero requieren una construcción con normas de precisión de ingeniería. Se pueden construir en materiales resistentes a la corrosión.

2.2.2. BOMBAS DINÁMICAS.

A) BOMBA DINAMICA ROTATIVA CENTRIFUGA.

Las **bombas dinámicas rotativas centrífugas**, son con mucho el tipo más frecuentemente utilizado en la industria química, servicios contra-incendios y equipos de bombeo tradicionales. De entre los diferentes tipos de bombas rotativas que existen, las bombas centrífugas son actualmente las más utilizadas por los servicios contra-incendios gracias a su rendimiento y presiones alcanzadas. Comunican al líquido una elevada energía cinética que se convierte de la forma más adecuada en energía de presión. El caudal suministrado depende de la presión suministrada (inversamente, es decir a menores presiones mayor caudal e inversa). Pueden bombear líquidos conteniendo sólidos en suspensión y se puede construir en una gran variedad de materiales resistentes a la corrosión, o bien revestirse con caucho o plásticos. De hecho se utiliza para todas las operaciones de bombeo excepto cuando se requiere una bomba de desplazamiento positivo o vencer una gran carga.

Las bombas centrífugas constan principalmente de una entrada axial, un rodete y un colector con salida tangencial (ver figura 15, en Anexos). Por la entrada axial llega el agua a la bomba (eje del rodete), proveniente del tubo de aspiración o de la cisterna del vehículo. Esta entrada tiene un distribuidor que hace que el agua vaya por la dirección conveniente con el fin de

evitar o disminuir los juegos y las turbulencias. Es decir, se alimenta en el eje de un rodete que gira impulsando el líquido hacia fuera por acción centrífuga. Como consecuencia de la elevada velocidad de rotación del rodete el líquido adquiere una gran energía cinética y se produce una diferencia de presión entre las secciones de succión y descarga de la bomba por conversión de la energía cinética en energía de presión. Las presiones de succión y descarga de la bomba dependen de la eficacia con la que tiene lugar esta conversión de una forma de energía en otra. Una vez pasada la entrada axial, el agua entra en el rodete que es una pieza que gira rozando prácticamente las paredes de la carcasa que lo contiene. Las paletas del rodete impulsan el agua hacia el exterior del mismo y hacia la salida imprimiéndole una gran velocidad. Eso es debido al efecto de la fuerza centrífuga combinada con la disminución de la sección de paso, a medida que el agua se aleja del centro del rodete.

Una vez en el exterior del rodete, el agua es recogida por un colector (voluta) en el que la energía cinética debida a la velocidad del agua, se transforma en energía potencial, es decir de presión. Además este colector tiene una salida de forma tangencial respecto al rodete, por donde el agua pasa a las diferentes salidas de la bomba. Este tipo de bomba, es de una sola etapa. pero si se coge el agua que sale de esta bomba y se hace pasar por la entrada axial de otra bomba resultará que el conjunto de las dos será una bomba de dos etapas (figura 16). Normalmente en la primera etapa se puede conseguir unas presiones de 12-14 Kg /cm2 (hoy en día mayores, hasta 18-20 atmósferas) y con dos etapas se pueden llegar a unas presiones de 20-30 Kg /cm2 e incluso mayores (hoy en día, del orden de las 42 atmósferas). Estas presiones hacen que los cojinetes y rodamientos hayan de aguantar grandes fuerzas tanto radiales como axiales y por lo tanto se han de prever las bombas con rodamientos que soporten el esfuerzo axial, y además se ha tener en cuenta que estos rodamientos han de ser estancos y por lo tanto estar trabajando en unas condiciones muy duras. Para intentar aminorar las fuerzas axiales se utilizan diferentes sistemas de construcción, en unos casos se realizan unos agujeros al lado del centro del rodete para que este tenga tanta presión por un lado como por el otro. En otros casos se construye un rodete de los denominados laterales, que quiere decir que tienen palas o aspas en los dos lados al mismo tiempo equilibrando las fuerzas axiales. Otra solución para aminorar estas fuerzas es que dos etapas trabajen en oposición respecto a las fuerzas, es decir, si una etapa tiene la entrada por un lado la etapa siguiente la tiene por el costado contrario.

El tipo de rodete interviene en las características de la bomba, un rodete con una anchura axial más grande que otro rodete y para igual diámetro, tendrá mayor capacidad para poder dar un caudal más grande. Otra diferencia básica entre los rodetes es su diseño. El rodete consta de una serie de alabes curvados de tal forma que el flujo dentro de la bomba sea el más suave posible. Cuanto mayor es el número de alabes del rodete mayor es el control de la dirección de movimiento del líquido y, por tanto, menores son las pérdidas debidas a la turbulencia y circulación entre los alabes.

El ángulo de las puntas de los alabes determina en gran parte las características de operación de la bomba. Estos rodetes podemos clasificarlos en abiertos y cerrados.

Los rodetes abiertos (ver figura 17.a, en Anexos) tienen una separación muy pequeña con el cuerpo de bomba para evitar una excesiva recirculación de líquido desde la zona de presión a la zona de aspiración. Tienen en general, un rendimiento inferior a los rodetes cerrados, pero son más sencillos de construcción y más económicos de compra. También son más convenientes cuando se han de manipular líquidos con sedimentos. Los alabes están fijos a un eje central.

Los rodetes cerrados (ver figura 17.b, en Anexos) limitan mucho la recirculación del líquido debido a los anillos flotantes, frontal y posterior del rodete. Tienen en general, más rendimiento que los abiertos, pero son más caros y complicados de construcción. Los alabes están soportados entre dos láminas y se reduce el retroceso del líquido a través del rodete.

El colector que recoge el agua a la salida del rodete tiene una forma curva que se llama voluta, con sección creciente hasta la salida. Esta forma de colector favorece la transformación de energía cinética en energía de presión. El colector acaba con una salida tangencial que está formada por un cono divergente que ha de tener una longitud determinada respecto a los diámetros. Esta posición también favorece la transformación de la energía cinética o de presión. Las bombas utilizadas en nuestros vehículos disponen normalmente de los elementos que indica la figura 18.

Aspiración.- La primera operación de trabajo con una bomba es la de extraer el aire y por consiguiente llenarle el cuerpo de agua. Esta operación de llenado se realiza normalmente a través de las cisternas que llevan los vehículos o manualmente, es decir, el depósito es posición más alto que la bomba y el agua entra por gravedad o bien se ha de hacer la operación de aspiración con la bomba. Para hacer la aspiración se ha de sacar el aire que hay dentro de la bomba, y que no entre por ningún lugar, se han de tener todos los grifos cerrados y hacer la operación de cebado (llenar de agua el cuerpo de la bomba, sacando el aire de la misma previamente). Existen bombas que poseen dos conexiones de aspiración, pudiéndose instalar dos líneas de mangotes, que permiten, en aspiraciones profundas o situaciones difíciles llevar más cantidad de agua a la bomba y evitar que ésta demande más agua de la que se aspira, provocando cavitaciones. Una vez se ha logrado llenar el cuerpo de la bomba de agua, ya se puede abrir el grifo de impulsión. El agua que impulsa la bomba deja un vacío que es cubierto por el agua que sube por el mangote de aspiración al ser impulsada por la presión atmosférica.

En la operación de aspiración, hay que tener presente que debido a la presión atmosférica solamente dejará subir el agua a una altura teórica de 10,33 metros, por ello en la aspiración de agua dicha presión teórica es negativa (producir el vacío, -1 Atm), con lo cual se podría aspirar agua a -10,33 metros (que en la práctica esta altura será menor, entre 6 y 8 metros), esto es debido a diferentes factores que crean perdidas e impiden que se pueda aspirar a ésta profundidad teórica. Los factores que influyen en la aspiración son:

Pérdida de carga en los conductos y filtros. Debido a que el agua dentro de los mangotes tiene movimiento, se producen fricciones con las paredes, y por lo tanto existe una pérdida de carga que hace que la altura de aspiración sea inferior.

Valor de la presión atmosférica dependiendo de la climatología y de la altura sobre el nivel del mar. Debido a que el agua en la aspiración es impulsada por la presión atmosférica, el valor de esta presión es importante para saber si impulsará más o menos. Por ejemplo, en un día de tempestad, en que la presión atmosférica es en menor que la normal, la altura de aspiración será inferior que en un día claro, en que la presión atmosférica será la normal (760 m /m al nivel del mar). El valor de la presión atmosférica también varía con la altura, a más altura menor presión atmosférica y por lo tanto el impulso que recibirá el agua de esta presión y la altura de aspiración disminuirá.

Temperatura de agua aspirada. El agua como la mayoría de los líquidos, produce vapores a determinadas temperaturas, esta presión de vapor que se produce anula más o menos el grado de vacío creado en los conductos de aspiración, el agua comienza a producir vapor a partir de 40º C. y a medida que aumenta la temperatura aumenta la presión de vapor hasta llegar a una temperatura de 1.00º C., en que la presión de vapor es una atmósfera y entonces la aspiración es imposible.

Estanqueidad del sistema e imperfecciones de las máquinas de hacer el vacío. El vacío absoluto es prácticamente imposible de conseguir y menos con máquinas que puede tener pequeñas imperfecciones o que están un poco desgastadas por el uso. También las juntas de los racores y los cebadores pueden tener pequeñas imperfecciones que hacen que el vacío no sea absoluto, y por lo tanto, que se pierda un poco de altura de aspiración.

Densidad del agua aspirada. La densidad del agua también influye, ya que cuanto más densa es el agua más pesa con el mismo volumen, y por lo tanto se necesitará menos agua para contrarrestar la presión atmosférica. Por ejemplo, con agua salada, que es más densa, la altura de aspiración será más pequeña que con agua dulce.

Todos estos factores tienen una influencia negativa en la aspiración y por lo tanto habrá que tenerlos en cuenta cuando realicemos una de estas operaciones. También recordaremos que el filtro o válvula de pie (con válvula de retención) ha de estar bien sumergido de lo contrario puede coger aire con facilidad. La longitud de los mangotes ha de ser tan pequeña como sea posible para evitar al máximo las pérdidas de carga.

Mecanismo de Cebado.- Como se ha visto las bombas centrífugas no pueden, por si mismas, sacar el aire de los conductos de aspiración, y del cuerpo de bombas, para crear un vacío y así llenarse de agua el cuerpo de la bomba y con ello poder aspirar, por lo tanto es necesario, que estas bombas estén dotadas de un mecanismo auxiliar capaz de realizar esta función. Estos mecanismos auxiliares son los de cebado, existen de diferentes tipos y los más utilizados son:

El mecanismo de pistón alternativo.- se compone de un cilindro dentro del cual se mueve un pistón y en la parte superior del cilindro hay una válvula que permite sacar el aire que impulsa el pistón, pero no deja entrar el aire del exterior. En una parte más baja del cilindro hay una lumbrera que comunica la bomba con el mecanismo de cebado (ver figura 19, en Anexos). Al bajar el pistón hace el vacío y deja descubierta la lumbrera por donde entra el aire dentro de la bomba. Una vez sube el pistón se cierra la lumbrera, por el propio pistón, y el aire es expulsado a través de la válvula superior del cilindro hacia el exterior. El funcionamiento del pistón se hace conectando el cigüeñal del mismo con la transmisión de la bomba. Esta conexión se puede hacer mediante elementos mecánicos, eléctricos o de aire comprimido.

El mecanismo de anillo de agua.- se compone de una cámara cilíndrica que tiene un centro (A). Esta cámara tiene dos lumbreras que comunican, una con los conductos de aspiración y cuerpo de bomba, la otra con el exterior mediante una válvula. Esta válvula permite que el aire salga pero que no entre del exterior. Además dentro de la cámara cilíndrica hay una rueda de paletas todas ellas de la misma longitud y dispuestas alrededor del eje de dicha rueda. El centro (A) de la cámara cilíndrica y el centro de la rueda de paletas están separadas a una cierta distancia (ver figura 20, en Anexos). El anillo de agua ha de estar lleno antes de hacer el cebado, y como la rueda de paletas está girando, se produce sobre el agua una fuerza centrífuga que la proyecta sobre la periferia de la cámara cilíndrica formando un anillo de agua de espesor determinado. El excedente de agua sale por la lumbrera de comunicación con el exterior. Entre las paletas se forman pequeñas cámaras de capacidad variable a medida que la rueda de paletas va girando. Al pasar, estas cámaras, por delante de la lumbrera de comunicación con la bomba se van haciendo más grandes y por lo tanto dejando un espacio vacío que se llena con el aire de los conductos de aspiración. Posteriormente cuando pasan por delante de la lumbrera en comunicación con el exterior, estas cámaras, van disminuyendo forzando al aire a salir hacia el exterior por esta lumbrera. Con este

sistema se consigue que se produzca el vacío en los conductos de aspiración y que el agua llegue al cuerpo de bomba. La rueda de paletas, se puede accionar a través de elementos semejantes a los comentados en el mecanismo de pistón.

El mecanismo que utiliza el efecto Venturi.- se aplica principalmente en los conjuntos de motobombas, debido a que utilizan para su funcionamiento los gases de escape de motor. Estos sistemas constan de un tubo de escape de los gases del motor especial, en el que hay una derivación con una válvula que deja salir los gases del motor por uno u otro lado. Esta derivación tiene una forma cónica en el extremo para provocar la contracción del fluido de gases que salen y por lo tanto, para provocar una mayor velocidad en este punto. Esta velocidad provoca una disminución de presión en el punto y por lo tanto, un vacío que en el fondo es llenado por el aire de los conductos de aspiración. Este aire sale, mezclado con los gases de escape, por derivación al ser arrastrado por fricción con los gases de escape. Eso provoca que se produzca el vacío en los conductos de aspiración y en la bomba y por lo tanto que el agua llegue a la bomba (ver figura 21, en Anexos). Para hacer funcionar este sistema, nada más hace falta tener el motor en marcha relativamente rápido y accionar la válvula del tubo de escape para taponar la salida directa de los gases y obligarlos a pasar por la derivación.

Operaciones con la bomba.- Una de las cosas que debemos conocer teórica y prácticamente es la posición de los diferentes dispositivos de maniobra para conseguir realizar todas las operaciones posibles con la bomba. Por claridad y simplificación de la exposición en esta parte se dispondrá un esquema del sistema hidráulico con una leyenda de cada elemento y un cuadro de elementos indicando como han de estar dispuestas para realizar su función. El esquema del sistema hidráulico, (figura 22), es de carácter general sin entrar en las particularidades de cada caso concreto.

Limitaciones del caudal por desnivel.- A medida que aumenta la altura de aspiración, el caudal a la salida de la bomba (a bajas presiones) es menor. Eso quiere decir, que el agua que entra por el mangote de aspiración es menor que en los casos de poco altura de aspiración, y en cambio hay que tener presente que la bomba está girando con el mismo número de r.p.m. (velocidad de giro de la bomba, en revoluciones por minuto).

Cavitación.- Como ya comentamos es debido a los espacios vacíos que se forman y que tienden a que el agua desprenda burbujas de vapor o que se depositen en ellos gases disueltos y con ello modifican la corriente del fluido. En la práctica, este fenómeno aparece con grandes alturas de aspiración y/o con grandes caudales, formándose vacíos en lugares puntuales donde el agua adquiere una gran velocidad y su presión baja por debajo de unos valores determinados. Cuando en los puntos donde se han formado las burbujas de vapor, vuelve a subir la presión estas burbujas desaparecen repentinamente y se producen unas sobrepresiones puntuales que originan la corrosión del material, por efectos mecánicos. En las bombas estos fenómenos aparecen principalmente a la entrada del rodete en fase de aspiración y también en los puntos más extremos de los rodetes, lo cual provoca que el rodete trabaje desequilibrado, transmitiendo estos efectos a los rodamientos que se van degradando. Los puntos del rodete en que han producido corrosiones en el material por cavitación tienen más facilidad para volver a provocar otra cavitación. Esta se acentúa cuando se producen cambios bruscos del valor o dirección de la velocidad del líquido en la bomba, y suele ir acompañada de un notable aumento del fluido y vibraciones, así como grandes perdidas de carga. La cavitación puede evitarse disminuyendo las alturas de aspiración o los caudales de trabajo de la bomba, otras formas es disminuir las perdidas de carga, aumentar líneas o sección de mangotes en aspiración.

Motobombas.

Se denomina con este nombre genérico a aquellas bombas que pueden ser transportadas de forma portátil (por hombres) o a través de remolques. La norma DIN clasifica a las motobombas con las siglas TS y seguida de dos números separados ; El primero de ellos hace referencia al caudal nominal expresado en hectolitros/minutos y el segundo a la presión nominal en atmósferas. (ejemplo : motobomba TS 8/8, significa motobomba de incendios portátil con caudal de 800 l/min a una presión de 8 Atm.). Además de la TS 8/8, otros tipos de bombas comerciales usadas son las Rotax RK20.

En general el peso máximo de estas bombas no suelen sobre pasar los 210 kg e incluyen un motor de gasolina, arranque eléctrico o manual, depósito de combustible, bomba (normalmente centrífuga), cebador automático o manual, conexiones y válvulas, faros auxiliares, bastidor portátil, tablero de instrumentos, e instrumentos propiamente dichos, etc. Las bombas montadas sobre remolques para vehículos suelen ser también centrifugas, pero nos proporcionan caudales y presiones mayores.

Estos tipos de bomba pueden ser alimentados desde hidrantes (presión positiva, no necesitando maniobras de aspiración y debiéndose abrir las salidas de impulsión) o por aspiración en abastecimientos de agua a través de una entrada central de aspiración. Por ello en las maniobras de aspiración, hay que realizar previamente la operación de cebado ya sea de forma manual o automática (cebador incorporado), además la fuente de agua deberá de estar lo más cerca posible de la misma, de manera que la manguera de aspiración y el filtro estará sumergida al menos 15 cm y la altura de aspiración no ser superior a 6-7 m. Una vez conseguida la aspiración, tras el cebado, la bomba actuará en impulsión de forma que se pueden abrir sus salidas, pudiendo regularse la presión y caudal de salida.

Conexiones de motobombas.- Cuando existen grandes distancias y diferencias de profundidad puede que con una única motobomba no seamos capaces de hacer llegar el agua hasta el lugar incendiándose y por ello se deben conectar motobombas en serie. También se debe observar que las motobombas que coloquemos en línea no demanden más caudal que el que es capaz de suministrar la anterior. En tal caso, si las motobombas son de diferente potencia y tamaño, se debe colocar la mayor más cerca de la fuente de agua y la/s siguiente/s a una distancia tal que, la presión de entrada de estas sea superior a 2 Atm., para así conseguir un mayor rendimiento. Además, el arranque de cada una de las motobombas se debe producir de manera progresiva, según el agua llegue a la entrada de las mismas. Por ello, es de vital importancia realizar primeramente diferentes pruebas prácticas y diferentes tipos de instalaciones de simulacro.

B) ESPECIALES

Turbobombas

De las **bombas especiales** vamos a ver **la turbobomba**, la cual es un aparato que hace funciones similares al hidroeyector (con principio de funcionamiento diferente), pero con la particularidad que el líquido que se utiliza como fuerza motriz no se mezcla con el liquido aspirado. En este caso el funcionamiento del aparato también precisa de una bomba (aunque las hay eléctricas) que impulse agua (líquido), pero este agua motriz (a), ver figura 23 en Anexos, lo que hace es entrar dentro de un rodete (c) que actúa como una turbina, haciendo girar un eje. Este agua motriz después de pasar por el rodete (c) sale por la boca (b) y puede ser dirigida hacia la cisterna desde donde venía, por ejemplo. A la otra punta del eje hay un rodete (f) que actúa como una bomba hidráulica normal cogiendo el agua que le llega por (g) e impulsada por la boca (h) hasta donde deseemos (llenar cisterna, lanza, etc.). Normalmente la entrada (a), y las salidas (b) y (h) tienen la misma sección.

Para funcionar, la turbobomba, necesita estar sumergida prácticamente dentro del líquido. En el eje hay unos rodamientos (e) y unos retenes (d), eso permite que el líquido que hay en el rodete (c) quede aislado respecto al líquido que hay en el rodete (f). La

entrada (g) dispone de un filtro para evitar que lleguen impurezas al rodete (f) y también hay una válvula (i) para vaciar el circuito motriz para facilitar la recogida de las mangueras. Este aparato es más delicado de funcionamiento que el hidroeyector ya que tiene elementos móviles y fricciones o desperfectos en los retenes que pueden hacer que los rodetes queden bloqueados o no giren correctamente.

Como hemos dicho las aplicaciones de la turbobomba son parecidas a los de los hidroeyectores permitiendo además hacer transvases de diferentes líquidos, como bencinas u otros. El rendimiento es superior al de los hidroeyectores pudiendo sacar agua de una profundidad, aproximada de 28 ó 30 metros.

3.- CONCEPTOS GENERALES, ELEMENTOS Y UTILIZACIÓN DE LAS INSTALACIONES CON MANGUERAS

3.1. CONCEPTOS GENERALES.

A) PARTES DE UNA INSTALACION.- Aunque las situaciones existentes en los incendios son muy diversas, y según el caso particular se adopte el sistema o sistemas adecuados a la situación, se puede considerar que la instalación completa para sofocar un incendio consta de tres partes:

Instalación de aprovisionamiento. Es la que va de la fuente de suministro a la bomba o tanque del vehículo. Dicha instalación suele hacerse con mangueras de succión o con mangueras de 70 mm si se aprovisiona el vehículo desde un hidrate. Si la fuente de suministro es el propio tanque del vehículo o sí se actúa directamente de hidrantes, entonces no existe esta instalación.

Instalación de alimentación. Desde la fuente de alimentación hasta una división que se hará en un punto próximo al lugar de actuación pero fuera de él. Se debe efectuar con mangueras del mayor diámetro posible y por el camino más corto.

Instalación de ataque. A partir de la división del final de la alimentación hasta las lanzas.

Se harán con mangueras de 45 a 25 mm procurando que cada lanza disponga de un ancho bucle de manguera llamado RESERVA DE ATAQUE para permitir la máxima movilidad al portalanzas. Si la fuente de alimentación está muy próxima puede suprimirse la instalación de alimentación aunque es conveniente conservar una división con llaves de paso para poder ampliar o reducir el número de instalaciones.

B) TIPOS DE INSTALACIONES.- Los Tipos de instalación dependerán del camino a recorrer, topología del terreno, tipo de incendio, etc.(ver figura en Anexos), pudiéndose clasificar en:

Instalaciones horizontales. Son las que se utilizan en zonas llanas como fábricas, almacenes, etc. Se componen generalmente de mangueras de 45 y 70 mm.

Instalaciones con desnivel. Dentro de este grupo se encuentras las verticales y las inclinadas. Las verticales se emplean en edificios de varías plantas. Suelen transcurrir por cajas de escalera, muros o adecuándose a las normativas vigentes por columnas secas. Se emplean mangueras de 45 y 25 mm predominando en la actualidad las de 25 mm por su mayor maniobralidad y aprovechamiento del caudal. A su vez las inclinadas pueden ser ascendentes o descendentes según al situación de las lanzas este por encima o debajo del nivel de la bomba. Las ascendentes transcurren por escaleras de edificios o pendientes pronunciadas y las descendentes suelen utilizarse en sótanos o garajes subterráneos.

Instalaciones con escalonamiento. Cuando se necesita salvar un desnivel superior a las posibilidades de la bomba de que se dispone, se debe recurrir a la alimentación con la bomba de un depósito portátil a una cota accesible para la bomba y a partir del depósito hacer una instalación hasta la altura deseada con una segunda motobomba portátil que aspira del depósito y realiza una segunda impulsión. Este proceso podría repetirse las veces necesarias para alcanzar el objetivo específico. Estas instalaciones son de uso frecuente en los incendios forestales con orografía accidentada en los cuales se han de hacer instalaciones largas y con desniveles importantes. Se deben utilizar en la instalación

de suministro el máximo diámetro posible para ir reduciendo este al de 25 mm en punta de lanza.

C) CALCULOS DE INSTALACIONES. Una vez conocidas las instalaciones, vamos a ver como realizar cálculos de diversas instalaciones a través de la presión en bomba necesaria y diversos ejemplos.

1. Presión en bomba necesaria.- Cuando se impulsa agua por medio de una bomba a través de los tendidos de manguera, y teniendo en cuenta que el cuerpo de la bomba esta constantemente alimentado de agua, ya sea, a través del tanque que posee, de hidrantes o por el proceso de aspiración en abastecimientos naturales o artificiales, podemos decir que en la operación de impulsión existen diversos factores que influyen, entre los cuales podemos citar esencialmente los siguientes :

Altura o desnivel de impulsión (PH): Es el desnivel existente entre el eje de la bomba y el extremo libre de la instalación. Prácticamente este se calcula a razón de 1 Atm por cada 10 metros de desnivel (dependiendo de que el eje de bomba este por debajo o por encima del extremo libre de la instalación, dicha presión por altura en la ecuación se sumará si el eje de bomba está por debajo del extremo libre, se restará si está por encima y será cero si está al mismo nivel).

Pérdidas de carga (PC): Son las perdidas producidas por el fluido y la instalación a lo largo de la misma, estas perdidas serán calculadas por los procedimientos ya vistos (se sumarán en la ecuación).

Presión en lanza (PL): Es la presión requerida para realizar la proyección del agua durante el ataque, dicha presión en los incendios variara según el tipo de incendio, normalmente se considera como mínima admisible para poder trabajar: 2 Atm. (En cálculos puede ser un dato o la incógnita, e incluso ser cero, si no es la incógnita se sumara).

Presión en bomba (PB) : Se considera a la necesaria para alcanzar la presión precisa en punta de lanza, después de vencer el desnivel y las perdidas de carga. Para calcular la presión en bomba teórica, se utiliza la denominada ECUACION DE DESCARGA.

Pb = Pl + Pc + Ph

Como se ha comentado, dichos cálculos son teóricos por ser ideales (tendidos de manguera en buen estado, perdidas uniformes, despreciar perdidas por piezas intermedias, codos, etc...), en la practica se suele aumentar en un 20-25% los resultados obtenidos para las pérdidas de carga, con lo cual la ecuación modificada será:

Pb = Pl + 1,25 . Pc + Ph

2. Ejemplos de cálculo.- En la actuación de los servicios contra-incendios se deben de tener en cuenta algunos datos, para realizar los cálculos de las instalaciones utilizadas (obtener un buen rendimiento de las instalaciones). Estos datos, normalmente no los disponemos directamente (en algunos casos se han de calcular, y en otros se obtienen de tablas o gráficos); por ello vamos a ver diferentes ejemplos de calculo de instalaciones habituales, así como obtener algunas conclusiones. Para ello utilizaremos las Tablas y Gráficas vistas hasta ahora, además utilizaremos también las siguientes Tablas (V y VI), la primera de ellas permite conocer el caudal y abastos horizontales y verticales de una instalación teniendo como datos, la presión en lanza y el diámetro o sección del orificio de la lanza, la segunda nos da el caudal y la duración de vaciado de un tanque (4 m3) en minutos para ese caudal teniendo como datos la presión en lanza y diámetros ó secciones de los orificios de las lanzas.

Presión lanza(Atm.)	DIAMETRO ORIFICIO (mm.) / SECCION ORIFICIO (mm^2)						
	7/38,5	14/159	18/254,5	20/314,2	22/380,1	25/490,9	30/760,3

4,2	3,8/x/x	15/31/22	25/36/25	31/39/27	37/40/28	48/41/29	69/43/30
5,7	4,5/x/x	18/37/26	30/43/30	36/45/32	44/48/34	57/50/35	81/53/37
7	4,9/x/x	19/39/27	32/45/32	40/49/34	48/51/36	52/55/38	90/58/41
8	5,3/x/x	21/40/28	34/47/33	42/51/36	52/50/38	67/58/40	96/62/43
9	5,6/x/x	22/41/29	37/49/34	45/52/37	55/55/39	71/59/41	102/64/65
10	5,9/x/x	23/42/30	39/50/35	48/53/37	58/57/40	75/61/42	108/65/46
11	6,2/x/x	24,5/x/x	40,5/x/x	50/x/x	61/x/x	78/x/x	112/x/x
12	6,5/x/x	25,8/x/x	42,5/x/x	52,6/x/x	64/x/x	82/x/x	117/x/x
13	6,7/x/x	26,8/x/x	44/x/x	54,5/x/x	66,6/x/x	85/x/x	122/x/x
14	6,9/x/x	27,8/x/x	45,7/x/x	56,6/x/x	68,5/x/x	88,5/x/x	127/x/x
15	7,2/x/x	28,8/x/x	47,5/x/x	58,5/x/x	72/x/x	92,5/x/x	132/x/x
16	7,4/x/x	29,5/x/x	49/x/x	61/x/x	73,5/x/x	94,5/x/x	136/x/x
17	7,7/x/x	30,5/x/x	50/x/x	62,5/x/x	75,5/x/x	97/x/x	x/x/x
18	7,8/x/x	31,5/x/x	52/x/x	64/x/x	78/x/x	100/x/x	x/x/x
19	8,1/x/x	32/x/x	53/x/x	66/x/x	80/x/x	102/x/x	x/x/x

TABLA V.- Caudal (m3/h) y Abastos horizontales y verticales (m) en función de ~~Ø~~/S de lanza.

Lanza ~~ø~~ (mm)	~~ø~~ □(mm)/ sección (mm^2)	CAUDALES m^3/h l/min		PRESION LANZA (Atm.)	TIEMPO VACIADO TANQUE 4 m^3
25	7/38,5	6	100	10,3	40
45	14/159	15	250	4,2	16
70	18/254,5	30	500	5,7	8

TABLA VI.- Caudal y Tiempo de vaciado en función de presión y diámetro/sección lanza.

Ejemplo 1. Supongamos que tenemos una instalación de 200 metros de longitud, realizada con mangueras de 45 mm de diámetro, y queremos impulsarla a una altura de 20 metros, siendo la presión en lanza de 4 Atm y el diámetro del orificio de 10 mm. ¿Cual es la presión en bomba necesaria, en condiciones reales?

Mirando en la tabla IV para mangueras de 45 mm..(y con una lanza con un orificio de 10 mm..) y presión de lanza de 4 Atm., tenemos perdidas de carga de 0,7 Atm por cada 100 m de longitud de instalación, con lo cual tendremos que las perdidas de carga por la longitud de la instalación serán :

$$PC\ (longitud) = \frac{200\ m \cdot 0,7\ Atm}{100\ m} = 1,4\ Atm$$

Además tendremos también en cuenta que se han de superar 20 metros de desnivel o altura, y si sabemos que por cada 10 metros de altura, nos representa 1kg /cm2 más de presión, la superación de los 20 metros de altura costará:

$$PH = \frac{20}{10} = 2\ Kg/cm^2$$

Con ello aplicando la expresión real (fórmula) de la presión en bomba tenemos:

PB = PL + 1,25 . PC + PH = 4 Atm + 1,25 . 1,4 Atm + 2 Atm = 7,75 Atm.

Ejemplo 2. Supongamos que se posee una lanza de 25 m/m (7/38,5) y la presión en punta es de 10,3 Kg / cm2, con mangueras de la misma sección de tipo Armtex, sabiendo que la presión a la salida de la bomba del vehículo es de 16 Kg/ cm2. ¿Cuál es la longitud máxima que puede tener la instalación horizontalmente?.

Buscaremos primero la presión disponible para vencer las pérdida de carga, pues no hay que salvar desniveles por altura. Si el vehículo da una presión de 16 Kg / cm2 *y en la lanza se quiere tener 10,3 Kg /* cm2*, la presión disponible será :*

16 - 10,3 = 5,7 Kg / cm^2 (presión disponible para salvar las pérdidas de carga)

El caudal lo obtenemos de tabla V ó tabla VI, entonces para una lanza 7/38,5 y a una presión de 10,3 Kg/ cm2 *el caudal es 6 m3/h ó 100 l /min. También en la tabla I para*

caudales de 100 l /min y con mangueras de 25 m/m., la pérdida de carga son de 8,33 Kg/ cm2 *por cada 100 metros de instalación. Con lo cual tendremos :*

$$\text{Long máx. instalación} = \frac{5{,}7 \text{ Kg /cm}^2}{8{,}33 \text{ Kg / cm}^2} \cdot 100 \text{ metros} = 68{,}427 \text{ metros}$$

Con lo cual la longitud de toda la instalación en estas condiciones, como máximo podrá tener aproximadamente 68,5 metros de longitud.

Ejemplo 3. Supongamos ahora que se tiene la misma instalación que en el caso anterior pero ahora en punta de lanza, necesitamos solamente 5,7 Kg / cm2. ¿Cual es la longitud máxima de la instalación horizontal?.

El procedimiento para resolver el problema es similar al anterior. La presión disponible para vencer las pérdidas de carga será ahora :

16 Kg / cm^2 - 5,7 Kg / cm^2 = 10,3 Kg / cm^2

El caudal para una lanza de 25 m/m (7/38,5) con presión de 5,7 Kg / cm2*, se obtiene de la tabla V, siendo de 4,5 m3/h. Entonces las pérdidas de carga se obtienen de la Tabla I para un caudal de 4,5 m3/h o lo que es lo mismo, para 75 l/minuto, en una manguera de 25 m/m; dándonos 5 Kg/* cm2*por cada 100 metros. Con lo cual tendremos :*

$$\text{Long. máx. instalación} = \frac{10{,}3 \text{ Kg / cm}^2}{5 \text{ Kg / cm}^2} \cdot 100 \text{ metros} = 206 \text{ metros}$$

Es decir ahora la longitud máxima ha aumentado, con lo cual al disminuir la presión en punta de lanza la longitud de la instalación puede aumentar considerablemente.

Ejemplo 5. Supongamos ahora una instalación con una lanza de 25 m/m (7/38,5), siendo la presión en punta de lanza de 5,7 Kg / cm2, la presión en bomba de 16 kg/ cm2 y la instalación ha de superar 27 metros de altura. ¿Cual es la longitud máxima de la instalación?

En este caso tendremos también en cuenta que se han de superar 27 metros de desnivel o altura, y si sabemos que por cada 10 metros de altura, nos representa 1kg / cm2 *más de presión, la superación de los 27 metros de altura costará:*

$$\text{Altura de presión} = \frac{27}{10} = 2{,}7 \text{ Kg/ cm}^2$$

Por lo tanto la presión disponible para vencer las pérdidas de carga en este caso será: los 16 kg/ cm2 *que da la bomba menos 5,7 Kg /* cm2 *que necesitamos en lanza menos 2,7 kg/* cm2 *que se pierden por la impulsión del agua hasta los 27 metros de altura, serán :*

16 kg/ cm^2 - 5,7 kg/ cm^2 - 2,7 kg/ cm^2 = 7,6 kg/ cm^2.

El caudal de una lanza de 25 m/m (mangueras de la misma sección) con 5,7 kg/ cm2 *de presión lo obtenemos de la tabla V, teniendo 4,5 m3 /h. Llevando dicho caudal para mangueras de 25 mm a la tabla I, las pérdidas de carga son de 5 kg/* cm2 *por cada 100 metros. Con lo cual tendremos :*

$$\text{Long. máx. instalación} = \frac{7{,}6 \text{ kg/ cm}^2}{5\text{kg/ cm}^2} \cdot 100 \text{ m} = 152 \text{ metros}$$

Es decir al aumentar el desnivel (altura positiva, punta de lanza por encima del eje de la bomba), la longitud de la instalación máxima disminuirá. Lo contrario ocurrirá cuando dicho desnivel sea negativo (la punta de lanza por debajo del eje de la bomba).

Ejemplo 6. Si tenemos mangueras que tienen perdidas de carga de 5Kg/ cm2 por cada 50 metros y la bomba nos suministra 15 Atm ¿Cual es la longitud máxima de la instalación en metros, si queremos impulsar a 25 metros de altura?.

En este caso tendremos que superar 25 metros de desnivel o altura, y si sabemos que por cada 10 metros de altura, nos representa 1kg / cm2 *más de presión, la superación de los 25 metros de altura costará:*

$$\text{Altura de presión} = \frac{25}{10} = 2{,}5 \text{ Kg/ cm}^2$$

Por lo tanto la presión disponible para vencer las pérdidas de carga en este caso será: los 15 kg/ cm2 *que da la bomba menos 2,5 kg/* cm2 *que se pierden por la impulsión del agua hasta los 25 metros de altura, pero no dice nada de la presión de lanza, con lo cual el agua al final de la instalación que calcularemos solamente rebosara, es decir la presión a repartir como perdidas de carga en dicha instalación serán :*

15 kg/ cm^2 - 2,5 kg/ cm^2 = 12,5 kg/ cm^2.

Con lo cual la instalación máxima, en estas condiciones será :

$$\text{Long. máx. instalación} = \frac{12{,}5 \text{ kg/ cm}^2}{5 \text{ kg/ cm}^2} \cdot 50 \text{ m} = 125 \text{ metros}$$

3.2. ELEMENTOS DE LAS INSTALACIONES CON MANGUERAS.

A) MANGUERAS.

Una manguera, elemento básico entre los útiles de los bomberos, es un tubo flexible textil o de gomacaucho que alimenta de agua las bombas de servicio, lanzas, etc. Conduce el agua desde un punto de suministro fijo o desde los hidrantes hasta el fuego. Entre sus características más importantes se encuentran las siguientes (ver TABLA en Anexos) : materias primas y composición, presiones máximas de trabajo y de prueba, flexibilidad, peso, espesor, porosidad, alargamiento, dilatación, resistencia a la rotura, durabilidad, resistencia a la abrasión, etc. Los servicios contra-incendios emplean diversas clases de mangueras que de forma general pueden dividirse de acuerdo a su uso en:

Mangueras de conducción. Las mangueras de conducción son aquellas en las que el agua circula por ellas con una presión positiva (presiones por encima de la atmosférica), homologadas por normas UNE, las más usuales son las de 70mm, 45mm y 25mm de diámetro. Por su composición existen dos tipos con características distintas:

Flexibles de fibras textiles, naturales o sintéticas. Son flexibles y adquieren la sección circular solo cuando están con presión (ejemplo son las mangueras para acoplamiento sucesivo en la instalación). Sus longitudes oscilan normalmente entre los 20 y 40 metros.

Semirrigidas, de caucho con tejidos de refuerzo, mantienen la sección circular en todo momento, incluso hoy en día se le colocan diversos anillos de refuerzo para soportar altas presiones (ejemplo son las mangueras de emergencias de los vehículos). Sus longitudes suelen oscilar desde los 20 metros a los 60 o más metros cuando se colocan en devanaderas de los vehículos.

Mangueras de succión. También denominados comúnmente mangotes, incluyen varios tipos de armaduras para mantener la sección. Son de gran diámetro y construidas para resistir presiones atmosféricas negativas (presiones inferiores a la atmosférica). Al igual que las de conducción los diámetros son homologados por normas UNE, aunque existen de 90mm y 110mm las más comunes son las de 100 mm. Sus longitudes normales suelen ser de 2 a 4 metros. Existen tablas que nos proporcionan la cantidad de agua en litros que hay en una instalación determinada, en función de su diámetro ~~Ø~~ (con ello de su sección: S = pi (~~Ø~~ /2)2) y la longitud de la misma (ver TABLA III).

LONGITUD (metros)	1	30	100	200	300	400	500
Ø 25 mm	0,5	15	50	100	150	200	250
Ø 45 mm	1,6	48	160	320	480	640	800
Ø 70 mm	3,85	115	385	770	1155	1540	1925

TABLA III.- Capacidad (litros) de agua en función diámetro/longitud

Ejemplo: En una instalación de 400 m de longitud, donde 100 m de la misma son de mangueras de 25 mm de diámetro y el resto de 45 mm de diámetro (300 m de longitud), la cantidad de agua que existiría en dicha instalación, despreciando las piezas intermedias sería:

50 litros + 480 litros = 530 litros.

B) LANZAS.

La lanza es el elemento final de la instalación, por el que saldrá el agua o agente extintor de la conducción y con el que podremos dirigir el chorro. Es decir, convierte la energía de presión en energía de velocidad (cinética). Las características hidráulicas principales de las lanzas son el caudal, la presión y los diámetros acoplamiento/orificio de salida (Por ejemplo: lanza de manguereta 25/7, pequeña lanza 45/14 y gran lanza 70/18). Por ello, en principio podemos clasificar las lanzas de las instalaciones en función de sus parámetros en:

Chorro compacto o sólido.

Boquillas pulverizadoras o niebla.

Caudal constante ó Caudal variable.

Caudal variable y presión constante.

Hoy en día existen diversos tipos de lanzas que pueden combinar los efectos anteriormente comentados (chorro-pitón, setas, turbo-jet, pistola, etc.), constan de forma genérica de un acoplamiento para la manguera y de un dispositivo de salida con un orificio menor y generalmente regulable por el que sale el agua. Actualmente se utilizan lanzas con las cuales se puede lanzar agua en forma de chorro sólido, cortina o pulverizada a través de difusores que actúan en varias posiciones. Dentro de estas, las más utilizadas son las de tipo "TURBO JET" que además de poseer llave de paso independiente, difusores regulables y empuñaduras anatómica poseen regulación de caudal, con lo cual se alcanza la máxima versatilidad. Existen otro tipos de lanzas llamadas emulsoras o de espuma especiales (baja y media expansión) para lanzar mezclas de agua con un producto espumante; lanzas monitor fijas sobre vehículo, móviles o remolcables; cañones de espuma etc. También, aunque no se les considere como lanzas propiamente dichas, existen como elementos finales de una instalación los generadores de espuma (alta expansión). Ver tipos de lanzas en las figuras que se presentan en los Anexos.

Alcance de una lanza: La máxima distancia y altura que es capaz de alcanzar el agua que sale a través del orificio de una lanza son valores difíciles de calcular, pues estos dependen en gran medida del tipo de material y del tipo de lanza utilizada, admitiéndose en general que el mayor alcance se logra con el menor diámetro de boquilla. Como las lanzas transforman la presión del agua en velocidad (cinética), esta velocidad del agua al salir de la lanza hace que los chorros tengan un determinado alcance, tanto si es horizontal como si se coloca la lanza para que el alcance sea vertical. El alcance máximo horizontal viene dado por las leyes de tiro parabólico, pero debido a la resistencia del aire y dispersión del chorro se modifican un poco las medidas teóricas. Teóricamente la máxima distancia se consigue con un ángulo de inclinación de 45º pero debido a la resistencia del aire y la dispersión del chorro, en la práctica este alcance máximo se obtiene con una inclinación de 30-32º.

Reacción de la lanza: El agua que se descarga por una lanza produce una reacción opuesta a la dirección del flujo. Es decir, consiste en la fuerza de retroceso que sufre esta por

efecto del chorro, pues debido a la velocidad del agua al salir de la lanza se produce una reacción en sentido inverso al de la salida del agua (acción). Esta reacción será más fuerte cuanto más elevada sea la presión en la lanza, cuanto mayor sea el caudal y cuanto más grueso sea su agujero (diámetro de la boquilla). Dicha reacción es mayor cuando se utiliza a chorro que cuando abrimos la lanza en abanico. Si se cambia la dirección del chorro de la lanza varía la dirección de la reacción. Este fenómeno es diferente del golpe de ariete, pues la reacción en lanza es una fuerza opuesta a la fuerza de acción (debida a la velocidad) de salida del chorro de agua, pero siempre a caudal constante, mientras el golpe de ariete es debida a una variación brusca del caudal (caudal no constante).

El valor de esta reacción se puede calcular, aproximadamente, con las siguientes expresiones matemáticas, las cuales son semejantes:

$R = 2 \cdot S \cdot P$	$R = 1{,}57 \cdot \text{Ø}^2 \cdot P$

R.- La fuerza de reacción expresada en kg.
S.- La superficie del orificio de la lanza expresada en cm^2.
P.- La presión en la lanza expresada en Kg / cm^2.
Ø.- El diámetro del orificio de la lanza expresado en cm.

También existen tablas para calcular dicha reacción y alcance aproximadamente, las cuales contienen valores estándar para diferentes presiones, caudales y diámetros de boquillas, en función de los diámetros de manguera considerados (incluyendo las perdidas de carga aproximadas en la instalación por cada 100 m). (ver TABLA IV en Anexos).

Ejemplo: Alcance y reacción de una lanza de 10 mm de diámetro a una presión de lanza de 4 Atm con mangueras de 45 mm, será: Alcance = 23 m. y Reacción = 6,2 Kg.

También podría calcularse el Caudal o Gasto Q suministrado por una lanza en función de la presión existente en la misma y el diámetro de la boquilla de la lanza (chorro compacto). La expresión matemática viene dada por la siguiente ecuación:

$$Qt = S.V = \pi . \frac{\varnothing^2}{4} . \sqrt{2.g.h} = 66 . \varnothing^2 . \sqrt{Pl}$$

$$Qr = Cd . Qt = 66 . Cd . \varnothing^2 . \sqrt{Pl} \Rightarrow \text{Como } K = 66 . Cd . \varnothing^2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow Qr = K . \sqrt{Pl}$$

Qt ..... Caudal teórico (l/min).
Qr ..... Caudal real (l/min).
Ø..... Diámetro de la boquilla de la lanza (cm).
Pl ..... Presión en lanza (Atm).
Cd..... Coeficiente de descarga (vienen tabulados según boquillas).

C) PIEZAS INTERMEDIAS.

Las piezas intermedias colocadas en las instalaciones son muy diversas: Existen piezas (racores de diferente tipo, normalmente del llamado Barcelona, y tamaño según sea la manguera, los cuales van incorporados normalmente en ella y en los elementos de toda instalación) para unir mangueras entre si, con salidas de bomba, con otros elementos intermedios (premezcladores de espuma, etc...), con elementos finales de una instalación (lanzas, generadores de espuma, etc...), con otras instalaciones (columnas secas), etc. También para derivar conducciones (bifurcaciones, trifurcaciones, con seccionamiento en

cada derivación), para reducir y unir mangueras de distinto diámetro o con otros elementos, Codos para mejorar o salvar los diferentes ángulos de trabajo, etc...

Hay que tener en cuenta que dichas piezas producen por lo general perdidas de carga en la instalación, con lo cual hay que minimizarlas, cuando sea posible (Ver piezas en Anexos).

D) OTROS ELEMENTOS.

Premezclador de espuma.- Es un aparato que permite mezclar el espumógeno con el agua para formar el espumante, que finalmente al mezclarse éste con el aire en la lanza forma la espuma. Son colocados generalmente en el medio de la instalación, entre dos mangueras. En la figura 12 (Anexos) se muestra un tipo de premezclador. La aspiración del espumógeno del depósito se produce por efecto Venturi al pasar el agua por la pieza cónica (2) o estrechamiento, la cual entra por (9) y al salir de la pieza (2) a gran velocidad provoca una importante disminución de la presión. El espumógeno entra por el racor (5), pasa por la válvula de retención (6) y llega a la cámara de mezcla (4). De esta cámara pasa al colector de salida (3) y por el racor (11) sale espumante hacia la manguera. La válvula de retención (6) sirve para cerrar la entrada de espumógeno (5) cuando en la cámara de mezcla (4) se produce una sobrepresión en lugar de un vacío o disminución importante de la presión. Otra parte de agua pasa por la válvula reguladora (8) y por la parte exterior del colector (3) hasta mezclarse con el resto en el racor de salida (11).

Esta válvula reguladora (6) sirve para graduar el caudal con el fin de mantener constante la proporción de espumógeno escogido por medio del seleccionador (12). Este seleccionador por medio de una aguja que cierra o abre un agujero, regula el paso de agua a la cámara de mezcla (4). Si el agujero está totalmente abierto, la disminución de presión que se crea en la cámara (4) es compensada por la entrada de agua del agujero y así la aspiración de espumógeno será casi nula. Si por el contrario el agujero está totalmente cerrado la aspiración de espumógeno será máxima y por lo tanto realizará al % de mezcla más alta. La mezcla entre espumógeno y agua puede ser cualquiera (según numeración del selector) pero en general se tiende entre valores de 3 y 6%, si se pone menos no se producirá normalmente, buena espuma, y si se pone más se desperdiciará.. Existen seleccionadores para un caudal determinado, donde la numeración del mismo refleja directamente el % de la mezcla espumante, Ej: premezcladores portátiles. Existen otros que tienen diferentes % de mezcla para diversos caudales. Ej: dosificadores de vehículos autobombas. De todos modos la regulación del caudal normalmente se realiza en la lanza (dispositivo de caudal variable)

Hidroeyector. Es un aparato que permite aspirar líquidos, normalmente agua, utilizando como fuerza motriz un líquido impulsado por una bomba. El líquido que se utiliza como fuerza motriz se mezcla con el líquido aspirado. Dicho elemento es instalado en aquel lugar donde se requiera aspirar el líquido, llevando en el extremo de aspiración un avispero (filtro) con una válvula de pie para que no se descargue la instalación en caso de detenerse el funcionamiento.

Para su correcto funcionamiento el hidroinyector debe de estar prácticamente sumergido dentro del líquido que deseamos aspirar. Además constan de una entrada para el agua motriz, y una salida conjunta para el agua motriz y aspirada, teniendo esta salida una sección aproximadamente doble que la sección de entrada. Su funcionamiento (ver figura 13 en Anexos) es el siguiente: La entrada de agua motriz (a) viene conducida por presión de una bomba, formando dentro del aparato, un chorro de gran velocidad por el estrechamiento (b), que arrastra por fricción, el agua a evacuar (c). Este chorro rápido (d) hace adquirir una gran velocidad al agua provocando una disminución importante de la presión, (efecto Venturi) y comunicando al agua aspirada (c) parte de su energía. Los hidroeyectores se utilizan para proveerse de agua en los casos en que por profundidad, distancia o poco caudal de aspiración no lo puede hacer una bomba directamente.

En ciertas circunstancias podría colocarse a estos aparatos, una lanza en el extremo de la manguera de salida y atacar un incendio directamente. Pueden utilizarse para el achique de agua de locales inundados. Una ventaja de dichos aparatos es la ausencia de cavitación que suele producirse en las bombas por el embozo de filtros. Su rendimiento es considerado bajo, aunque en algunos casos se puede sacar agua de hasta de 20 metros de profundidad y de muy poca profundidad. Su versatilidad es buena debido a que puede desplazarse a cualquier lugar.

3.3. UTILIZACION DE INSTALACIONES CON MANGUERAS EN SINIESTROS.

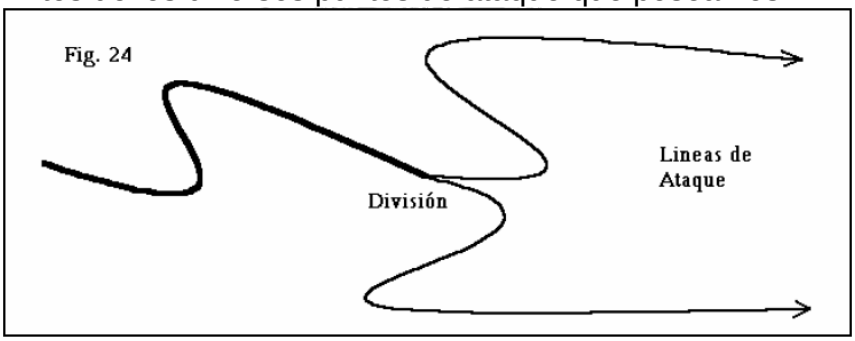
A) REGLAS GENERALES EN UTILIZACION DE INSTALACIONES CON MANGUERAS.

Es importante resaltar una serie de normas o reglas generales para garantizar la seguridad, la buena utilización de las instalaciones y materiales que las componen, así como garantizar las presiones y caudales adecuados en las intervenciones de los bomberos:

1.- En primer lugar hay que destacar que cuando se realizan instalaciones con mangueras debemos realizar como mínimo dos bucles de reserva de manguera a lo largo de la misma, para prever en la medida de lo posible las posibles desviaciones y movimientos que se realizaran durante la propia intervención en el siniestro. Es decir, para permitir una buena maniobrabilidad dichos bucles deberán estar situados (figura 24):

Antes de las divisiones que realicemos en la instalación.

Antes de los diversos puntos de ataque que poseamos.



2.- Por otro lado, estableceremos la reserva en aquel lado en el cual se disponga de espacio para poder maniobrar o desdoblar las mangueras, debiendo por ello estar dicho bucle ligeramente alejado de la división o de los puntos de ataque.

3.- Otro punto importante es el emplear el menor número de mangueras y elementos de interconexión posible, así como que las curvas y los bucles no produzcan ángulos vivos o estranguladores. Esto es para evitar en lo posible las perdidas de carga por longitud de instalación, curvaturas y elementos que dificultan el paso del líquido.

4.- Durante las operaciones de montaje, tendido o cambios de posición de las instalaciones de mangueras, las lanzas deben permanecer cerradas para evitar perdidas de suministro y mantener la seguridad de las personas que intervienen o estan cercanas a las mismas.

5.- Es de vital importancia que durante la intervención el caudal y presión existente en las instalaciones sea controlado por todos los bomberos que intervienen y en especial por el conductor, el portalanzas y el mando de las operaciones; los cuales se ajustarán a las necesidades del servicio.

6.- Antes de realizar cualquier protección o ataque al fuego se debe expulsar el aire que existe en la línea de intervención y comprobar la salida y clase de chorro más

adecuado al siniestro o incendio que nos ocupa, así como el ángulo de proyección e intervención adecuado.

7.- En todo punto de ataque de una instalación debería de existir dos hombres actuando, de forma que el segundo hombre debe estar colocado a una cierta distancia adecuada (aproximadamente un brazo) del portalanzas para poder soportar y evitar las reacciones en lanza. Además servirá como medida de seguridad para los casos de perdida de control, relevos o auxilios.

8.- El portalanzas (bombero encargado del ataque o protección al fuego) debe colocarse generalmente un poco por encima del plano de las llamas o focos de ignición, debiendo conocer los chorros más adecuados a cada de uno de los siniestros o incendios. Deberá controlar el estado térmico del lugar y no romper el equilibrio termal, así como sentir, conocer y ser capaz de interpretar los síntomas y variaciones del entorno y estructuras (lo cual es propio de los conocimientos de la materia de la profesión, la capacidad de intuición y la experiencia).

9.- También debe evitarse cruzar tendidos de mangueras por lugares donde exista circulación rodada, de forma que las instalaciones discurran lo más paralelo posible a los viales o aceras.

10.- Es conveniente evitar daños y un buen cuidado de todos los elementos que componen las instalaciones para perseverar una vida útil larga, así como evitar imprevistos de perdidas de presión y caudal. Por ello las mangueras no deben pisarse, deben desenrollarse, arrastrarse y plegarse cuidadosamente, evitar los cantos vivos y de corte, colocar protecciones adecuadas, alejarlas del fuego y rescoldos, así como proceder a su lavado y secado cuando adquieran suciedad. También los elementos de unión no deben ser golpeados, ni aplastados, evitar su caída y manejar con suavidad las válvulas, abrazaderas o cierres para evitar los golpes de ariete (variaciones de caudal). Por último, todo el material que componen las instalaciones debe revisarse periódicamente para que este en correcto estado de uso y así no produzca imprevistos desagradables en las intervenciones.

B) UTILIZACION DE LAS LANZAS Y BOQUILLAS.

En las intervenciones de los bomberos en los siniestros y más concretamente en los incendios es conveniente conocer los tipos de chorro o proyecciones que se pueden obtener con las lanzas tradicionales o modernas que pueden existir en los servicios contra-incendios. Por ello, estos los podríamos clasificar en:

Chorro Compacto. Este tipo de proyección del agua se consigue generalmente con lanzas simples o con el resto de lanzas cuando esta en posición de apertura total. Es útil su empleo cuando tenemos focos de fuego importantes, para cubrir superficies muy expuestas a llamas, para proyectar agua a lugares lejanos (máxima alcance y altura) y difícilmente accesibles, para dispersar combustibles de la zona incendiada o introducir agua en materiales de baja densidad (paja, borras, etc.). A veces suele utilizarse para refrigeración de estructuras, sobre todo aquellas que amenazan peligro de caída o derrumbamiento. Hoy en día existen lanzas que en vez de producir chorros compactos producen chorros huecos por interposición de una pieza en el centro de los orificios de salida de las lanzas.

Cono de ataque. Es un chorro de agua que puede realizarse normalmente con la mayoría de las lanzas modernas (turbo-jet, setas, etc.), el agua esta debidamente pulverizada (gotas aproximadamente de 1 mm de grosor) y generalmente se consigue con un ángulo de apertura en boquilla de 30º. Este tipo de chorro suele utilizarse en fuegos exteriores (solares, industriales, forestales, etc.) donde los materiales poseen gran aportación de comburente y por consiguiente generan llamas y desprenden mucho calor, además también suele utilizarse en líquidos combustibles de alto punto de inflamación. En los fuegos interiores, suele utilizarse para refrigeración de atmósferas recalentadas (ataque indirecto) o donde se pretende airear el humo del interior hacia el exterior proyectando el cono de agua a través de los huecos que posea el recinto.

Es interesante resaltar que este tipo de chorro, aunque no alcance las distancias del compacto, es suficiente para proyectarse a ciertas distancias venciendo las posibles corrientes de agua, resistencia de las llamas, fuerza de gravedad; y además posee un mayor poder de penetración.

Cortina o lluvia. Este tipo de proyección del agua puede obtenerse en las lanzas cuando se le colocan difusores apropiados en la punta o lanzas que ya los llevan incorporados. Su empleo es útil cuando necesitamos disponer de cortinas protectoras para la seguridad de los bomberos, ya sea por aproximación a un lugar desconocido y que radia calor (prevención) o para cerrar válvulas de instalaciones industriales con fuego en sus proximidades. También es indicado cuando se pretende ahorrar agua, refrescar el ambiente y cuando debemos arrastrar o enfriar los gases de combustión o localizados en lugares poco ventilados, así como para diluir o abatir nubes de gases tipificados como mercancías peligrosas. Comentar que las pantallas de protección para aproximaciones al fuego, se consiguen con estos tipos de chorro cuando se abre la lanza en todo su abanico, siendo la resistencia de la pantalla dependiente del caudal y la presión que regulemos para su proyección en la punta de lanza.

Niebla o pulverizada. Este tipo de proyección se consigue con aplicación de presiones importantes y difusores especiales o lanzas preparadas para conseguir tal fin. Con ello se consigue una fina niebla (gotas de agua de menos de 0,3 mm de grosor) proyectada a gran velocidad. Su empleo es útil para aprovechar la mayor capacidad posible de refrigeración del agua, suponiendo en general un gran ahorro de caudal. Por ello se suele utilizar, aumentando su eficacia, en la mayoría de los casos que se han comentado para cortina o lluvia. Además suele ser muy útil en aquellos casos donde existen derrames de líquidos derivados del petróleo con bajo punto de inflamación y no se dispone de otros agentes extintores adicionales. Debido a su gran capacidad para absorber calor, este tipo de chorro suele ser muy utilizado en fuegos interiores (barcos, sótanos, urbanos, etc...). Por último comentar que hoy en día están apareciendo en el mercado lanzas y pistolas especiales que son capaces de pulverizar el agua a tamaños de gota del orden de micra y con velocidades de proyección tan grandes que requiere el control de la dirección de proyección para evitar lesiones en las personas o daños materiales (Ejemplo : Pistola IPF-3000).

C) TECNICAS DE AVANCE CON MANGUERAS.

Cuando se realizan avances con mangueras es preciso asegurar un paso firme, pues con frecuencia se está expuesto a tropezar, resbalar, pisar elementos cortantes, e incluso precipitarse desde diferentes alturas cuando la visibilidad es prácticamente nula. Por ello, es fundamental precisar la pisada sobre los elementos firmes y exentos de obstáculos o fluidos que puedan producir inestabilidades.

También debe prestarse atención a la posición más adecuada de avance o de protección, por ello debe colocarse el cuerpo de canto o en situación de agachado para protegerse de las radiaciones de calor o de los gases calientes que circulan en las capas más altas. Es decir, que tanto la posición como un paso firme, lento y calculado es de vital importancia para la seguridad del bombero. Por lo cual, una vez determinado el punto de ataque debe de ser calculada la ruta a recorrer, así como tener en cuenta los obstáculos y riesgos que presenta debe de llevarse un paso rítmico y medido (aproximadamente 40 cm) hasta el punto de destino; teniendo siempre la lanza preparada para cualquier imprevisto que ocurra. En el caso de que exista algún imprevisto, nunca se deberá soltar la lanza o manguera, darse la espalda o abandonar a los compañeros, ya que nuestra única defensa es la barrera que puede ejercer el agua entre el fuego y nosotros.

También hay que tener en cuenta que cuando se producen maniobras con más de un hombre, todos deben coordinarse a través de la orden de mando de uno de los componentes del avance.

Cuando nos encontramos en incendios con escasez de personal para la magnitud del mismo, el objetivo principal es el de controlar el incendio en lo posible mientras llegan refuerzos. Por ello, es posible que en cada punto de ataque sólo tengamos un bombero e incluso que en algunas maniobras de cerrado de válvulas tenga que actuar el sólo; por ello

deberá abrir la boquilla para obtener la pantalla de protección y aproximarse hasta que halla superado la válvula, encontrándose el fuego tras dicha pantalla. En ese momento deberá sostener la manguera con una mano y cerrar la válvula con la otra, teniendo presente siempre la pantalla de protección, de forma que nunca las llamas venzan o envuelvan dicha pantalla y lesionen al bombero.

Cuando se realizan operaciones en grupo, es necesario advertir de nuevo que un solo hombre debe tomar las decisiones y tomar la voz de mando cuando se inicia el avance, se ataca un fuego o se realiza la operación de cerrado de una válvula. Es decir, en este tipo de operaciones la coordinación es de vital importancia pues, un cambio de la dirección del viento, del ángulo de la pantalla protectora o de la dirección de la lanza puede ocasionar graves quemaduras.

También existen operaciones donde el jefe o la voz de mando dirige exclusivamente la operación de ataque o cierre de válvulas, sin participar en el arrastre o avance propiamente dicho de las mangueras. La ventaja principal es que la atención al fuego es constante, haciendo la operación más segura, precisa y homogénea. Normalmente dicha voz de mando suele colocarse entre los hombres que realizan la operación de avance, de forma que si existen varias mangueras instaladas controle en todo momento que las pantallas de protección se solapen o cubran toda la superficie combustible en las tareas de ataque. Sin embargo, hay que precisar que todos los hombres utilicen el mismo paso de avance y tengan confianza en las operaciones que dicho mando ordena. En aquellos lugares oscuros, con humo o donde la visibilidad es prácticamente nula, así como donde el ruido no deja escuchar la voz de mando (ejemplo: salas de máquinas de barcos o industriales) el mando mantendrá a todos los componentes de las operaciones estrechamente unidos y dará instrucciones mediante señales o códigos previamente preestablecidos (ejemplo: toques en los hombros). También hay que considerar que los retrocesos de las zonas siniestradas hay que realizarlos de forma similar e inversa a la de avance, no separando nunca las protecciones ni perdiendo la vista de dicho lugar.

Cuando se realizan operaciones con gran cantidad de hombres y mangueras de máximo diámetro, es importante verificar la presión y el tamaño de la boquilla de las lanzas, pues la reacción en lanza será mucho más importante. Por ello, dichos hombres serán colocados de forma que resistan dicha reacción, y que el último hombre de cada línea esté colocado de tal manera que ante situaciones de emergencia pueda conducir hacia atrás al resto, manteniendo la seguridad y la pantalla protectora durante toda la operación de retroceso. Al disponerse de diversas mangueras, es conveniente realizar una formación en “V”, debiéndose decidir si los hombres los situamos por dentro de las mangueras, colocarlos en lados alternos o al exterior de las mismas; todo ello dependerá de la superficie incendiada, el ángulo de protección o ataque que consideremos, o incluso de la seguridad que ofrezca cada una de las posiciones al personal que interviene.

Existen siniestros o incendios donde las instalaciones con mangueras tradicionales no pueden utilizarse, como es el caso de algunos recipientes de líquidos inflamables. Por ello, es conveniente utilizar cañones o monitores de agua para salvar las distancias y poder extinguir el incendio. En estos casos es importante calcular la distancia de proyección, el ángulo de entrada del agua, la reacción que produce y el desbordamiento en dichos recipientes.

4.- ESPUMAS: TIPOS Y ELEMENTOS PARA SU PRODUCCION

4.1. ESPUMA, ESPUMOGENO Y ESPUMANTE.

A) ESPUMA: Es un agente extintor formado, en un equipo o instalación hidráulica, por un agregado o conjunto de burbujas que se obtienen al incorporar un gas (generalmente aire atmosférico) a una solución acuosa denominada espumante, de manera que dicho agente extintor se manifiesta en una película líquida que posee cierta tensión superficial. Ver características, parámetros, aditivos, aplicaciones, etc., en el Anexo.

B) ESPUMOGENO: Es un producto líquido que es capaz de disminuir la tensión superficial del agua con la que se mezcla, permitiendo la formación de un agregado de burbujas al inyectarle por algún medio aire.

C) ESPUMANTE: Es aquella solución acuosa formada por dos componentes fundamentales: el espumógeno y el agua. Siendo la relación o proporción existente entre ambos elementos recomendada normalmente por los fabricantes, de forma que pueden existir dosificaciones diferentes en función de la aplicación diferente que se le quiera dar.

4.2. UTILIZACION DE LA ESPUMA.

La utilización fundamental de la espuma va dirigida a extinguir fuegos provocados por desbordamientos de líquidos inflamables o combustibles o fuegos en depósitos, mediante la formación de una película refrigerante. También se utiliza en lugares donde se requiere inundarlos para sofocar el fuego que existe en su interior. Su aplicación permite extinguir fuegos de una manera progresiva. Una película de espuma que cubra la superficie de un líquido es capaz de impedir la transmisión de vapor durante algún tiempo, dependiendo de su estabilidad y grosor.

Cuando los desbordamientos de combustible son cubiertos por la espuma, en seguida dejan de ser peligrosos. Podemos utilizarlas también para reducir o detener la generación de vapores inflamables procedentes de líquidos o sólidos, aunque no estén quemándose. La espuma se disuelve, vaporizándose su contenido de agua bajo el ataque del calor y las llamas. Es por eso que hay que aplicarla a las superficies en fuego con suficiente volumen y velocidad como para compensar estar pérdidas y para proporcionar la cantidad suficiente que garantice que la película vaya avanzando, formándose a lo largo de toda la superficie encendida, y se mantenga sin romperse en la superficie ya extinguida.

Además del fuego, otras causas también pueden disolver las espumas o romper la película formada, como era: ciertos vapores o fluidos químicos y otros agentes extintores que puedan utilizarse en combinación con la espuma. Turbulencias de aire o una elevación violenta de gases de combustión pueden quitar espumas ligeras de la zona encendida.

No es el agente extintor adecuado para fuegos de gases como butano o propano, tampoco donde haya metales reactivos con el agua como el sodio. Otra limitación al uso de la espuma es en fuegos de metales fundidos ya que estos desarrollan elevadas temperaturas ante las cuales el agua no es estable, disolviéndose el Oxígeno y el

Hidrógeno y originándose reacciones violentas como explosiones o reacción violenta del fuego.

Las soluciones de espuma son conductoras de electricidad, por eso no son recomendables para fuegos con presencia de electricidad. La espuma pulverizada resulta menos conductora que en chorro compacto, pero, aún así, es más conductora que el agua pulverizada. Cuando se usa la espuma no han de emplearse chorros de agua de tal forma que se rompa físicamente la capa de espuma. Los chorros de agua pueden utilizarse para el enfriamiento de las zonas contiguas, o como una fina pulverización para reducir el calor radiante de las llamas.

Por todo ello, podemos decir que existen unas reglas generales que deben estar presentes cuando se realicen instalaciones de espumas, siendo las más importantes las siguientes:

Cuanto más suavemente se aplique la espuma, más rápida será la extinción y menor la cantidad total de espumógeno necesario.

La utilización con éxito de la espuma depende, así mismo, de la dosis que apliquemos. La dosis de aplicación se define en términos de cantidad de solución espumante que llega a la superficie combustible por fracción de tiempo ($1/m^2.min.$)

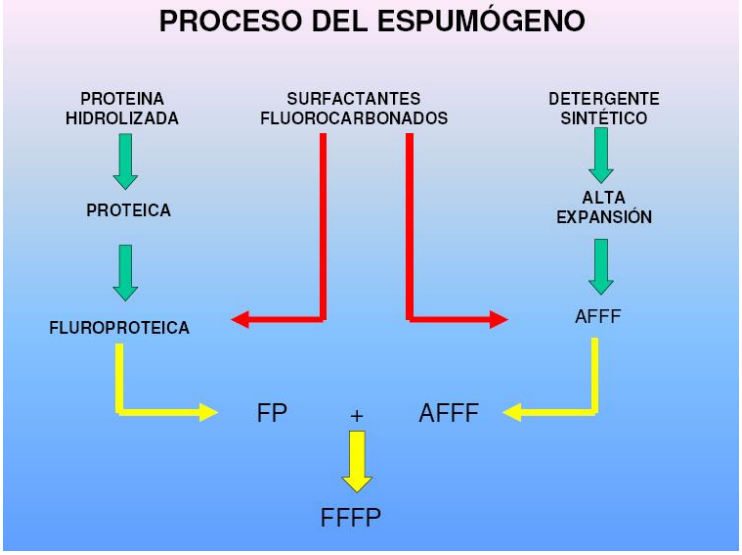
El aumento de la dosis por encima del mínimo recomendado reduce generalmente el tiempo necesario para la extinción. A pesar de eso, obtenemos poco avance relativo con incrementos de la dosis de aplicación superiores a tres veces el mínimo recomendado.

Si la dosis de aplicación es inferior al mínimo recomendado, se incrementará el tiempo necesario para la extinción, pudiéndose incluso no conseguirla.

Si la dosis de aplicación es tan lenta que el límite de pérdida de espuma por la acción del calor o por el ataque del combustible es igual o mayor a la dosis de aplicación, entonces, no podremos extinguir el fuego.

La dosis de aplicación crítica es la mínima necesaria para la extinción del fuego, y eso en unas condiciones particulares conocidas.

La dosis de aplicación mínima de espuma es la que ha demostrado experimentalmente ser la más práctica en términos de velocidad y cantidad de elemento espumante.



CLASIFICACIÓN EN BASE A LA EXPANSIÓN

• BAJA EXPANSIÓN

• 1 : 1 hasta 1 : 30

• MEDIA EXPANSIÓN

• 1 : 30 hasta 1 : 250

• ALTA EXPANSIÓN

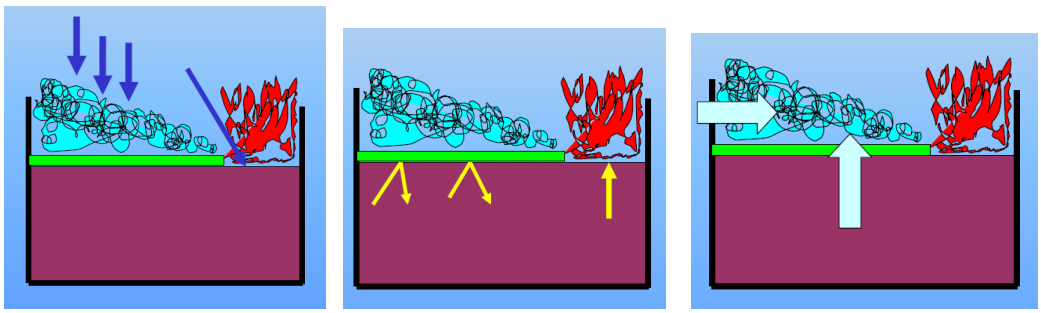
• > 1 : 250

Efecto extintor de las espumas: cómo trabajan

Sofocación: La espuma impide el contacto del Oxígeno del aire con la superficie de evaporación del líquido inflamado

Inanición: Impidiendo que los vapores inflamables sean liberados al sellar la superficie del líquido.

Refrigeración: El agua contenida en la espuma absorbe calor del combustible y de las paredes del recipiente.



4.3. MECANISMOS DE PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN DE ESPUMAS

A) INYECTOR O PREMEZCLADOR.

También denominado premezclador o dosificador, es aquel elemento que tiene la función de mezclar el agua con una cantidad determinada de emulsor o espumógeno para obtener una solución espumosa convenientemente dosificada. Este está formado generalmente por un tubo de un diámetro interior igual al de las mangueras a las cuales debe ser conectado, y provisto en cada extremo de racores de tipo Barcelona, el cual se sitúa en las instalaciones entre dos mangueras, siendo su sentido de colocación marcado a través de una flecha y alimentado por medio de una bomba.

Su principio de funcionamiento está basado en el efecto “Venturi”, de forma que el agua a presión atraviesa a una cierta velocidad creando una depresión, que por efecto de succión provoca la llegada del espumógeno por medio de un tubo conectado al inyector y que tiene el otro extremo sumergido dentro de un recipiente que contiene dicho el emulsor. Es decir, el espumógeno es arrastrado por la depresión que produce la corriente de agua con la cual se mezcla. Sin embargo, las perdidas de carga que se producen en él son importantes (del orden del 25%). Ver una posible clasificación de estos proporcionadores o dosificadores en la tabla que aparece en Anexos

B) LANZAS DE ESPUMA PARA BAJA EXPANSION:

Consisten generalmente de un tubo metálico de 45 y 70 mm de diámetro interior, la cual puede estar provista o no de empuñadura de maniobra y dotada de un semi-racor simétrico. Su peso oscila entre los 6 y12 kg, y el diámetro de su orificio de salida varía entre los 50 y 95 mm. Según modelos existen:

- Lanzas manuales o portátiles de 45 ó 70 mm.

- Cañones: remolcables y fijos sobre un vehículo.

Su principio de funcionamiento consiste en que la mezcla de agua y espumógeno llega a la parte central del tubo y que a través del juego de orificios juiciosamente calibrados, situados en la base de la lanza, el aire se une en la proporción deseada, con la mezcla para producir la espuma que se forma en el tubo. Hoy en día se han diseñado lanzas de espuma adecuadas para combatir el fuego desde una distancia más segura y que ayudan a reducir la fatiga del bombero; es decir, han sido proyectadas para tener largo alcance y sus pesos son más ligeros.

Existen tres modelos básicos con caudales nominales de agua de 225, 450 y 1000 litros/minuto.

Los dos modelos primeros son para uso manual y el otro para uso en monitores. En general, según el tipo y cualidad del concentrado de espuma, producen una expansión de 8 a 10. Los modelos “SH” tienen incorporado el proporcionador. Los modelos “H” se utilizan con proporcionadores portátiles Z-2 y Z-4, con caudal nominal de agua de 200 y 400 litros/minutos. Sin embargo, la lanza F-1000- SH se ha diseñado principalmente para poder convertir monitores de agua en monitores de agua/espuma para poder combatir incendios de líquidos inflamables de grandes dimensiones y donde se requiere una elevada tasa de aplicación de espuma. Además también existen las lanzas denominadas M-2, M-4 y M-8, utilizadas para caudales nominales de 200, 400 y 800 litros/minuto respectivamente. En general, todas las lanzas están preparadas para trabajar con

coeficientes o dosificaciones del 3 o del 6% y pueden utilizarse con espuma diferentes tipos de espuma proteínica o sintética.

C) CARROS EXTINTORES DE ESPUMA.

Son equipos que reúnen en una misma unidad todo lo necesario para aplicar espuma sobre un fuego. Solo es necesario conectar una manguera desde la unidad a un punto de agua. Por ejemplo, aquellos carros que contienen recipientes de 100 litros de espumógeno que es capaz de soportar autonomías de hasta 20 minutos e inundar lugares a razón de 13 m3/min. Ofrecen una excelente protección para una gran variedad de riesgos como son hangares de aviación, zonas de manipulación de combustible, etc. Un ejemplo de configuración es el siguiente: proporcionador Z- 2, lanza M-2, válvula de paso, tubo succionador con espadín, deposito de espumógeno.

D) GENERADORES DE ESPUMA DE MEDIA Y ALTA EXPANSION.

Estos aparatos producen una espuma de un coeficiente de expansión mucho más alto que el de las lanzas o cañones de baja expansión. La espuma generada es generalmente más ligera, no pudiendo ser proyectada más que a una corta distancia, siendo canalizada o vertida sobre el fuego. El principio de funcionamiento es idéntico a el de las lanzas de baja expansión, pero la solución agua-emulsor se proyecta en el final de la instalación a través de un tamiz de mallas finas, de un calibre bien determinado, al que franquea incorporando aire aspirado por depresión. El generador incorpora un ventilador, movido por un motor eléctrico, térmico o hidráulico que activa la velocidad del aire, favoreciendo la formación de burbujas. La canalización de la espuma se realiza por medio de mangotes de gran diámetro o vertedores plásticos. Existen diferentes modelos en el mercado, destacando los siguientes:

ANGUS-TURBEX.- Dicho modelo consiste en un ventilador movido directamente por el eje de una turbina de agua, que suministra una corriente de aire a una red de nylon. Está red, en la cual se produce la espuma, la baña una mezcla de agua y espumógeno, procedente de cuatro boquillas pulverizadoras que suministran la mezcla desde la salida de la turbina de agua, siendo introducido el concentrado de espuma a la corriente de agua por medio de un sistema de inducción incorporado. Este elemento permite aumentar el coeficiente de expansión, para lo cual tiene que abrirse la válvula de desviación, con lo cual permite que una corriente aumentada de agua pase a través de la turbina. Con ello, una parte de esta agua va hacia el drenaje, mientras que el resto pasa a las boquillas pulverizadoras, de forma que aumenta también la corriente de aire a una presión determinada de entrada y permite que se produzca espuma de mayor expansión. Además este elemento puede funcionar como extractor de humos.

La cantidad de espuma producida por el generador de espuma depende, en cierta medida, de las condiciones que se presenten, así como de la disposición de la máquina. Las variaciones de presión dentro de un edificio que tengamos que llenar, lo largo de los conductos y la unión entre los conductos, todo esto tiene su efecto sobre el rendimiento.

El generador no tiene motor de gasolina, reduciéndose así al mínimo el problema de mantenimiento, estando la turbina dotada de una unidad de soporte sellada que no requiere lubricación. Todo lo que se necesita para ponerlo en acción, es agua y espumógeno; sin embargo se tiene que limpiar después de haberlo utilizado. Este

sistema permite mantener funcionando el generador cuando existe una presión negativa, pudiendo impulsar espuma hasta una altura de 15 metros, o en contra de una presión equivalente a esa altura. Si se controla el sistema “BY-PASS”, obtendremos también diferentes densidades de espuma.

Entre sus características más significativas nos encontramos el proporcionador, parte integral del sistema, el conducto para la espuma está fabricado en polietileno y es fácil de acoplar al generador, no pesa más que 55 kilos y puede ser llevado fácilmente por dos hombres utilizando los agarraderos situados a cada lado del generador, sus dimensiones son altura de 927 mm, anchura de 902 mm y profundidad de 495 mm, red para producir espuma intercambiable, acoplamientos de 21/2, 70 m TB.

Para conectarlo o ponerlo en funcionamiento simplemente se conectan las mangueras y se inserta el tubo de succión dentro del recipiente del concentrado de espuma, de forma que el agua que no pasa a través del “BY-PASS” se descarga por medio de una manguera. Para que realice la función de extractor de humos, hay que cambiar el generador de posición (es decir girarlo), de manera, que el tubo que antes conducía la espuma, ahora actúa como conductor del humo.

FOMAX-7.- Este modelo consiste en un ventilador movido directamente por el eje de una turbina de agua que suministra una corriente de aire a una malla donde se genera la espuma. Esta red es bañada por agente espumante procedente de las boquillas pulverizadoras que suministran la mezcla desde la salida de la turbina de agua. Este elemento también puede funcionar como extractor de humos. Sus características principales son: producción de espuma de 96 a 204 m^3/min, expansión graduable entre 1:1.200, proporcionador incorporado, peso de 49 kg, dimensiones de 870 x 900 x 470 mm y manguera de alimentación de 45mm. Siendo sus materiales constituyentes : carcasa en fibra de vidrio de color amarillo, accesorios y conductos internos de materia anticorrosivo, manguera de conducción de espuma en polietileno (30m.), manguera de extracción de humos en tela aluminizada con espiral de acero (7,5 m.) (ver figura en Anexos)

E) PROPORCIONADORES DE ESPUMA DE BAJA EN VEHICULOS.

Son aquellos dosificadores que suelen ir montados en la propia bomba de los vehículos contra-incendios y que tienen la función de mezclar el espumógeno con el agua. Dichos proporcionadores pueden ser independientes de la presión y caudal variable que las bombas suministran (Ejemplo : proporcionador RVM 80/230 de la Bomba centrifuga R280) o regularse a través de dichos parámetros. En todo caso, por lo general las concentraciones de espumógeno suelen variar entre el 3-6% o poseer solamente dosificaciones en estas concentraciones a través de un regulador o dispositivo de dos posiciones (Ejemplo : proporcionador NP-FIXMIX de la Bomba centrifuga NH-30). Dichos

inyectores estan montados en el lado de impulsión de la bomba y pueden ser alimentados a tanto desde el depósito de espumógeno que pueden llevar incorporados los vehículos como a través de bidones individuales mediante el tubo de aspiración y su correspondiente espadín. Como lo que realmente se obtiene es una solución espumante, para obtener la espuma (añadir el aire y formar el compacto de burbujas) debemos colocar en los extremos de la instalación las lanzas de baja idóneas, lanzas de niebla para estos cometidos e incluso derivar hacia el cañón o monitor para lanzar dicha espuma a distancia. Como el concentrado de espumante entra en la cámara de entrada de la bomba para ser impulsada a la presión deseada, debemos de tomar precauciones para que dicho espumante no se introduzca en el deposito o tanque de agua del vehículo; por ello debemos cerrar la llave o sifón que conecta a ambos. Adicionalmente, es importante realizar la autolimpieza y aclarado de todos los sistemas y conductos utilizados en este tipo de instalaciones.

F) PRODUCCION Y METODOLOGIA DE UTILIZACION.

Como hemos detectado (ver adicionalmente los anexos sobre espuma) cuando se quiere aplicar las espumas existen diversos tipos de espumógenos, equipos de dosificación, generadores de espuma (mezcladores de aire) y redes de distribución o instalaciones de mangueras; por ello hay que considerar independientemente cada uno de los factores a intervenir. En general deberíamos determinar el caudal y presión adecuada en función del espumógeno y equipo utilizado, por ello nos remitiremos a las tablas de características de los espumógenos y a la placa que suele acompañar a los equipos (dosificadores, generadores, dosificadores-generadores, etc..). Por lo general se suelen tomar tasas de aplicación marcadas por el fabricante para cada clase de producto y siniestro y se admite presiones que varían en los generadores entre 3,5 y 10 Atm. Debido a la sensibilidad de los proporcionadores (a presiones, corrientes de agua, altura del espumógeno) se recomienda presiones de trabajo en los mismos no superiores a 10 Atm. (en su placa de características suelen ir inscritas), alturas entre dosificador y la superficie del espumógeno inferiores a 1,8 metros, así como que la distancia entre el proporcionador y la lanza o generador de espuma sea la menor posible (generalmente un solo tramo de manguera). Cuando se aplican espumógenos convencionales o especiales (para extinción rápida y como protectores) se suele pulverizar el liquido resultante para ocupar áreas mayores (extinguiéndose más rápido); sin embargo, se recomienda que el grado de pulverización sea lo más grueso posible para que no se evapore el producto y atraviese las llamas hasta depositarse en el combustible. La aplicación de la espuma para conseguir la extinción de los fuegos de la clase A y B, se puede conseguir por medio de dos métodos o formas:

1. Sobre la superficie del combustible.- Se trata de proyectar el combustible sobre la propia superficie que tiene el combustible, esta puede ser de :

Aplicación Suave.- Cuando se lanza el chorro de espuma contra una pared, pantalla o sobre el suelo próximo al fuego, de forma que se desliza a través de la superficie y no se sumerge en el combustible.

Aplicación violenta.- Cuando el chorro se hace incidir sobre la superficie del combustible provocando la agitación y se sumerge en él.

2. Bajo la superficie del combustible.- Se trata de introducir el combustible en el propio interior del combustible. Por ello, se necesitan equipos especiales que sean capaces de inyectarla a pesar de la contrapresión ejercida por el peso del combustible. A este mecanismo se le denomina también inyección subsuperficial.

APLICACIÓN DE LAS ESPUMAS

• BAJA EXPANSIÓN

– EXTINCIÓN DE INCENDIOS DE LIQUIDOS

– CONFINADOS, EXTINCIÓN DE VEHICULOS

– ACTUACIÓN PREVENTIVA EN ACCIDENTES DE TRÁFICO.

– SELLADO PREVENTIVO DE DERRAMES SIN INCENDIO.

• MEDIA EXPANSIÓN

– SELLADO PREVENTIVO DE DERRAMES SIN INCENDIO.

• ALTA EXPANSIÓN

– INUNDACIÓN DE VOLUMENES CERRADOS.

CÁLCULO DEL CAUDAL DE ESPUMA

Baja expansión

Caudal= Densidad de aplicación x Superficie incendiada

Media expansión

• Se realiza el cálculo en base al rendimiento de la lanza de media empleada y a al tiempo en que deseemos cubrir el derrame.

• Ejemplo:

– Rendimiento lanza M-2 ..... 13 m^3/min.

– Tiempo para cubrir el derrame ..... 1 min.

– Altura de la espuma sobre el derrame ..... 0’50 m

Luego con una lanza de 200 l/min. Podremos cubrir con una capa de espuma de 0’50 m una superficie de 26 m^2 en un minuto.

Rendimiento= Caudal x Expansión.

Alta expansión

El cálculo del volumen de espuma de alta expansión necesario para inundar un local en un determinado tiempo se hace con criterios preventivos para evitar el progreso del incendio.

R= (V/T) x Cn x Cl

R = Velocidad de descarga en m^3 / min.

V = Volumen del espacio a inundar

T = Tiempo previsto para la inundación del local en minutos

Cn = Compensación por contracción normal de la espuma = 1'15

Cl = Compensación por fugas. En función del tipo de local puede variar entre 1'0 y 1'2.

Con el resultado de la formula se dispondrán tantos generadores fijos de espuma como sean necesarios según su rendimiento.

INSTALACIONES DE ESPUMA

Presiones en punta de lanza

Baja presión ..... 6 a 7 bar

• BAJA EXPANSIÓN

Alta presión ..... 6 a 7 bar

• MEDIA EXPANSIÓN Baja presión ..... 3 a 4 bar

• ALTA EXPANSIÓN Baja presión ..... 10 bar

4.4. ANEXO: Espumas

A) PROPIEDADES DE LAS ESPUMAS.

Viscosidad.- Es la relación entre el esfuerzo y su gradiente de cizalladura. Lo cual se relaciona con la tensión superficial del líquido, siendo mayor esta a menor viscosidad. Esta propiedad nos dará la resistencia al fuego que ofrecerá la espuma.

Temperatura mínima de empleo.- Temperatura a la cual puede fluir correctamente el producto y por lo cual es la mínima temperatura necesaria para dosificar correctamente el espumógeno.

Corrosividad.- Es el parámetro que nos proporciona el deterioro que produce el producto al contacto con combustibles, conductos, recipientes y materiales.

Compatibilidad.- Es el grado de asociatividad que poseen entre sí los espumógenos sin que pierdan las propiedades y características para los cuales fueron diseñados. Los espumógenos de clases diferentes, son por lo general incompatibles entre sí (perdiendo así el efecto concentrado, por ejemplo mezcla de AFFF con espumógenos de alta expansión como el F5). Los espumógenos polivalentes no se deben mezclar con ningún tipo de espumógeno (polímeros antialcohol no se debe mezclar con otros espumógenos). Los espumógenos de alta expansión pueden mezclarse entre sí (compatibles). Las espumas hechas si son compatibles entre sí, además generalmente es compatible con polvo, siliconas, etc...

Estabilidad.- Es la capacidad que tiene un espumógeno para permanecer almacenado sin que pierda sus propiedades y características y en consecuencia sea útil cuando se use.

Fluidez.- Es el parámetro que nos indica de forma directamente proporcional el mayor o menor avance que se puede conseguir al desplazarse sobre una superficie. Buena capacidad de cubrir de forma rápida una superficie

Drenaje.- Es la velocidad de pérdida de agua que posee un espumógeno cuando se aplica la mezcla. Cuanto más lenta sea la velocidad de drenaje más protección en el tiempo, ya que más resistente y estable será la espuma. Normalmente el fabricante nos dará este drenaje al 25% (tiempo que tarda una espuma en perder el 25% del volumen de agua de la solución) y que se considera hasta entonces efectivo. **DRENAJE LENTO.- Capacidad de retener el agua**

Resistencia a la rotura.- Es el parámetro que nos proporciona la resistencia que ofrece la espuma ante la destrucción de la misma por la acción del fuego, la superficie y contaminación del combustible y su entorno.

Oleofobicidad.- Es la repelencia hacia el combustible (no adherencia), normalmente considerada como la resistencia que ofrece ante los hidrocarburos.

Resistencia a la temperatura.- Es aquella que evita la dilatación y rotura de las burbujas, impidiendo la velocidad de drenaje y evaporación del agua, ante la acción del calor. **Resistencia a ser descompuesta por el calor**

Resistencia a la reignición.- Es aquella que ante situaciones especiales como la rotura de la espuma nos evita una nueva reignición o produce una nueva compactación de la misma evitando que el fuego se reinicie y por consiguiente una mejor protección.

• **COHESIÓN.-** Capacidad de formar una capa hermética a los vapores.

• **NO CONTAMINACION.-** Tolerancia a la mezcla con el combustible sin perder calidad.

B) CARACTERISTICAS ESPUMAS.

•**Dosificación:** % de espumante presente en la mezcla agua/líquido espumante.

•**Expansión:** Aumento de volumen que sufre la mezcla al aplicarle aire. Se consigue en la lanza.

•**Densidad de aplicación:** litros por minuto de espuma que se han de aplicar por m2 de superficie incendiada. Es una característica propia de cada espumante.

•**Tiempo de drenaje:** Tiempo que tarda la espuma en descomponerse y precipitar un 25 % de la situada en la superficie de un líquido.

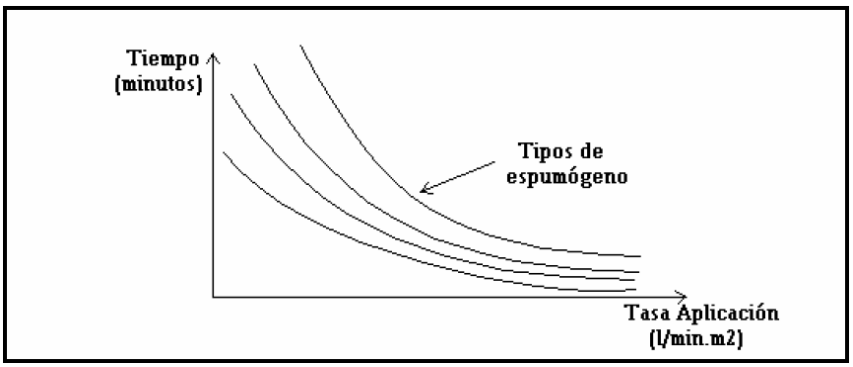
Tasa de concentración.- Es la proporción en que es diluido el espumógeno en agua. Dándose dicha relación en tanto por cien (%) entre el volumen de espumógeno y el volumen de espumante. En general el fabricante recomienda la dosificación nominal, sin embargo esta puede variar en función de los elementos que la generan y en las utilizaciones o siniestros donde se desee aplicar. Porcentajes habituales son del 1, 3 y 6%.

$$\text{Tasa Concentracion (\%)} = \frac{\text{Volumen Espumogeno}}{\text{Volumen Espumante}}$$

Coeficiente de Expansión.- Es la relación numérica que existe entre el volumen final de espuma obtenido y el volumen inicial de espumante que poseemos tras su generación. Por ello, nos proporcionara la densidad de la espuma, el poder de cubrición y la capacidad de enfriamiento de la misma. Es decir, este parámetro nos indica cuantas veces contenemos el volumen inicial en el final. Dicho coeficiente dependerá directamente del espumógeno y equipo utilizado para la generación de la espuma.

$$\text{Coeficiente Expansión (Adimensional)} = \frac{\text{Volumen Espuma}}{\text{Volumen Espumante}}$$

Tasa de Aplicación.- Es la tasa o caudal de solución espumante aplicada por unidad de superficie a extinguir y por unidad de tiempo (l / min . m2). Es decir, durante la aplicación de la espuma por rozamiento, acción del calor, drenaje, etc. parte de la espuma se destruye y por ello debemos aplicar espuma a un ritmo superior al de su destrucción.



En la práctica si la tasa de aplicación aumenta mucho las ventajas no son apreciables pues el tiempo de extinción no mejora significativamente desperdiciando producto, pero si la disminuimos demasiado entonces estos tiempos de extinción pueden ser muy largos y críticos, por consiguiente no sofocar el incendio. Algunos ejemplos de tasas adecuadas de aplicación son las siguientes:

- Hidrocarburos: Condiciones normales = 4 l/min. m^2 Existe dificultad en recipientes 6,5 l/min.m^2

- Polares: Condiciones normales = 6,5 l/min. m^2 Existe dificultad en recipientes =10 l/min. m^2

- Derrames generales: Intervenciones de 15 minutos = 4 l/min. m^2

Velocidad de Extinción.- Es la velocidad en que puede conseguirse sofocar un fuego cuando se le aplica ciertas tasas de aplicación. Por ello, si la velocidad de extinción aumenta tendremos menor tiempo de riesgo y un menor consumo de producto.

Versatilidad.- Es la capacidad que poseen los espumógenos para utilizarse con diferentes equipos generadores, de forma que adquieran las condiciones idóneas de uso y alcance.

Polivalencia.- Es la capacidad que poseen los espumógenos para poder ser utilizados ante diferentes tipos de combustibles

C) ADITIVOS DE LAS ESPUMAS.

Son compuestos que se combinan generalmente en los espumógenos y a veces en los conductos de formación de espuma para mejorar las condiciones de uso de las mismas. Entre ellos podemos nombrar los anticongelantes (ayudan a la no congelación del agua o líquido) y los humectantes (ayudan a absorber el agua), y que se colocan para favorecer las labores de extinción. Existen otros aditivos como los retardantes (ayudan a retardar la combustión), cada vez más usados son aquellos de acción a corto plazo, pues así ayudan a que el agua penetre mientras exista, es decir comportamiento de un humectante; mientras que los de largo plazo (retardantes viscosos) permanecen en el combustible como cortafuegos químico, a no ser que el agua lo extraiga del combustible. Los retardantes espumantes (de corto plazo) son los más utilizados, donde una descarga de agua con espumógeno, al añadir el aire, debido a que las propiedades humectantes retardan la combustión.

D) CLASIFICACION GENERAL ESPUMAS.

Las espumas se pueden clasificar de muy diversas formas y en función de muy diversos parámetros, por ello vamos a ver algunas de las clasificaciones más habituales :

Según su composición:

Proteínica: Proteínicos, fluorproteínicos, FFFP.

Base +

Sintética: Sintéticos, fluorsintéticos, AFFF, Tensoactivas, Antialcohol (AR)

Por su concentración:

Baja expansión.- Cuando el coeficiente de expansión es inferior a 30. Sirven normalmente para fuegos de la clase B. Siendo su utilización preferente cuando tenemos presencia de hidrocarburos y alcoholes. Siendo normalmente sus tasas de aplicación:

- Situaciones normales y para superficies sólidas y de líquidos = 4 l/min.m^2

- Hidrocarburos, con espumógenos AFFF = 2 l/min.m^2

- Alcoholes, con espumógenos AR = 6 l/min.m^2

Media expansión.- Cuando el coeficiente de expansión varía entre 30 y 150. Sirven normalmente tanto para los fuegos de la clase A como los de la B. Hoy en día estas concentraciones y tipos de espumógenos se suelen incluir tanto en los de baja como los de alta expansión.

Alta expansión.- Cuando el coeficiente de expansión es superior a 150. Sirve para la mayoría de los fuegos de la clase A que por su evolución y tipo de combustible tienen unas condiciones especiales y para rellenar locales o espacios cerrados, así como inaccesibles en tiempos aproximados entre los 2 y 5 minutos. Por ello, en aquellos fuegos que son más intensos debemos rellenar más rápido y en los menos intensos rellenar más lentamente. El volumen espuma debe ser un 25% mayor al volumen del local, debido a la destrucción de la espuma por rozamiento y acción del fuego. Para la no reignición se recomienda tener lleno el local de espuma durante 30 a 60 minutos.

También hay que darse cuenta que los recintos cerrados tienen aire y gases en su interior y se debe ejercer la suficiente presión a la espuma para que este aire o gas salga por los conductos naturales que posea.

Por su función:

Para fuegos de hidrocarburos, llamados Monovalentes

Para fuegos de disolventes polares, llamados Antialcoholes (AR)

Para ambos, llamados Polivalentes.

Por su eficacia

Fuegos de Hidrocarburos. Se definen en función del tipo de aplicación y tiempo de extinción realizados en ensayos sobre el heptano, siendo:

- Clase I. Aplicación violenta, extinción rápida.

- Clase II. Aplicación violenta, extinción lenta.

- Clase III. Aplicación suave, extinción lenta.

Además existen clases A,B,C y D, según nivel resistencia al reencendido (siendo más resistente la A y menos la D).

Fuegos de Alcoholes. Se definen en función del tipo de aplicación y tiempo de extinción realizados en ensayos sobre la acetona, siendo:

- Clase I. Aplicación suave, extinción rápida.

- Clase II. Aplicación suave, extinción lenta.

Pudiendo además clasificarlos por su nivel de resistencia a la reignición en clases

A, B y C.

ESPUMANTES UTILIZADOS EN EL SPEIS

BAJA Y MEDIA EXPANSIÓN • Sintética AR/AFFF » Dosificación 3%

ALTA EXPANSIÓN • Sintética » Dosificación 3%

E) APLICACIONES DE LAS ESPUMAS.

Para relleno. Presiones de trabajo de 4 Kg/ cm^2, la de alta se usa con el generador de alta expansión, y la media con lanzas de media expansión. También puede utilizarse para derrames de alcantarillado y sellados bajo superficie y en fuegos de clase A (algunos sólidos en condiciones especiales). Como tales espumas nos podemos encontrar con las comerciales F5, B-940 y H-930.

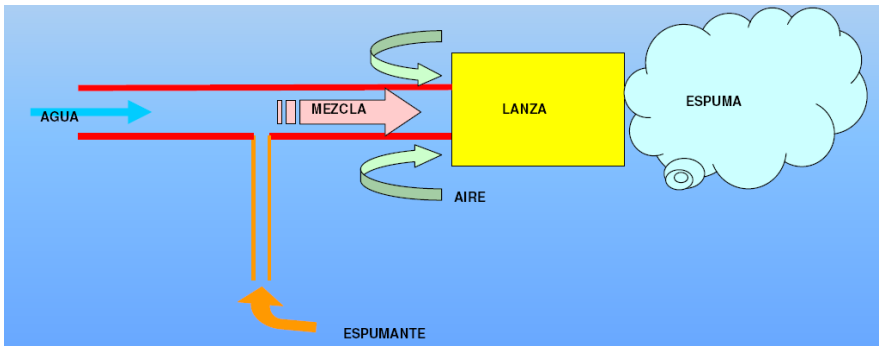
Para formación de películas. Presiones de trabajo de 2 kg/cm^2, la de baja se usa con lanzas de tubo, y las de muy baja (viscosas) con lanzas pulverizadoras. Sirve para derrames superficiales e incluso para ciertos sólidos (no muy normal). Como tales comercialmente nos podemos encontrar entre otras con las espumas AFFF (película acuosa) y la POLYFOAM 3/3 (película acuosa y antialcohol).

F) GENERADORES DE ESPUMA.

Son los dispositivos que se utilizan para incorporar el agente gaseoso (normalmente aire atmosférico) en el espumante para formar la espuma. Estos pueden ser lanzas manuales, cañones, monitores, cámaras de espuma, rociadores, etc. Sin embargo, según el método utilizado para la incorporación del agente gaseoso, podemos tener:

Generadores aspirantes.- La incorporación tiene lugar en el mismo generador y sale la espuma del mismo ya formada.

Generadores no aspirantes.- La incorporación tiene lugar en el trayecto del chorro, tras la salida del equipo, es decir del generador sale solamente el espumante.



Generación de espuma: la espuma se obtiene mediante la mezcla de ESPUMANTE, AGUA y AIRE

BAJA PRESIÓN

• Baja Expansión 1 : 7

– 200 l/min. Directo bomba o con Hidromezclador

– 400 l/min. Directo bomba o con Hidromezclador

– 800 l/min. Directo bomba

• Media Expansión

– 200 l/min. Directo bomba o con Hidromezclador

– 400 l/min. Directo bomba o con Hidromezclador

• Alta Expansión

– 265 l/min. Aspiración en generador

ALTA PRESIÓN

• Baja Expansión

– 200 l/min. Directo bomba línea de 25 mm.

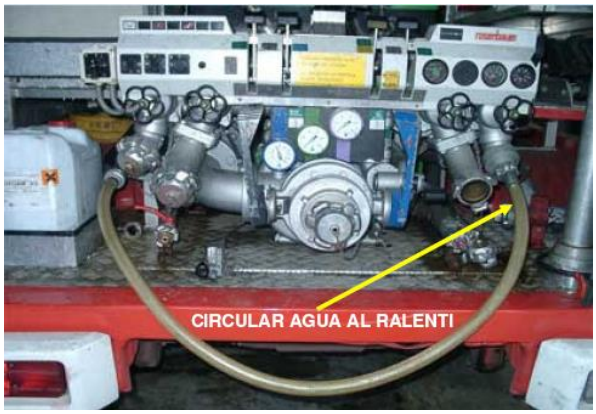
G) PROPORCIONADORES.

Son los equipos que realizan la dosificación y mezcla del espumógeno dentro de la corriente de agua, produciendo el espumante. Pudiéndose dicha dosificación variar para utilizaciones diversas.

H) EQUIPOS MIXTOS (GENERADORES-PROPORCINADORES).

Son equipos que incorporan en un bloque más o menos compacto ambos elementos, estando en primer lugar el proporcionador y a continuación el generador de espuma. Entre los más usados comercialmente tenemos el ANGUS-TURBEX y el FORMAT-7 (ver figura).

Una vez finalizada la aplicación debe procederse a la LIMPIEZA DEL CIRCUITO



5.- MANGUERAS, TIPOS DE MANGUERAS

Además de las mangueras semirígidas que van enrolladas en los carretes de primera intervención, en los vehículos, se reserva un amplio espacio para las mangueras de ataque y para las mangueras de alimentación.
Las mangueras constituyen el medio apropiado con el cual formar la canalización del agua hacia la bomba o desde la bomba hacía el punto de ataque, y si hay una amplia gama en cuanto a materiales y calidades de mangueras, nos dedicaremos al modo de utilizarlas en situaciones de emergencia.

TRAMOS DE MANGUERA
Las mangueras se encuentran alojadas en los vehículos en cajones con divisiones, de forma que queden separadas, plegadas por la mitad y enrolladas en tramos de 20 o 25 metros, (cuando son nuevas).
Los tramos de manguera se reparten en tres diámetros diferentes 70 m/m, 45 m/m y 25 m/m, variando en cada uno, la resistencia a la presión y a la circulación del caudal de agua.

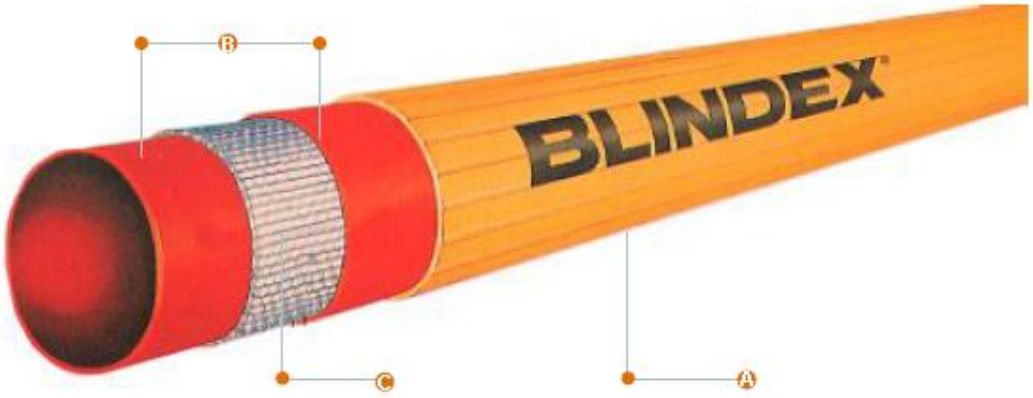
MANGUERAS DE 70 mm
Los tramos de manguera de 70 acostumbran a ser de 20 metros, debido a su engorroso manejo por su considerable peso, se utilizan preferentemente con fines de alimentación. Alimentación de vehículos a través de la red de aguas, alimentación de columnas secas, de monitores portátiles, para agotamientos o achiques de agua y también en el ataque como líneas de aproximación, acercando al foco del incendio un caudal importante con la mínima perdida de carga.

MANGUERAS DE 45 mm
Los tramos de manguera de 45 tienen 25 metros de alargada (cuando son nuevas) son mangueras de ataque que permiten caudales amplios con un peso y maniobrabilidad razonable,(por un equipo)se utilizan en incendios de magnitud y cuando es necesario el empleo de espuma.

MANGUERAS DE 25 mm
En las mangueras de 25, los tramos son de 25 metros de largo y por su reducido peso y maniobrabilidad se emplean en lugares confinados especialmente en el interior de viviendas, también en lugares escabrosos al exterior como son los incendios en el bosque.

DATOS TÉCNICOS BLINDEX

Diámetro Interior		Peso Aprox.		Espesor Aprox.		Presión de prueba	Presión promedio rotura
mm	pulg.	gr/mt	lb/pie	mm	pulg.	Kg/cm²	Kg/cm²
25	1	200	0,134	1,85	0,073	40	100
38	1 1/2	300	0,202	1,9	0,075	35	65
45	1 3/4	375	0,252	2,00	0,079	30	60
52	2	450	0,302	2,10	0,083	30	55
65	2 1/2	550	0,370	2,25	0,089	30	55
70	2 3/4	650	0,437	2,30	0,091	25	50
75	3	750	0,504	2,30	0,091	25	45
102	4	875	0,588	2,35	0,093	20	40
110	-	1060	0,710	2,40	0,095	20	40



A CAPA PROTECCIÓN EXTERIOR HYPALON

De color amarillo para mejor visibilidad en servicio y estrías especialmente estudiadas para proteger la mangguera y facilitar su deslizamiento en el suelo.

B MEZCLA ESPECJAL DE CAUCHO SINTÉTICO

Muy flexible y estudiada para dar un acabado liso interior. Esta mezcla embebe eel tejido de refuerzo y lo bloquea formando un cuerpo único con el mismo y con la capa exterior. Esta mazda a sido especialmente formulada para combinar gran flexibilidad, con mínima pérdida de carga y mínimo riesgo de perforación o corte.

C TEJIDO CIRCULAR SIN COSTURAS DE FIBRAS SINTÉTICAS

Fibras sintéticas de alta tenacidad. Trama y urdimbre se entrecruzan ligando un tejido de gran consistencia y ligereza. Fabricado en telares circulares libre de tensiones o nudos.

UTILIZACIÓN DE LAS MANGUERAS

Las mangueras que se encuentran en los vehículos, tendrán que utilizarse en situaciones de emergencia, con prisas y con nervios, por ello se prestará especial atención a su correcto enrollado. Estarán todas ellas sujetas por una cinta elástica que mantendrá prieta su espiral. Las mangueras que una vez enrolladas queden fofas o que sus racores están excesivamente distanciados, no se permitirán en los vehículos de urgencia.

ENROLLADO O PLEGADO DOBLE

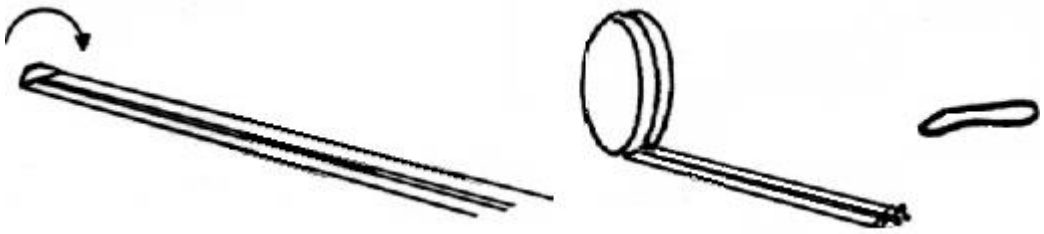
El plegado doble es común para los tres diámetros de manguera.

Las de 70 m/m y las de 45 m/m se enrollan de igual manera.

La manguera extendida en el suelo y doblada por la mitad, un tramo encima del otro.

El extremo superior algo más corto, cogiéndola por la mitad se ha de enrollar sobre si misma, teniendo que quedar sus racors casi juntos una vez plegada, ver dibujo adjunto.

Para el plegado doble en mangueras de 25, se han de igualar los extremos y ampliar la superficie de apoyo doblándola por la mitad y haciéndola girar en paralelo como si se enrollaran dos mangueras al mismo tiempo, ver dibujo adjunto. Es imprescindible sujetarla con una baga elástica para mantener prieto el rollo.



DESPLEGADO DE LAS MANGUERAS

El desplegado de mangueras, será un ejercicio en el que se insistirá, ya que únicamente la práctica continuada y repetitiva conseguirá que se adquiera la habilidad necesaria y las diferentes técnicas a emplear, según el tipo de instalaciones, sean de alimentación o de ataque, en lugares amplios y limpios o estrechos y con obstáculos, sobre suelo plano en instalaciones horizontales o verticales por fachadas y huecos de escalera, en instalaciones inclinadas que descansan sobre los tramos de una escalera o de la rampa de un parking.

Todas ellas se lograran desenrollando, extendiendo y uniendo entre sí las mangueras que transporta el vehículo.

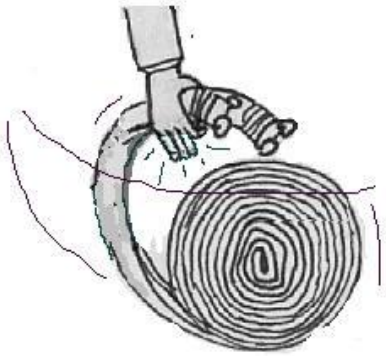
Se supone que las mangueras alojadas en el vehículo se encuentran correctamente enrolladas por la mitad, prieta su espiral, sobresaliendo ligeramente un racor por encima del otro y siendo abrazado el conjunto por una baga elástica.

La facilidad y el correcto desplegado, se debe más al bombero que ha enrollado la manguera que al bombero que la lanza para desenrollarla.

DESENROLLADO EN LUGARES AMPLIOS

Cuando se dispone de espacio y teniendo cierta práctica, se pueden desenrollar las mangueras, cogiéndolas con una sola mano sin doblar el codo, lanzando el rollo perpendicular con el suelo.

Para ello se han de introducir tres dedos en las últimas vueltas de la espiral en mangueras de 45 m/m o de 70 m/m y sujetando sus racors con los dedos pulgar e índice, se avanza el pie izquierdo cuándo se ha de soltar la manguera derecha y viceversa.



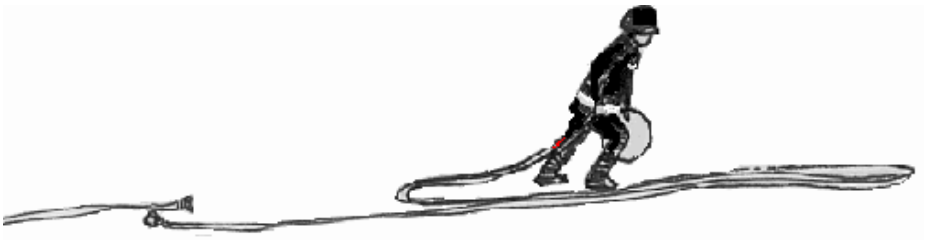
El brazo que sujeta la manguera, se mantiene casi estirado, dándole un solo balanceo pendular de impulso, parecido a un lanzamiento en la bolera.

Los tres dedos soltaran la manguera aumentando la presión de los dedos pulgar e índice que sujetan los dos racores.

Este sistema, permite trasladar una manguera en cada mano, incluso las de 70 m/m más pesadas, y lanzar una y otra, sin cambiar de mano ni modificar la posición de traslado ni sacar las cintas elásticas.

En el incendio se empleará el sistema que menos falle. Si al bombero le falta práctica, puede dejar el rollo de manguera plano en el suelo conectar un extremo y estirar el otro extremo, vigilando que no se enganche hasta extender totalmente la manguera.

Este sistema provoca que el propio peso de la manguera le produzca un deterioro excesivo por rozamiento con el suelo.



Nunca se cogerá y estirará la manguera por uno solo de sus extremos dado que la manguera quedará en forma de tirabuzón y el agua a presión formará codos y nudos difíciles de sacar cuando entra agua en la manguera.

5.2- INSTALACIONES CON MANGUERAS

La instalación de mangueras para la extinción es la disposición de los elementos necesarios para llevar el agua desde su punto de toma hasta el punto de ataque empalmando las mangueras que sean necesarias a través de sus racores.

La instalación se debe comenzar desde el punto de ataque hacia atrás, hasta la toma de agua. Esto se hace así porque la reserva de ataque será más efectiva y porque se tendrá la seguridad de que no se dará el agua mientras la instalación no esté acabada.

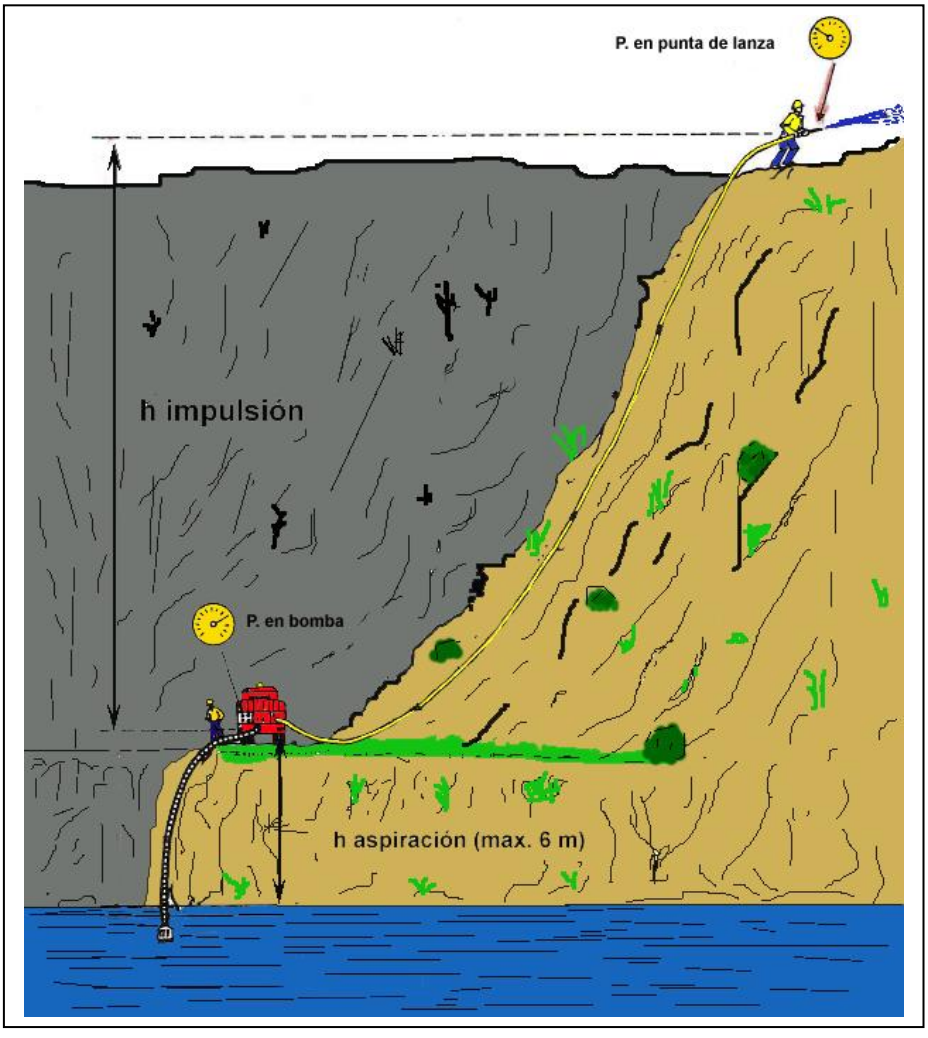
TIPOS DE INSTALACIÓN

SEGÚN EL DIÁMETRO DE LAS MANGUERAS

En general, realizaremos la instalación con mangueras de diámetro 70, 45 o de 25 mm o bien, combinándolas. La elección del tipo de manguera dependerá casi siempre de la distancia de la toma y de la intensidad del incendio.

SEGÚN EL CAMINO A RECORRER

-INSTALACIÓN HORIZONTAL: Cuando las mangueras descansan en un terreno llano.
-INSTALACIÓN VERTICAL: Cuando la manguera asciende por una fachada, hueco de la caja de escalera,etc.
-INSTALACIÓN INCLINADA: Cuando asciende siguiendo una pendiente siguiendo los tramos de una escalera, hacia la cima de un monte,...



PARTES DE LA INSTALACIÓN

LA ASPIRACIÓN

Es el sistema mediante el cual se absorbe el agua de un recipiente, río, pozo, piscina, depósito, utilizando una bomba hidráulica. En general, esta maniobra se hace por medio de la bomba del camión, que a su vez, sirve como medio impulsor para llevar el agua hasta el punto de ataque, o de una motobomba portátil que aspira y alimenta la cisterna del camión. A veces puede ser más rápido o conveniente aspirar el agua con la motobomba portátil e impulsarla directamente al punto de ataque.

LA ALIMENTACIÓN

Puede realizarse por medio de la **aspiración**, cuando se trata de una cisterna, pozo, balsa, piscina,.. o **por gravedad** cuando se da la existencia de un depósito elevado o **a presión**, cuando se alimenta de una red de agua potable.

EL ATAQUE

El ataque es el punto final de la instalación. Puede realizarse con mangueras de 25 o de 45 mm. En el caso de que se dispongan de grandes reservas de agua, y según las características del fuego, pueden emplearse las de 70 mm.

NORMAS PARA LA INSTALACIÓN

- Se emplearán solamente las mangueras necesarias preservándolas de la acción del fuego.

- En las curvas, se procurará que no se produzcan ángulos vivos.

- Las mangueras deben instalarse paralelas a las aceras.

- Se evitará cruzar las calles con las mangueras, siempre que sea posible.

- Se debe evitar el paso de vehículos sobre las mangueras, llenas o vacías.

Improvisar o utilizar “salvamangueras”, si se dispone de ellos, en los puntos por donde puedan cruzar vehículos.

- Antes de la bifurcación conviene dejar un bucle de reserva con la manguera para, en caso necesario, poder emplearla como ataque.

- En los puntos de ataque, conviene dejar bucles con la manguera para aumentar la capacidad de movimiento.

- Nunca se deben arrastrar las mangueras.

- No se deben pisar las mangueras con las botas, ni siquiera para vaciarlas más rápido, ya que se puede dañar su tejido con el material de las propias botas o con las pequeñas piedras que pueda haber en el terreno.

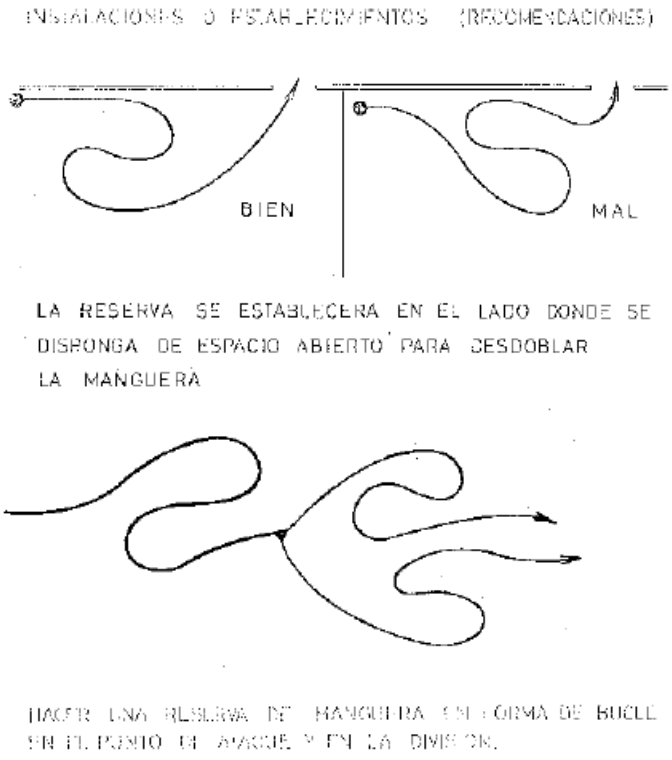
- Se manejarán los racores con cuidado para evitarles golpes que los podrían deformar dificultando su perfecto acople.

- Al terminar el servicio, se enrollarán y colocarán en el vehículo. Una vez en el Parque, se lavarán y colgarán para que sequen antes de volver a colocarlas en la taquilla del vehículo.

- Las mangueras se guardarán siempre secas ya que, de hacerlo estando húmedas, se deteriorarían.

- Las mangueras se guardarán lejos de puntos calientes (estufas, radiadores,...).

- Las dobleces que se hacen al guardar las mangueras deben cambiarse regularmente (mínimo, cada 60 días) para evitar que aquellas se dañen.



CLASES DE CHORRO

Hay tres clases de chorro:

- **CHORRO PLENO** Se obtiene al abrir enteramente la llave o válvula de la lanza. El chorro debe llegar al fuego con fuerza y de forma compacta.

- **CHORRO EN FORMA DE LLUVIA** Se obtiene al cerrar parcialmente la lanza o al taponar parcialmente el orificio o boquilla con el dedo.
- **CHORRO EN FORMA PULVERIZADA** Se realiza mediante un difusor acoplado al extremo de la lanza. Su empleo es necesario:
-En los fuegos de pequeña intensidad.
-Para mantener húmedos los materiales sometidos a las radiaciones de calor.
-Para refrigerar grandes superficies.
-Para disipar el humo y refrescar la atmósfera.
-Para sanear un local invadido por una gas soluble (disolución).

MANEJO DE LAS LANZAS

Llamamos “porta-lanza” al Bombero que, manejando una lanza, está encargado del ataque directo al fuego. Su experiencia y entrenamiento serán fundamentales para el éxito en la tarea de extinción. En el manejo de las lanzas deberán seguirse los siguientes principios básicos:

- Antes de enfrentarse al fuego, y una vez esté la instalación a la presión necesaria para el ataque, conviene probar el funcionamiento de la lanza abriéndola y cerrándola dos o tres veces.

- Las lanzas deben abrirse y cerrarse lentamente para evitar golpes de ariete que podrían reventar la manguera.

- La postura más adecuada, frente al fuego, es agachado y protegiéndose detrás del abanico de agua proyectado por la lanza. Cuando deba permanecerse en pie, poner el cuerpo de perfil para exponer al calor la mínima superficie corporal posible.

- El porta-lanzas debe situarse, a ser posible, por encima del plano de las llamas y atacarlas por su base para evitar su propagación. Primero se debe atacar el foco principal y, después, los focos secundarios que se hayan producido.

- Atacará directamente la base de las llamas, pero será su experiencia lo que le indique cuando debe elevar la lanza cambiando el tipo de chorro para refrescar el ambiente.

- Sólo proyectará contra el fuego el agua necesaria y cerrará el chorro para desplazarse esperando, si el caso lo requiere, a que el humo se disipe.

- Durante el ataque al fuego avanzará de forma progresiva, pero sin cometer imprudencias, y acercándose al foco de las llamas abrirá su lanza empleando el tipo de chorro más conveniente, tanto para la extinción como para la refrigeración de las partes más afectadas por el fuego y para su propia protección contra el calor radiante.

- Se avanzará con paso firme, corto (unos 40 cms) y uniforme, calculando en todo momento los movimientos a realizar (punto de ataque, ruta a seguir durante el avance,

obstáculos previsibles,...) y asegurándose de que se pisa terreno seguro para evitar resbalones, tropiezos, clavos,...

- En maniobras de equipo, con varias personas sujetando la manguera detrás del porta-lanzas, se moverán todos en línea recta obedeciendo a una sola voz de mando. El que se sitúe en la última posición se separará del resto lo suficiente como para poder maniobrar de forma que la manguera esté siempre recta tras la línea que forman los que la sujetan.

- Durante las tareas de extinción, el porta lanzas debe estar en contacto con el resto del equipo de intervención y, en particular, con su Jefe, dándole y pidiéndole en cada momento la información necesaria, sobre todo si se han dispuesto varios puntos de ataque, ya que puede encontrarse con el chorro de otro compañero o perjudicar involuntariamente los movimientos de los demás.

- Ante cualquier imprevisto es esencial que el porta-lanza aguante la lanza sin soltarla bajo ningún concepto, protegiéndose con la cortina de agua y no volviendo la espalda al fuego.

- En ningún caso tirará ni dejará caer la lanza al suelo. Lo correcto es dejarla apoyada suavemente sobre la propia manguera, con la boquilla hacia arriba y fuera de charcos o de zonas embarradas.

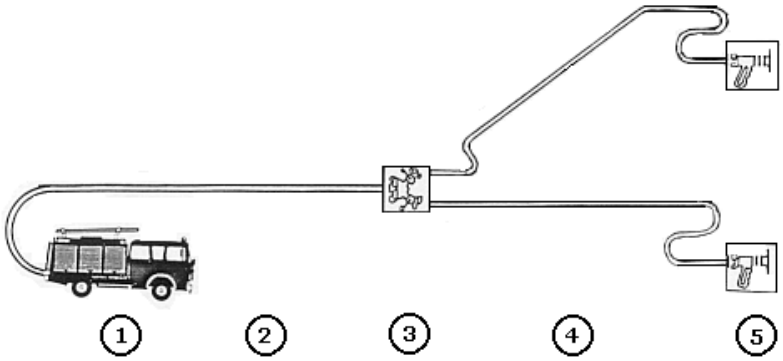
INSTALACIONES CON MANGUERAS

INSTALACIONES

Las mangueras extendidas, unidas, conectadas entre si, a bifurcaciones, hidromezcladores, piezas de unión, etc., una vez montadas tomaran el nombre de INSTALACIONES, que serán de ATAQUE cuando las mangueras salgan desde la bomba hasta el punto de ataque a serán INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN, cuando estén suministrando agua a la bomba o al tanque del vehículo.
La alimentación por aspiración a través de mangotes, también se considerará como instalación de alimentación.

INSTALACIONES DE ATAQUE

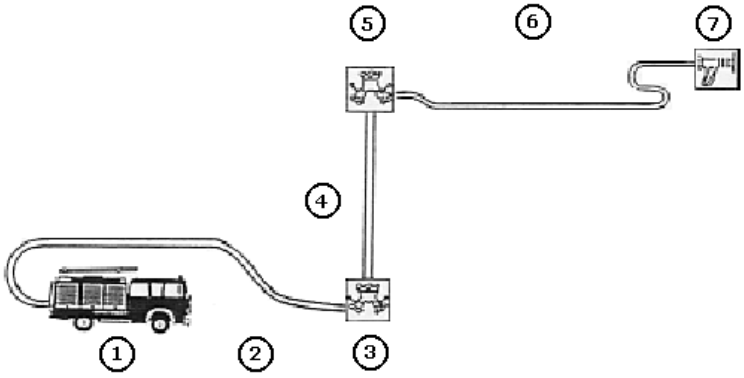
La instalación de ataque consistirá en una línea de aproximación de gran diámetro con la que evitar pérdidas de carga hasta la entrada al lugar, en donde se conectará una pieza de bifurcación que permita continuar con mangueras de ataque hasta el foco.



Para distinguir tramos y lugares, se aplican los siguiente nombres,
1 - Bomba
2 - Línea de Maniobra
3 - Punto de Maniobra
4 - Línea de Ataque
5 - Punto de Ataque

A TRAVÉS DE COLUMNA SECA

Cuando en el ataque en edificios se utilice la columna seca, se producirá una cierta modificación en los nombres.



1 - Bomba
2 - Línea de Maniobra a columna seca
3 - Punto de Maniobra (en columna seca)
4 - Columna Seca
5 - Punto de Maniobra en Planta
6 - Línea de Ataque
7 - Punto de Ataque

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ATAQUE

El identificar a través de un mismo lenguaje los diferentes puntos por donde transcurre la instalación, puede resultar de gran utilidad especialmente cuando trabajan conjuntamente parques de diferente zona ciudad o región región.

BOMBA

Lugar de donde se obtiene un caudal importante de agua a presión, generalmente la bomba del vehículo (también podría ser un hidrante)

LÍNEA DE MANIOBRA

Tramo de mangueras que parten desde la bomba hasta la pieza de bifurcación o hasta el acceso a la zona caliente (punto de maniobra)

PUNTO DE MANIOBRA

Lugar cercano al foco desde donde se encuentra la bifurcación y desde donde es posible reducir o cortar en caudal procedente de la bomba hacia la línea de ataque

LÍNEA DE ATAQUE

Tramo de mangueras unidas, que partiendo del Punto de Maniobra llega hasta el Punto de Ataque. La manguera semi rígida de primera intervención es una línea de ataque.

PUNTO DE ATAQUE

Es el lugar desde donde se ve el foco y desde donde se lanza el agente extintor contra el fuego.

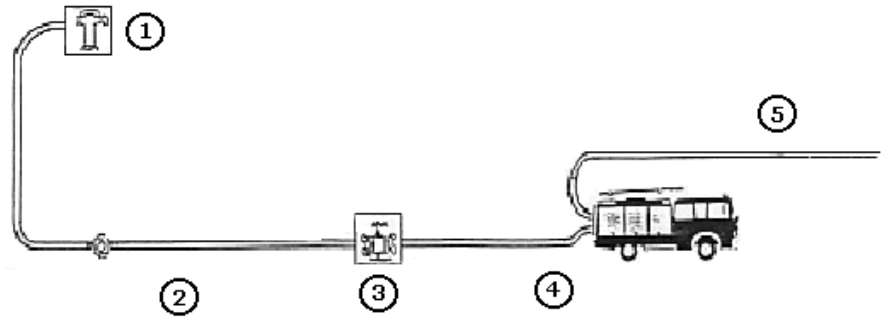
Un incendio que sea atacado desde varios puntos precisará de una línea de maniobra por cada dos puntos de ataque, a menos de que se disponga de piezas de trifurcaci6n.

INSTALACIONES DE ALIMENTACIÓN

Cuando los incendios tienen cierta magnitud, se aprecia lo pequeñas que pueden ser las cisternas de los vehículos de primera intervención.

A la llegada, desde el primer vehículo se empieza a lanzar agua al foco, al tiempo que el segundo vehículo cede su agua al primero. La premura en la alimentación estará en relación con el número y caudal nominal de los puntos de ataque, seleccionando cuales son los que han de lanzar agua hasta que se consiga una alimentación continuada.

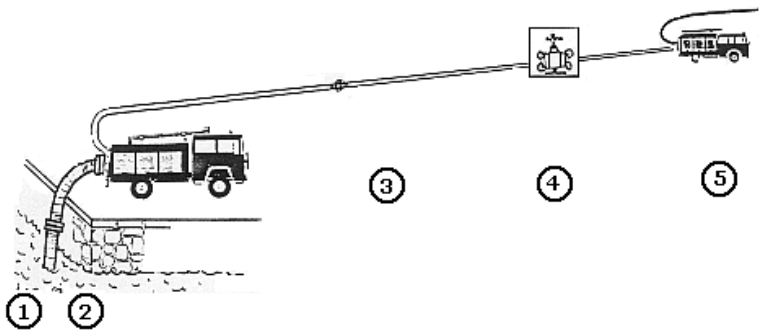
La instalación de alimentación se compone de:



1 - Punto de Alimentación
2 - Línea de Alimentación
3 - Punto de Unión
4 - Línea de Unión a T.P.
5 - Línea de Unión a T.L.

INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN A TRAVÉS DE MANGOTES

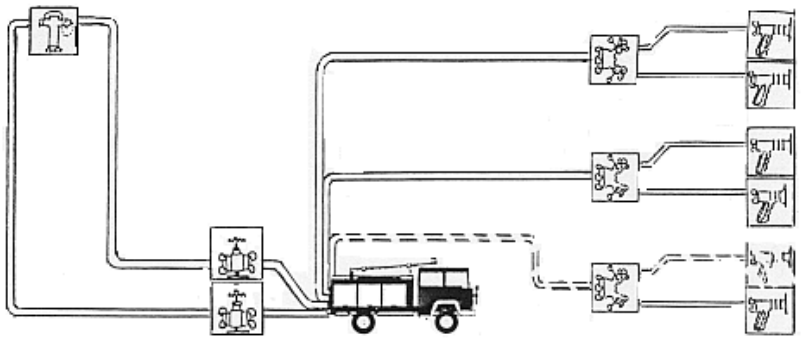
Cuando la alimentación es de 100 mm directa a bomba por aspiración a hidrante con toma de 100 para vehículos, el esquema de la instalación de alimentación precisará un ligero retoque quedando como sigue:



1 - Punto de alimentación
2 - Mangotes
3 - Línea de Unión a T.P.
4 - Punto de Unión
5 - Línea de Unión a T.L.
El T.L. una vez lleno de agua, cerrando la Pieza de Unión, podrá desconectar la Línea de Unión del T.L. y conectándola a la Línea de Maniobra.

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN
PUNTO DE ALIMENTACIÓN
Lugar desde donde el vehículo a la bomba puede proveerse de agua por ejemplo: hidrante, cisterna, pozo, balsa
LÍNEA DE ALIMENTACIÓN
Mangueras de 70 unidas desde el punto de alimentación hasta el Punto de Unión
PUNTO DE UNIÓN
Final de la Línea de Unión donde se conecta la Pieza de Unión
PIEZA DE UNIÓN
Válvula de 70 racorada desde donde se controla el agua que proviene del Punto de Alimentación.
LÍNEA DE UNIÓN A T.P. - LíNEA DE UNIÓN A T.L.
Una vez establecida la alimentación desde el hidrante, las mangueras que componen ambas líneas se pueden unir dejando libre a uno de los vehículos para realizar instalaciones desde otras puntos.

LIMITE DE INSTALACIONES
Si desde la misma bomba se aumenta el número de instalaciones, supondrá tener que montar una segunda línea de alimentación.
El límite de los puntos de ataque, estará en relación con el número de lanzas y la suma de sus caudales nominales en proporción al caudal nominal de la bomba.
La bomba del Tanque Ligero proporciona un caudal de 2.500 l/min
La bomba del Tanque Pesado su caudal es de 2.800 l/min
400 l/min es el caudal nominal de las lanzas de 45 a 7 bars de presión, por lo que en teoría podría alimentar cinco o seis lanzas siempre que la presión del hidrante fuese algo superior a la presión de trabajo, lo cual no acostumbra a suceder



METODO Y DESARROLLO DE LAS INSTALACIONES
Como se ha podido ver en los gráficos anteriores, se ha de procurar emplear siempre el mismo método Para montar la instalación de ataque o de alimentación, independientemente del lugar de la intervención,

El desarrollo de las instalaciones, serán **DIRECTAS**, desde el vehículo hacia el lugar, a **INVERTIDAS,** desde el lugar hacia el vehículo.

INSTALACIÓN DIRECTA DE ATAQUE

El inicia de la instalación se realizará, seleccionando al lugar más adecuado desde donde cortar la propagación para desde ahí iniciar la extinción.

Si a la llegada, **se ve claramente** el punto desde donde iniciar el ataque, la instalación será DIRECTA, Se iniciará en el vehículo y se irán extendiendo y conectando mangueras hacia el punto de ataqué.

INSTALACIÓN INVERTIDA DE ATAQUE

Si la única referencia es la dirección hacia donde se ve el humo, pero **no se ve el punto desde donde atacar.** Lo mejor, será iniciar una INSTALACIÓN INVERTIDA, acudiendo con dos mangueras enrolladas hasta el lugar que se considere adecuado para atacar, y desde ahí iniciar la instalación extendiendo y uniendo las dos primeras mangueras hacia el vehículo. Y si fueran necesarias más mangueras, conociendo ya el lugar donde ha quedado el racor de la última, la instalación que falta, se realizaría DIRECTA

La instalación invertida, resulta especialmente recomendable en las intervenciones en plantas elevadas, debido a que es mas fácil hacer descender o descolgar la manguera desde el punto de reunión hacia abajo, hacia el vehículo por huecos o por el exterior..

Con solo dos mangueras unidas en vertical se puede llegar a intervenir hasta una 10 planta.

COMENTARIOS SOBRE INSTALACIONES DE ATAQUE

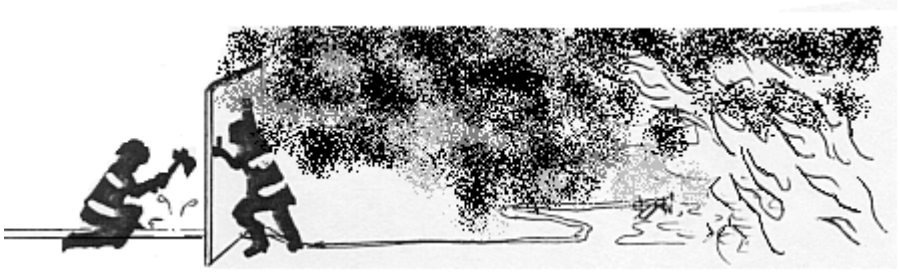
El bombero desconoce el lugar siniestrado en el cual penetra. En interiores inundados de humo, la instalación de mangueras será el cordón de unión con el exterior.

Cuando se entra, siempre hay menos humo y temperatura que cuando se quiere salir con prisas, por tal motivo, el recorrido de las mangueras en interiores, se realizará por los lugares de paso habituales.

Si se franquean puertas, se pondrá algún obstáculo para mantenerlas abiertas.

si una puerta se cierra antes de que se llene la manguera, cuando llegue el agua esta formará una cuña que presionará la puerta al marco impidiendo su apertura.

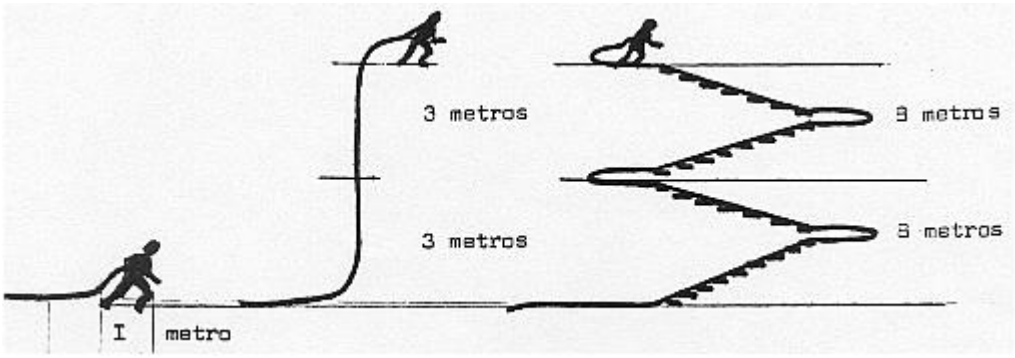
Se evitará que las instalaciones transcurran por debajo de máquinas, a través de estanterías a por ventanas. Ante una situación de eminente peligro, siguiendo la manguera el bombero llegará el exterior, o del exterior vendrá la ayuda. Todos los obstáculos que se hayan creado, serán barreras a franquear.



MEDIDAS DE REFERENCIA

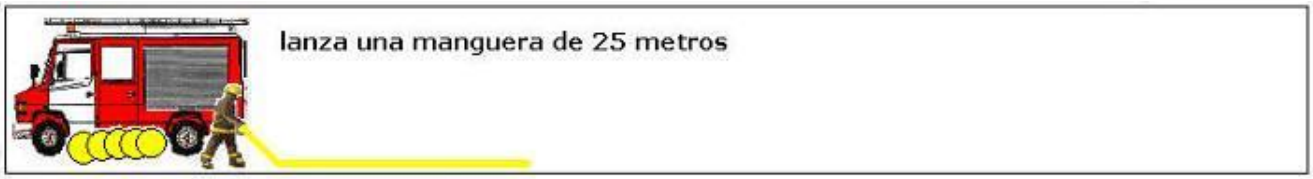
Una buena costumbre en desplazamientos largos, en lugares sin visibilidad o cuando no existen puntos de referencia es, el contar las zancadas. Una vez fuera del vehículo desde el acceso en dirección al foco, o después de localizado el foco, en dirección al vehículo, se pueden contar los pasos dados hasta el lugar, para calcular el número de

mangueras que será necesario conectar para realizar la instalación, a cada zancada se la atribuye UN METRO.
En instalaciones verticales en viviendas, cada planta que se ascienda en vertical supondrá unos **TRES METROS de manguera**. Si la manguera desciende apoyada sobre los tramas de escalera (instalación inclinada) cada planta supondrá unos **OCHO METROS de manguera.**

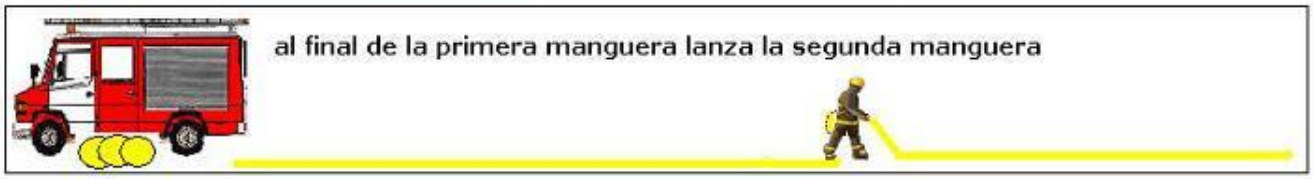


DESCRIPCIÓN DE UNA INSTALACIÓN DE ALIMENTACIÓN
Ejemplo detallado de una instalación de alimentación en la que son necesarias seis mangueras, realizada por un solo bombero.
El bombero ha cogido la ficha, la pieza de 100, la llave de fuerza y dos dados que se ha metido en el bolsillo y con ello se dirige en la dirección donde según la ficha, se encuentra la boca de alimentación.
Una vez localizada, destapada y habiendo verificado que sale agua limpia y con fuerza, se cierra la válvula y retorna al vehículo para instalar la línea de alimentación.

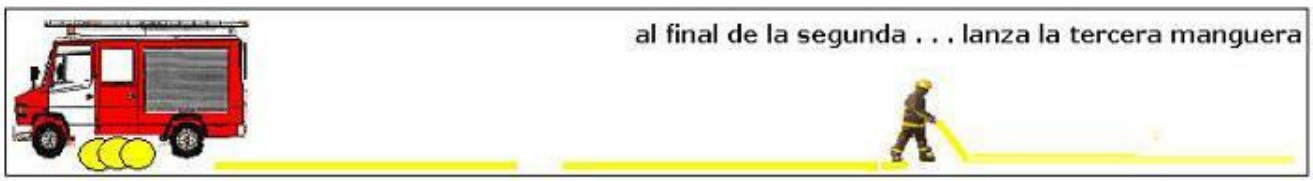
El bombero coge una manguera y desde el vehiculo la lanza desenrollándose en dirección a la toma de alimentación. Seguidamente traslada un segundo rollo con la mano derecha y un tercer rollo con la mano izquierda apoyando el racor del primer rollo en una de las dos, de esta forma al tiempo que se trasladan dos rollos se extiende la primera manguera

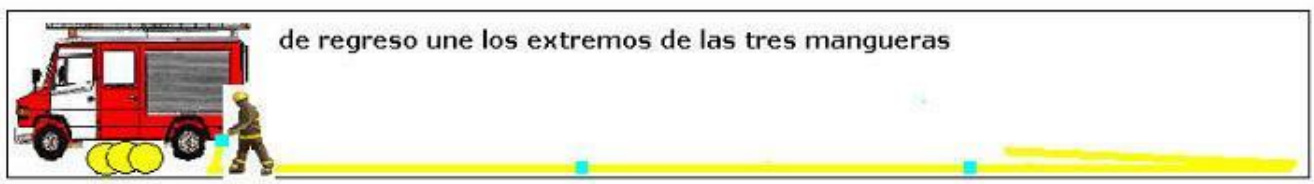

lanza una manguera de 25 metros

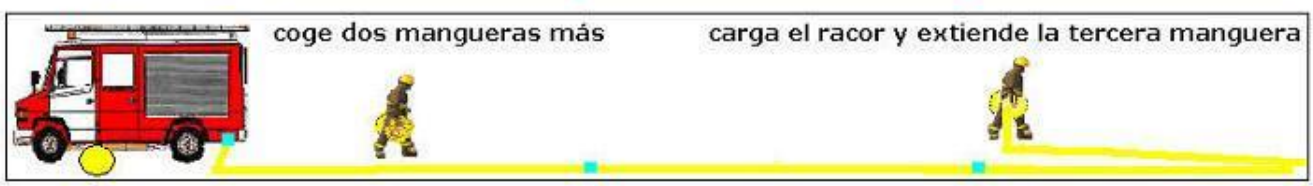
traslada dos mangueras enrolladas
y un extremo de la primera manguera


al final de la primera manguera lanza la segunda manguera

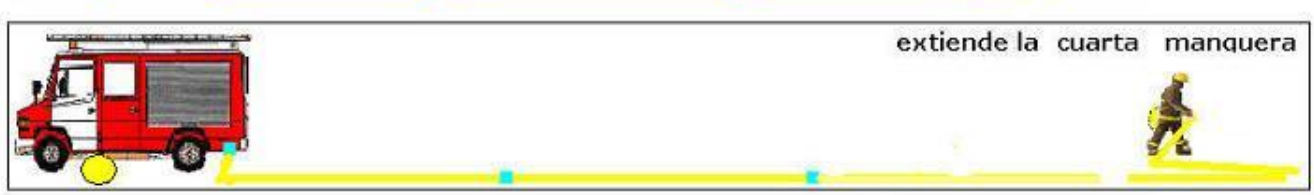
extiende la segunda manguera


al final de la segunda . . . lanza la tercera manguera

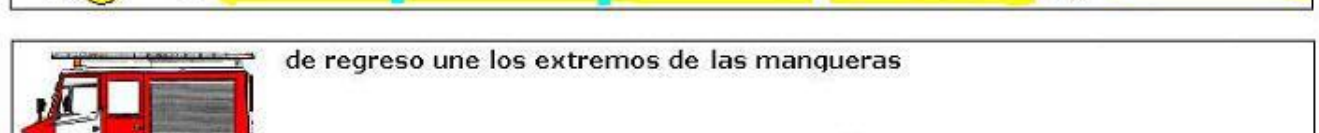

de regreso une los extremos de las tres mangueras


coge dos mangueras más
carga el racor y extiende la tercera manguera

al final de la tercera lanza la cuarta manguera


extiende la cuarta manguera

al final de la cuarta lanza la quinta manguera


de regreso une los extremos de las mangueras

Coge un extremo de esa manguera y avanza hasta extenderla totalmente al tiempo que en la otra mano traslada enrollada la otra manguera.
Para lanzar las mangueras, **solo se empleará una mano, la misma mano que la traslada.**

Teniendo extendida la primera manguera y al final de esta, el bombero lanza la segunda manguera y seguidamente conecta el racor de la primera con un racor de la segunda.

El bombero retorna al vehículo y coge dos nuevas mangueras y con una en cada mano sigue las mangueras extendidas.

Cuando llega a la unión de las dos primeras mangueras, recoge el rácor suelto, y lo pone sobre una de las mangueras que traslada enrolladas sujetándolo con el dedo pulgar, y así la traslada hasta que esta segunda manguera quede totalmente extendida, y en este punto.

Lanza la manguera de su mano derecha, deja un rácor en el suelo y traslada el otro rácor hasta que la manguera derecha está totalmente extendida. Sin saltar el rácor de la derecha, lanza la manguera de la izquierda y conecta ambas mangueras.

Retornando al vehículo aprovecha para conectar la segunda con la tercera manguera, Como se puede apreciar, la mitad de la última manguera siempre se acaba de desplegar cuando se trasladan las otras dos enrolladas, con lo cual las recorridos en vacío se reducen al mínimo. Para realizar esta instalación con seis mangueras, el bombero entre idas y venidas recorre un máximo de 350 metros.

PERDIDAS DE CARGA EN INSTALACIONES

Cada tramo de 30 metros de manguera de 25 m/m que alimente una pistola difusora tipo Elkhart, 100 l/mín a 7 bars., representará una perdida de presión de 2,5 bars. con respecto a la presión de salida de la bomba.

Cuatro mangueras de 25 m/m conectadas que sumen una línea de 120 metros de largo, representan 10 bars para la bomba, a la que habrá que sumar la presión que se quiera en punta de lanza.

Cuando se prevea que la manguera de 25 tiene que alejarse de la bomba o ha de ascender por encima de la sexta planta, se precisará que este conectada a una bomba de alta presión.
Las instalaciones se han de diseñar en base al caudal de descarga de las lanzas y a las distancias o tramos de mangueras que será necesario conectar.

Se identifican como mangueras de ataque las mangueras de 45 m/m, a las que conectando la pistola difusora tipo Elkhart, pueden proporcionar a 7 bars un caudal de 400 l/min.
También son mangueras de ataque las mangueras de 25 m/m cuya pistola difusora Elkhart permite a 7 bars un caudal de 100 l/min muy recomendable en incendios en interior de viviendas y en incendios en el monte.

PERDIDAS POR ROZAMIENTO

Con la manguera llena de agua, antes de abrir la lanza, la presión en el interior de la manguera es la misma en la lanza, que en el otro extremo sea bomba o hidrante, pero cuando se abre la lanza, el agua circula por el interior de la manguera rozando sus paredes consumiendo gran cantidad de la presión inicial, llegando a la lanza una presión inferior.

Cuanto más rugoso sea el revestimiento interior, tanto mayor será la perdida de presión al final, los codos bruscos y curvas cerradas aumentarán la pérdida por fricción pudiendo llegar incluso a impedir la salida de agua.

Ejemplo:
Un caudal de 100 l/min circulando por el interior de una manguera de 25 a 7 bars, supondrá una pérdida de 2,5 bars por cada tramo de manguera de 30 metros. Lo que indica que para disponer de 7 bars en punta de lanza la bomba tendrá que impulsar el agua a 2,5+7 = 9,5 bars.

Doblando la distancia, dos mangueras 60 metros, se dobla también la perdida 2,5+2,5 = 5 bars , la bomba tendrá que proporcionar 5+7 =12 bar para que lleguen 7 bars a la lanza.

Si lo que se pretende es doblar el caudal , hacer pasar 200 l/min por una manguera de 25, el rozamiento es tan brutal que multiplica la perdida por cuatro. Cada tramo de manguera absorverá, provocará una perdida de 9 bars

TABLA DE CAUDALES Y PERDIDAS DE CARGA EN TRAMOS DE MANGUERAS DE 30 METROS ARMTEX

caudal l/min	**100**	**200**	300	400	500	700	1000	1500	2000	3000	4000
Diámetro	PERDIDAS DE CARGA EN BARS										
25 m/m	**2.5**	9	20	36	55	*	*	*	*	*	*
45 m/m	0.15	**0.37**	0.85	1.7	2.5	5	10	*	*	*	*
70 m/m	*	*	0.15	0.20	0.35	0.60	1.2	2.6	4	8.5	15

PERDIDAS POR ELEVACIÓN

Además del rozamiento, también habrá que sumar una importante perdida cuando la instalación se dirija hacia lo alto, debido a la fuerza de la gravedad. Por cada metro que haya que hacer subir el agua por encima de la bomba, hay una perdida de 0,100 bars.

Para cualquier diámetro de manguera, subir el agua a 10 metros de altura supone una perdida por elevación de 1 bar, al que habrá que sumar la perdida por rozamiento.

Perdida de carga es la suma de la perdida por rozamiento más la perdida por elevación

ejemplo con manguera de 25 mm

Línea de ataque con manguera de 25 y lanza Elkhart en una tercera planta (10 metros de altura)

Presión que se desea en punta de lanza . . . . . 7,0 bars
Perdida por rozamiento (100 l/min - 25 diámetro - 30 metros . . 2,5 bars
Perdida por elevación 10 metros (0,100 bars cada metro). . . 1,0 bars
Presión necesaria en bomba . . . . . .10,5 bars

ejemplo con manguera de 45 mm

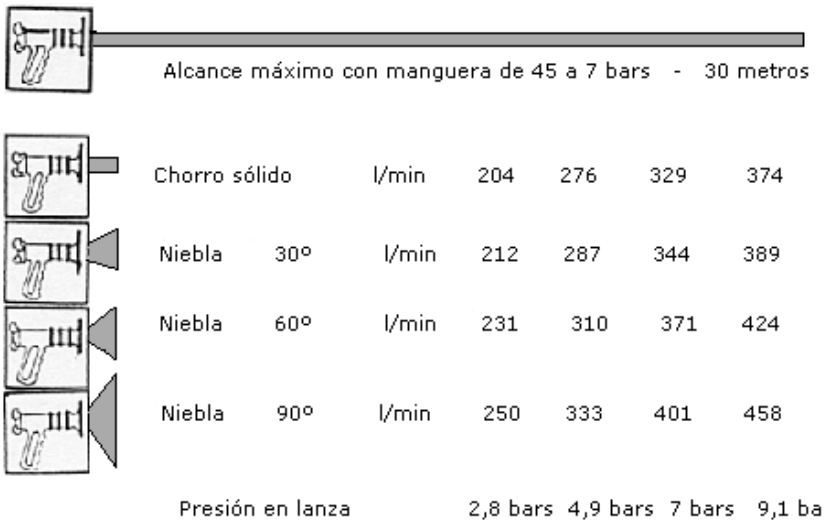
Línea de ataque con manguera de 45 y lanza Elkhart en una tercera planta

Presión que se desea en punta de lanza . . . . . 7,0 bars
Perdida por rozamiento (400 l/min - 45 diámetro - 30 metros . . 1,7 bars
Perdida por elevación 10 metros (0,100 bars cada metro). . . 1,0 bars
Presión necesaria en bomba . . . . . 9,7 bars
Estos datos son referencias teóricas que permiten hacerse una idea de lo que pueden suponer las perdidas de carga, dado que en las lanzas regulables como son el tipo Elkhart, a una misma presión según la posición del chorro dará caudales diferentes y como consecuencia perdidas de carga distintas

TABLA DE CARACTERÍSTICAS DE LAS MANGUERAS ARMTEX

Diámetro interior	Capacidad de agua	Presión de prueba	Presión de rotura	Rotura por tracción	Peso gramos	Curvamínima a 7 bars
	litros/ metro	bars/c m2	kg/cm 2	kilos	metro	centíme tros
25 m/m	0.49	40	80	1050	200	20
45 m/m	1.58	30	55	2000	375	50
70 m/m	3.84	25	50	3200	650	90

TABLA DE ALCANCE CONOS DE AGUA Y CAUDALES DE LA LANZA ELKHART



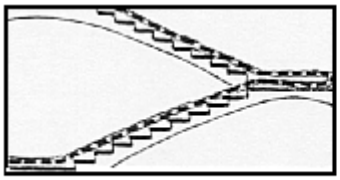
INSTALACIONES EN PLANTAS ELEVADAS

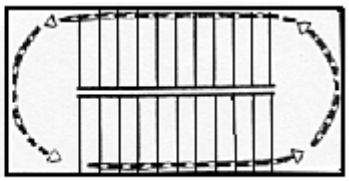
INSTALACIONES UTILIZANDO LA COLUMNA SECA

Para atacar en plantas elevadas, la instalación más logica será conectar la línea de maniobra de 70 en la I.P.F. 4I o toma de alimentación de fachada y subir con las

mangueras de ataque enrolladas hasta el punto de reunión, conectándola a la I.P.F. 39 o boca de columna seca en planta y desde este lugar desenrollar la manguera hacia arriba, llegando a la puerta de la planta siniestrada ya con agua en punta de lanza.
En caso de tener que salir rápidamente, siguiendo la manguera conducirá al bombero a la planta inferior donde la temperatura será inferior y el humo menos denso.
De no haber columna seca o no encontrarse esta en condiciones, se exponen seis posibles instalaciones para acceder con las mangueras a plantas elevadas.

INSTALACIÓN INCLINADA
La manguera asciende por los tramos de escalera siguiendo su configuración. Se ha de procurar extender la manguera junto a las paredes con lo que se evitan codos bruscos y continuos tropezones.
Este sistema no es adecuado en plantas muy elevadas por las excesivas perdidas de carga que supone.


instalacion inclinada

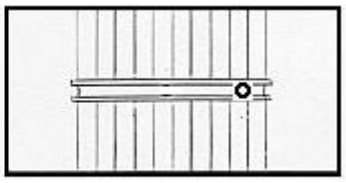

instalacion inclinada

POR EL EXTERIOR DESDE EL INTERIOR
Por una ventana o balcón de la planta inferior a la siniestrada, se hace ascender la manguera en vertical introduciéndola en la vivienda hasta acceder a la escalera de vecinos, por donde se subirá a la planta siniestrada hasta llegar el punto de ataque.
Será necesaria la cuerda mosquetón que soporte el peso vertical de la manguera llena de agua, y una pieza curva que evitará el codo brusco que se forma en la manguera al pasar del tramo vertical de subida en el tramo horizontal en planta.

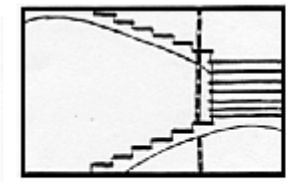
Este tipo de instalación se recomienda en edificios de altura que tengan problemas con la columna seca ver Edificios Singulares de Gran Altura) **Cada metro de manguera de 45 llena de agua pesa 2 kilos**

POR EL HUECO ESCALERA
Mientras se asciende por la escalera de vecinos, se mantiene un extremo de manguera sujeto con una mano en vertical por el hueco o el espacio vacío que existe entre los tramos de subida y bajada. Se ha de procurar ir girando la manguera tantas vueltas como tenga la escalera.

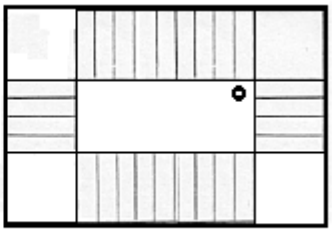
por el hueco de la escalera


por el hueco de la escalera

También se puede subir la manguera enrollada y hacer descender un extremo por el hueco de la escalera. Si no hay espacio o este es reducido, será conveniente que en el desenrollado participen dos bomberos, una sujeta el rollo con las palmas de las manos y la hace girar mientras el otro desciende por la escalera acompañando el racor.



por el hueco de la escalera



por el hueco de la escalera

PATIO DE VENTILACIÓN

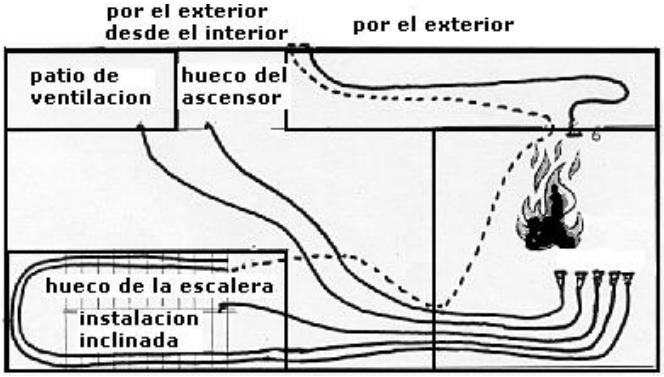
El patio de luces que se encuentra en algunos vestíbulos y que comunica en vertical las plantas a través de ventanas de ventilación, también pueden ser el hueco por donde hacer bajar el extremo de las mangueras y que habrá que continuar hasta la bomba.

POR EL EXTERIOR

Cuando se dispone de vehículo escalera de suficiente altura, o existe posibilidad de acceso para dos escaladores con escalera de garfio, se podrá llegar por el exterior hasta la planta siniestrada y utilizando una cuerda, subir un extremo de la manguera de ataque con la lanza conectada junto a una curva y una cuerda mosquetón.

POR EL HUECO DEL ASCENSOR

Otra posibilidad para subir las mangueras en vertical a aplicar **como último extremo** podría ser el bajar la línea de mangueras por el hueco del ascensor, si bien este se tendría que encontrar abajo o arriba, de forma que permitiera el máximo desplazamiento vertical de las mangueras. Por supuesto que habría que fijar las puertas de entrada y salida de la manguera para evitar accidentes.



INSTALACIONES DE ATAQUE EN EDIFICIOS DE GRAN ALTURA

COLUMNA HÚMEDA - COLUMNA SECA

Los edificios de gran altura que cumplen las Ordenanzas sobre prevención de Incendios, disponen de una columna húmeda en cada escalera de acceso que distribuye tomas de agua y equipos de manguera en cada planta, además tienen instaladas columnas secas, para Uso Exclusivo de Bomberos,

En algunos edificios habrá depósitos con reserva de agua en las terrazas y/o en los sótanos, conectados a bombas para elevar el agua a presión hasta la última planta.

Es de suponer que la intervención del Servicio, se tendría que realizar utilizando el material ya instalado pero aún así es mejor desconfiar y seguir las pautas que se

indican en la maniobra básica - columna seca donde se contempla la opción de empleo de los medios instalados en el propio edificio, pero **siempre instalando una línea propia de ataque directa desde la bomba en alta presión del vehículo.**

Los límites para el empleo de mangueras de 25 en alta presión se pueden valorar conociendo la presión máxima que puede proporcionar la bomba y consultando la tabla de caudales y perdidas de carga expuesta anteriormente.

MODERNAS TECNICAS DE APLICACION DE CHORROS DE AGUA EN INCENDIOS ESTRUCTURALES.

Estas técnicas de aplicación para combates en compartimientos interiores no solo aumentan las probabilidades de éxito en la extinción sino que como objetivo primario ayudan a la dotación a mantener los mejores niveles de seguridad dentro de estos ambientes hostiles, donde un mínimo descuido puede ser él ultimo.
Mucho se ha trabajado e investigado desde comienzos de los años 80´ respecto de lograr técnicas evolucionadas de extinción en los fuegos de estructuras, principalmente en ataque a compartimientos interiores. El firme e intenso inicio se desarrollo en la ciudad Sueca de Estocolmo producto de la muerte de dos Bomberos a consecuencia de un flashover durante las tareas de extinción en ataque interior.

Bomberos, profesionales técnicos como científicos decidieron ir mas allá de las técnicas y conocimientos que se aplicaban hasta ese momento al igual que profundizar mucho mas el análisis y estudio de la evolución del fuego y sus fenómenos físico/químicos; y verdaderamente que lo lograron!. Los ejemplos de tan intenso y minucioso trabajo están a la vista, todo ese cúmulo de información, experimentación e investigación trascendió mas allá de las fronteras, hoy en la actualidad en todas partes del mundo se entrena al personal de Bomberos y Brigadas de Emergencia con estas técnicas.
A este arduo y fabuloso trabajo a lo largo del tiempo se sumaron profesionales y centros de investigación de distintos países como ser el Reino Unido, Australia, EE.UU, España etc. en nuestro caso en Argentina entrenamos al personal de Bomberos y Brigadistas con estas técnicas, son aplicadas con excelentes resultados, queda muchísimo trabajo por delante, confiamos en estas escuelas que nos han brindado posibilidades muy importantes y máxime en los estándares de seguridad para el personal interviniente.

En este articulo deseo realizar una breve presentación de las distintas variaciones de los chorros de agua y sus aplicaciones, algo tan sencillo a simple vista como un chorro de agua; aquellos con los que llevamos mas de treinta años en esta actividad siempre recordaremos los viejos pitones, pisteros o lanzas que con abnegado trabajo para lograr un chorro pulverizado de agua teníamos que utilizar el pulgar de la mano y así lograr lo que llamábamos "lluvia de agua", había mas romanticismo y pasión en aquellos combates que tecnología.

En la actualidad la pulverización de agua es toda una especialidad técnica y científica, e inclusive los chorros y sus patrones están estandarizados por NFPA (Nacional Fire Protection Association) estudiados por USFA (United Status Fire Administration) NIST (Nacional Institute of Standart and Technologie) BRFL (Borewood Research Fire Station) entre otros; según los Ingenieros Suecos Krister Giselsson y Mats Rossander

se estarían necesitando unos 2 millones de gotas por metro cúbico de llama para lograr su extinción, moviéndose rápidamente entre las llamas y lograr de esta manera el efecto de enfriamiento (2,6 MW por litro por segundo capacidad de enfriamiento del agua), no obstante según su test e investigaciones este efecto se comienza a lograr partiendo de los 0.3 mm de gota.

Mas allá de la tecnología debemos siempre tener en cuenta un elemento fundamental como la experiencia y capacitación del Bombero que es la base esencial para lograr el éxito deseado.

En las técnicas de extinción con agua para incendios estructurales podemos encontrar tres formas principales de aplicación como ser: indirecta, directa y el enfriamiento de las capas de gases calientes; en esta oportunidad desarrollare las técnicas de aplicación de chorros de agua a las capas de gases súper calentados, las dos primeras son muy bien conocidas por todos y las que hemos utilizado a lo largo de nuestra carrera operativa.

La técnica de enfriamiento de la capa de gases súper calentados deriva como resultado de las investigaciones de Bomberos y Profesionales Suecos, a esta técnica se la conoce como "Ataque Ofensivo en 3D" sus siglas en ingles es 3DWF (3D Water Fog) 3D él termino tridimensional, significa que el chorro es aplicado en capacidades cúbicas en una habitación sin tener contacto con techos o paredes, por tal motivo el operador del pitón siempre debe aplicar el chorro a la esquina opuesta donde se unen los vértices de paredes y techo en conos superiores a 45º y en un ángulo respecto de la horizontal del piso de unos 45º aproximadamente, conos de aplicación menores a 45º fracasaran en su aplicación por su corto recorrido, no ingresaran a lo largo del interior de la capa de gases; en caso de aplicar los chorros a techos o paredes seria una técnica en 2D (bidimensional).

El objetivo de la técnica es aplicar una proporción de agua mediante un chorro cónico producto de una pulsación y que recorra a lo largo de la capa de gases calientes dentro de una habitación, a lo largo de su recorrido se va transformando en vapor de agua, en este caso el foco principal de inicio estático no es el objetivo primario, lo son las capas de gases calientes que conforman el foco dinámico de propagación evolutiva que es la formación con mayores peligros tanto estructurales para el resto de la vivienda, como para la seguridad de los Bomberos que operan dentro del lugar.

Esta aplicación de agua de ser posible con los pitones adecuados para tal fin (varias compañías ya están fabricando pitones de bajo consumo y buena pulverización que los denominan para flashover un ejemplo de ello es el modelo BGH 125 de TFT) intenta lograr la "contracción" de estas capas, el agua finamente pulverizada y aplicada en pulsaciones que según el volumen de la habitación pueden durar de 0,1 a 0,5 segundos (estas pulsaciones son el abrir y cerrar rápidamente la valvula de apertura y cierre del pitón, amerita bastante entrenamiento en simuladores) generando vapor de agua el cual comenzara la tarea de contracción muy lentamente, esto se debe realizar con sumo cuidado para no "perturbar" el equilibrio termal de la habitación (en un fuego estructural podremos encontrar un desarrollo termal de mas de 800ºC en los primeros minutos) ya que de romper el equilibrio térmico los Bomberos morirían calcinados debido a las altas temperaturas que descendieron por error operativo; tambien es muy importante señalar que esta mala maniobra de producir mas vapor de

agua que el mínimo aceptable produce el "efecto pistón" propagando las altas temperaturas y el fuego a otras habitaciones.

Por tales motivos estas técnicas primero intentan asegurar la posición defensiva y la integridad de la dotación mas el ámbito donde trabajan, una vez logrado este objetivo, recién ahí y no antes se procederá a tareas de extinción propiamente dichas pero gradualmente sin apresuramientos, ya que el vapor en esta etapa tambien puede perturbar la visibilidad de la habitación.

Dentro de la técnica podrán observar distintas aplicaciones según el desarrollo del incendio, volumen y configuración de la habitación, situaciones de exposición, cambiantes y riesgosas hacia los bomberos frente al desarrollo del fuego, estas son:

1. Aplicación de chorro pulverizado en niebla y pulsaciones cortas (0,1 segundo) ataque ofensivo.
2. Ídem con pulsaciones largas (0,1 a 0,5 segundos) ataque ofensivo.
3. Aplicación con chorro pulverizado, barrido y pulsaciones largas, ataque defensivo/ofensivo.
4. Aplicación con chorro pulverizado "técnica de pintar" ataque ofensivo.
5. Aplicación de chorro directo con pulsaciones cortas, ataque defensivo.

A continuación se detalla cada aplicación:

IMPORTANTE: Como se menciona anteriormente el agua finamente pulverizada debe oscilar en los 0.3 mm de gota aproximadamente, en estos parámetros logramos optimas condiciones de vapor; pero que ocurre cuando no tenemos el dato preciso de que diámetro de gota generan los pitones con los que cuenta el Cuerpo de Bomberos o la Brigada de Emergencia? mayormente porque esos pitones ya estaban en uso y se desconoce esta información, o como sucedió en algunos casos se los considero "pequeños" y simplemente estaban guardados o raleados de servicio.

En estos casos debemos hacer la comprobación nosotros mismos, por medio de una inspección visual y una prueba de campo de la niebla de agua que generan, evidentemente no será un sistema "tecnológico" de análisis, pero ayudara bastante a la selección.

En primer termino seleccionar aquellos que sus consumos no superen oscilen entre los 125 lpm a 300 lpm aproximadamente para líneas de mangueras de 2 pulgadas o 1 ¾ pulgadas, presurizarlos a no más de 7 Kg./cm2 e ir buscando parámetros de patrón de chorro de 45º a 60º de cono, una vez realizadas todas las preparaciones activarlos y como menciono ir observando cual pulveriza mas fino; a partir de esta prueba pueden surgir los pitones que deseamos seleccionar para estos combates o al menos contar con aquellos mas aptos. Inspeccionar el estado de la valvula de apertura y cierre, los movimientos de la boquilla y la turbina central en algunos modelos según los fabricantes, todos los movimientos deben funcionar muy bien para facilitar las tareas de selección de patrón y las maniobras de pulsación.

1. Se debe adoptar la elección de un pitón que pulverice finamente, con un patrón de chorro en un ángulo de 60º de cono y mayormente tomar como referencia un

ángulo de 45º respecto de la horizontal del piso para dispararlo a las capas de gases, las pulsaciones no deben ser mayores a los 0,1 segundos, su objetivo enfriamiento "gradual" de la capa de gases súper calentados, lograr su contracción (en su evolución la capa de gases va inundando la habitación desde las partes altas hacia abajo, con la contracción logramos el efecto opuesto, los planos suben y permiten mejor visibilidad como así tambien descenso gradual de las temperaturas ambientes) evitar la auto ignición de los gases inflamables, asegurar el ambiente para los Bomberos, sus vías de escape, mayor visibilidad en el contexto, oportunidad de estudiar el ámbito y localizar otros focos e inclusive posibles victimas.

2. Ídem sistema anterior y aplicable en ambientes o compartimientos internos de mayor volumen.
3. Esta aplicación es optima cuando la capa de gases ya alcanza temperaturas de auto ignición de los gases combustibles (> 650ºC, monóxido de carbono, dióxido de azufre) y los bomberos observan llamas avanzando hacia ellos, se esta desarrollando un importante volumen de fuego en los planos altos, mayormente este frente viene enmascarado por delante con trazas de humo negro, se puede observar detrás de las mismas una luminosidad naranja, en estos casos debemos prestar mucha atención pues podemos encontrarnos en la ruta de un rollover, necesitamos hacer una primera aplicación con barrido a los efectos de colocar un volumen de agua pulverizada un tanto superior al de los casos anteriores y en primer termino frenar el avance de esas llamas que de no ser así atraparían a los bomberos, ya estamos en los inicios de la etapa evolutiva, pasando por sobre sus cabezas radiando altas temperaturas, en tal sentido como se vera en este caso se debe adoptar rápidamente un ataque defensivo, evitar la evolución de las llamas, su avance y desarrollo, para luego una vez contenido este avance, pasar a la etapa ofensiva como se detalla anteriormente. Estas técnicas ameritan un gran trabajo de entrenamiento, puede aparecer situaciones que el Bombero del pitón debe rápidamente reaccionar y trabajar defensivamente para no ser victima de las altas temperaturas del calor radiante.
4. Esta técnica se aplica luego de las técnicas de pulsaciones de ataque ofensivo en 3D y que hallamos logrado la contracción necesaria de la capa global de gases de la habitación, de esta manera ya comenzamos la extinción porque arrojaremos los chorros pulverizados sobre las paredes en proceso de inercia pirolítica para frenar la combustión, se aplica como si estuviéramos literalmente "pintando" habilitando y cerrando la valvula del pitón luego de cada pasada, esto a su vez nos permitirá ir avanzando sobre los focos estáticos primarios.
5. A lo largo de muchas situaciones de riesgo comentadas por los bomberos, existe una de tantas sumamente critica, cuando el grupo de Bomberos avanza por un pasillo o corredor, estos ámbitos son óptimos para la propagación convectiva de un fuego ya sea en la etapa pre o post flashover, en ambos casos tendremos el rollover por un lado o el flameover por el otro, es un importante volumen de llamas propagándose rápidamente por los planos altos, sobrecalentado las superficies dando comienzo al proceso pirolitico de los elementos combustibles de techos y paredes con importante radiación exotérmica descendente, en la gran mayoría de los casos estos eventos producen el atrapamiento y colapso de los Bomberos que se ven sorprendidos en su avance durante la búsqueda del cuarto incendiado, estas propagaciones desarrollan altas velocidades por los planos altos, o como comúnmente se menciona por encima de las cabezas. En situaciones de este tipo lo aconsejable para intentar minimizar el potencial avance de las llamas es aplicar

chorros directos (sin pulverizar) en pulsaciones largas a lo ancho de todo el volumen de llamas, se recomienda un chorro directo para evitar producir mas vapor que el deseado, debido que en esta situación es muy fácil de romper el equilibrio termal y ser victima más rápido de lo pensado por la impericia en la maniobra, en estos casos también en forma "gradual" debemos ir modificando la situación, es conveniente siempre estar agazapados sobre los laterales del lugar bien pegados a la pared y ambos bomberos observando todos los cambios.

El conocimiento de estas tecnologías debe ir acompañado de un intenso entrenamiento y en la medida de los posible en simuladores con fuego real, no obstante aquellos que tengan la responsabilidad de capacitar al personal deben ser Instructores calificados y con experiencia ya que los ejercicios a pesar de ocurrir en un simulador "son reales" y una mala maniobra puede provocar el efecto no deseado de un incidente, debemos estar muy atentos a este detalle y no aventurarse a realizar ejercicios que no dominamos.

Es sumamente importante entrenar muy bien a todos los Bomberos y Brigadistas en estas maniobras ya que las mismas ayudaran a anticiparnos a los cambios del proceso del incendio y a lograr rescates y extinciones exitosas bajo control de la situación.

GERARDO FABIAN CRESPO

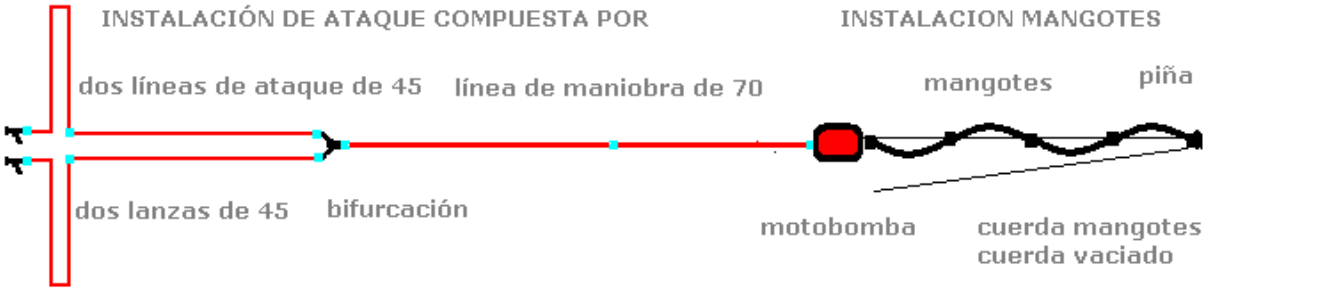
INSTALACIÓN DE ASPIRACIÓN Y ATAQUE

Como sabemos los mangotes permiten aspirar agua de pozos, balsas, piscinas o agua del mar en los incendios que se produzcan en el puerto, si bien en las grandes ciudades se dispone de hidrantes con agua a presión distribuidas estratégicamente en las avenidas, calles y plazas, donde únicamente abriendo una válvula se consigue cebar y alimentar la bomba del vehículo de bomberos a presión constante y de forma ininterrumpida.

Esta facilidad para disponer de agua nos da la falsa confianza de que siempre dispondremos de una hidrante para llenar el tanque y en parte se desconocen las posibilidades de cebado de las distintas bombas disponibles en los parques. Las prácticas en instalación de mangotes y de aspiración han pasado a un segundo plano, pudiendo observar como se proyectan nuevos parques de bomberos que carecen del consabido pozo de prácticas de aspiración donde aprender a resolver los problemas que se pueden producir cuando se aspira por bomba, un pozo donde probar la turbo bomba y limpiar las bombas eléctricas sumergibles un pozo donde de vez en cuando se arrojaba al interior al submarinista novato o al bombero-cojonero (al que le gusta tirar agua a los compañeros).

La instalación de mangotes es una maniobra más, que precisa coordinación y práctica de equipo y por ello he pensado que podría se de utilidad poner en ideasdebombero, un video que filmó el oficial Buxaderas (E.P.D) hace 20 años

En 1986 un grupo de bomberos de Barcelona se estuvo preparando para competir con otros bomberos de Europa. Se eligió una de las maniobras más complicadas, donde se precisaba gran coordinación y trabajo en equipo para montar una instalación capaz de aspirar agua con una motobomba para seguidamente a través de la misma poder lanzar este agua con una segunda instalación (esta de ataque) compuesta por línea de maniobra (manguera de 70), punto de maniobra (bifurcación a 45) y dos líneas de ataque con dos mangueras de 45 m/m cada una.



Sin duda el número de bomberos que participa en la maniobra (ocho bomberos y dos mandos) coincide con la dotación de una salida completa (cuatro bomberos en el tanque ligero y cuatro bomberos en el tanque pesado junto con los dos mandos. Las cuatro mangueras que componen la instalación de ataque (cien metros aprox.) también demuestran que esta instalación se realiza perfectamente por las dotaciones de una salida completa y que la instalación de ataque coincide con la maniobra básica proyectada para la ciudad de Barcelona, donde con una línea de cuatro mangueras se aprecia que se puede atacar un incendio en cualquier punto en las plantas bajas o elevadas de una manzana de l´Eixample.

6.- CAUDAL Y PRESIÓN

TABLA DE INSTALACIONES DE ESPUMA

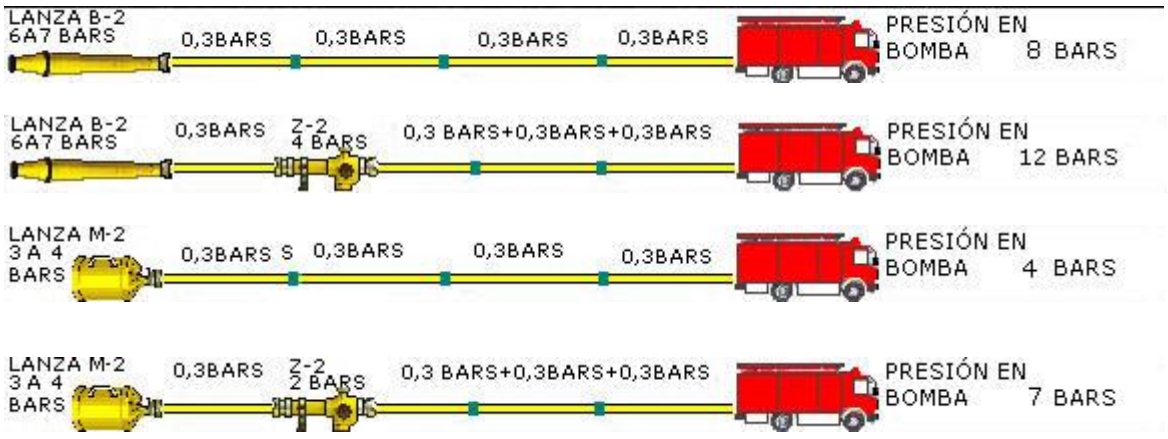
En las líneas o instalaciones de espuma es donde más variaciones de presión se producen como consecuencia de las diferencias en el **caudal nominal de las lanzas**, **el diámetro de las mangueras** que componen la línea o la instalación, **la presión requerida en punta de lanza** y **la utilización o no del hidromezclador** en el último tramo de manguera, ya que no todos los vehículos disponen de dosificador o proporcionador de espuma en la propia bomba.

En la siguiente tabla se pueden apreciar las diferencias que existen y como en la pérdida de carga se suman los elementos que componen la instalación obteniendo como resultado la presión que tendrá que proporcionar la bomba para que en punta de lanza se consiga la presión deseada.

	Caudal			
Diámetro	100 l/min	200 l/min	400 l/min	800 l/min
25 mm	1 bar	2,5 bar		
45 mm	0,15 bar	0,30 bar	1,5 bar	
70 mm			0,15 bar	0,5 bar

ESPUMA DE BAJA Y DE MEDIA EXPANSIÓN
CAUDAL DE 200 L/MIN FRANJA COLOR AMARILLO
PRESIÓN EN BOMBA SEGÚN EL NÚMERO DE MANGUERAS DE 45 EN LÍNEA (EJEMPLO EN 100 METROS)

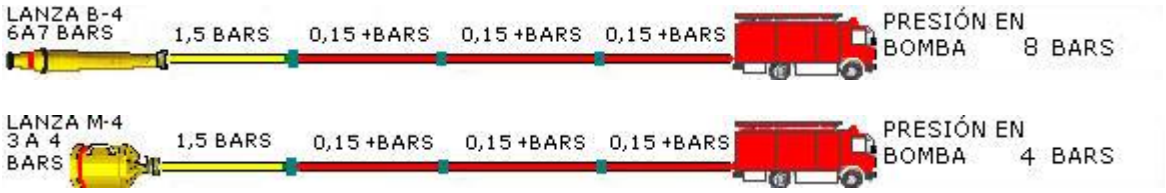
Todas las mangueras son de 45 mm desde la bomba hasta la lanza



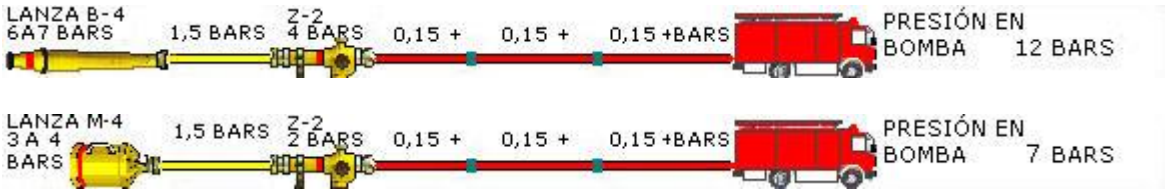
ESPUMA DE BAJA Y DE MEDIA EXPANSIÓN
CAUDAL DE 400 L/MIN COLOR ROJO

PRESIÓN EN BOMBA SEGÚN EL NÚMERO DE MANGUERAS DE 45 EN LÍNEA **(ÚLTIMA MANGUERA DE 45)**
INSTALACIÓN DE ATAQUE = UNA MANGUERA DE 45+HIDROMEZCLADOR + n MANGUERAS DE 70

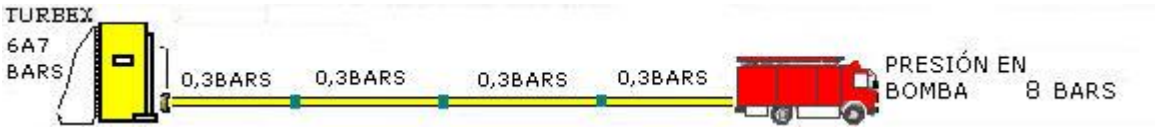
Todas las mangueras son de 70 m/m **menos la última que es de 45 (reducción 70 a 45)**



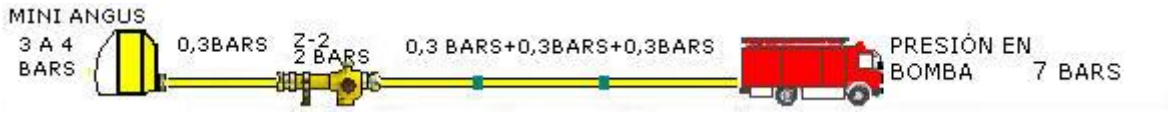
Todas las mangueras son de 70 m/m **menos la última que es de 45 (hidromezclador)**



ANGUS TURBEX - CAUDAL 150 L/MIN
GENERADOR DE ESPUMA DE MEDIA Y ALTA EXPANSIÓN HASTA 2OO M3/MIN
LÍNEA DE ATAQUE FORMADA POR CUATRO MANGUERAS DE 45, LO QUE SUPONE UNA DISTANCIA DE 100 METROS



MINI-ANGUS - CAUDAL 150 L/MIN
GENERADOR DE ESPUMA DE MEDIA Y ALTA EXPANSIÓN HASTA 94 M3/MIN
LÍNEA DE ATAQUE FORMADA POR CUATRO MANGUERAS DE 45, LO QUE SUPONE UNA DISTANCIA DE 100 METROS



Ejemplo de cálculo para instalaciones verticales

Para combatir incendios de superficie en recipientes o derrames de líquidos inflamables con espuma de baja expansión, es necesario aplicar un volumen o cantidad de espuma proporcional a la superficie en llamas, a esto se le llama "densidad de aplicación".
BAJA EXPANSIÓN: **DENSIDAD DE APLICACIÓN 5** l / min/m^2 **DE SUPERFICIE EN LLAMAS**

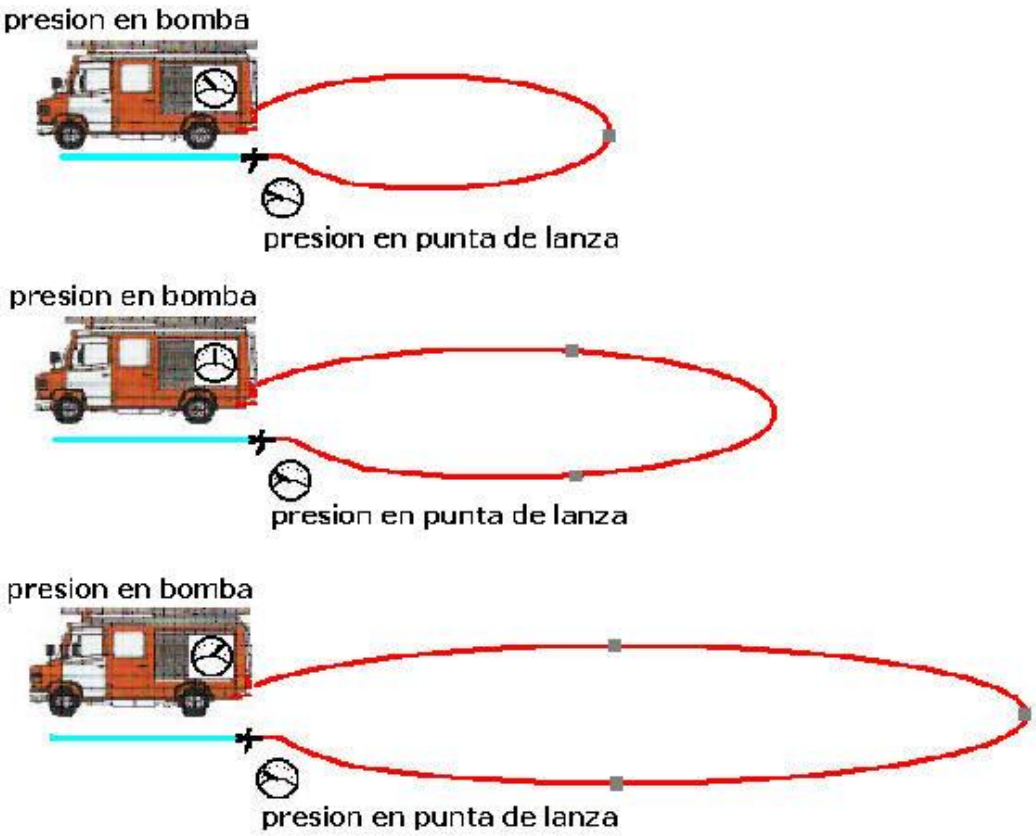
EJEMPLO:
Un derrame de 12 x 12 metros= 144 metros x 5 l / min/m^2 = para su extinción precisará un caudal de **720** l / min/m^2
El caudal se conseguirá utiliando simultáneamente cuatro lanzas B-2 (200 l / min) o dos lanzas B-4 (400 l / min) que puedan proporcionar el caudal de densidad de aplicación de **800** l / min (siempre se calcula por encima)

PRESIÓN
Una cosa es la presión que está proporcionando la bomba y que se puede ver en el manómetro de salida de agua y otra cosa será la presión que llegará a punta de lanza, que siempre será inferior como consecuencia de varios factores como:

- El rozamiento que produce la velocidad de circulación del agua en las paredes interiores de la manguera, y los codos bruscos que se puedan formar a lo largo de la línea. El aumentar el caudal en la misma manguera supondrá mayor perdida por rozamiento.
- el diámetro de la manguera, con el mismo caudal, a mayor diámetro menor pérdida por rozamiento
- el número de mangueras que compongan la línea de ataque (línea más larga, más mangueras más perdida)
- la altura, la diferencia de nivel del punto de ataque con respecto a la bomba, a más altura más perdida por gravedad (la perdida de carga es la suma de perdida por rozamiento más perdida por gravedad)

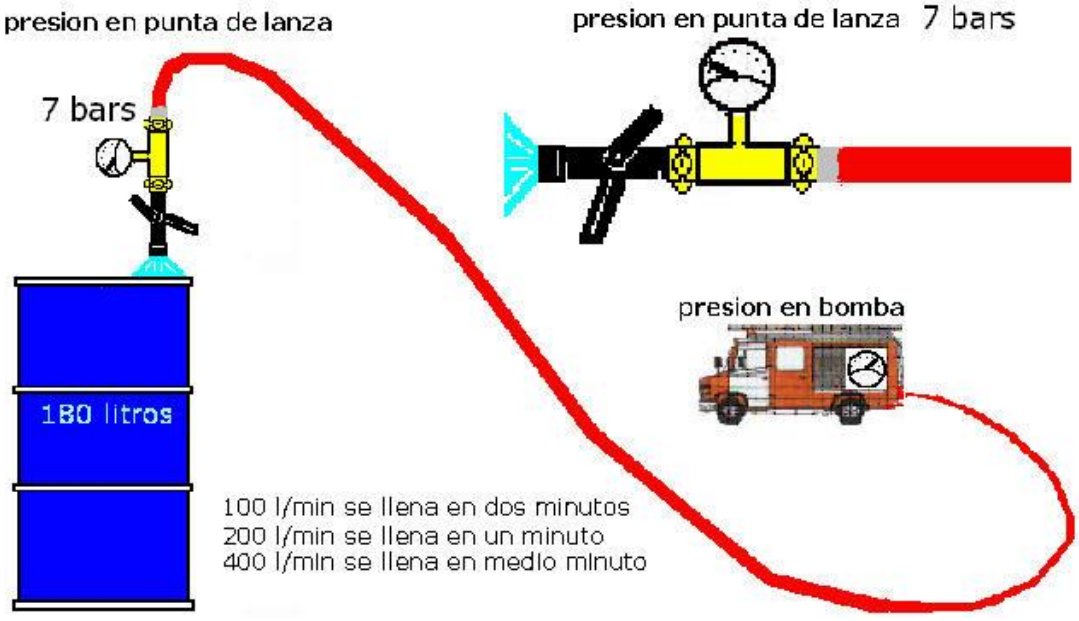
PRUEBAS DE PRESIÓN

Método empleado para verificar la diferencia que existe entre la presión de salida de bomba y la presión que llegará a punta de lanza, según el número de mangueras que separe ambos extremos.



PRUEBAS DE CAUDAL

Los caudales no siempre coincidían con los valores disponibles o los grabados en las propias lanzas, por lo que en principio probamos cronometrando siempre a la misma presión, **a 7 bar en punta de lanza** todos los tipos y modelos de lanzas disponibles tanto de agua como de espuma con el método que se puede ver a continuación.



Finalmente adoptando la tabla de Mangueras

TABLA DE CAUDALES Y PÉRDIDAS DE CARGA EN TRAMOS DE MANGUERAS ARMTEX DE 30 METROS de largo

caudal l/min	**100**	**200**	300	**400**	500	700	1000	1500	2000	3000	4000
Diámetro	PERDIDAS DE CARGA EN BAR										
25 mm	**2.5**	9	20	36	55	*	*	*	*	*	*
45 mm	0.15	**0.37**	0.85	**1.7**	2.5	5	10	*	*	*	*
70 mm	*	*	**0.15**	0.20	0.35	0.60	1.2	2.6	4	8.5	15

CALCULAR
Para calcular la presión que se le ha de pedir a la bomba siempre empezaremos por el final, **la presión que es necesaria en punta de lanza para disponer del caudal adecuado.**

Si nos fijamos **la presión en punta de lanza de 6 a 7 bar** coincide con independencia del caudal nominal que puede proporcionar la mayoría de aparatos y lanzas de diferentes modelos y opciones.
Con **siete bar** en punta de lanza tendremos un caudal adecuado para poder atacar incendios con líneas de manguera de 25, con manguera de 45 y con manguera de 70, empleando como agente extintor agua a chorro o pulverizada y también espuma de baja o alta expansión (la espuma de **media** expansión precisa "**media** presión") veamos algunos ejemplos.

Pistolas difusoras de caudal regulable, la presión que se determinó como adecuada determinada en punta de lanza coincidía con su caudal nominal **(7 bar)**

	pistola difusora de 25 Presión en punta de lanza **7 bar**	manguera diámetro 25 caudal aproximado **125 l/min**	pérdida por rozamiento **2,5 bar** cada 30 metros
	pistola difusora de 45 Presión en punta de lanza **7 bar**	manguera diámetro 45 caudal aproximado **380 l/min**	pérdida por rozamiento **1,7 bar** cada 30 metros

Lanzas de espuma de baja expansión, la presión determinada en punta de lanza para cálculos es de **7 bar**

	lanza de espuma **B-2** Presión en punta de lanza 6-**7 bar**	manguera diámetro 45 caudal aproximado **200 l/min**	perdida por rozamiento **0.37** bar 30 metros
	lanza de espuma **B-4** Presión en punta de lanza	manguera diámetro 45 caudal aproximado **400 l/min**	perdida por rozamiento **1,7 bar** 30 metros

	6-**7 bar**		

Generadores de espuma de alta expansión con un reducido caudal de agua consiguen gran volumen de espuma, una presión de 7 bars a la entrada del generador garantiza una espuma con suficiente agua para refrigerar además de sofocar

	generador de espuma alta expansión Angus Turbex **6-10 bar** recomendado **7 bar**	manguera diámetro 45 caudal aproximado **150 l/min**	perdida por rozamiento **0.30 bar** 30 metros
	generador de espuma alta xpansión presión entrada 6-**7 bar**	manguera diámetro 45 caudal aproximado **150 l/min**	perdida por rozamiento **0.30 bar** 30 metros

Lanza de espuma de media expansión, la presión en punta de lanza ha de ser aproximadamente la **MITAD** de la presión que se utiliza con lanzas de baja presión, presión adecuada en punta de lanza **3,5 bar**

	lanza de espuma **M-2** Presión en punta de lanza **3-4 bar**	manguera diámetro 45 caudal aproximado **200 l/min**	perdida por rozamiento **0.37 bar** 30 metros
	lanza de espuma **M-4** Presión en punta de lanza **3-4 bar**	manguera diámetro 45 caudal aproximado **400 l/min**	perdida por rozamiento **1,7 bar** 30 metros

Hidromezclador, cuando la bomba no dispone de dosificador o proporcionador de emulsor para formar espuma, es necesario intercalar siempre en el extremo de la última manguera un hidromezclador portátil Z-2 o Z-4 según la lanza que se vaya a emplear , la perdida media que supone para los diferentes caudales es de **4 bars** (ver tabla de espumas)

	hidromezclador **Z-2**	manguera entrada 45 **200 l/min** manguera salida 45 **200 l/min**	perdida efecto venturi **4 bars**
	hidromezclador **Z-4**	manguera **entrada 70 400 l/min** manguera **salida 45 400 l/min**	perdida efecto venturi **4 bars**

PRESIÓN

La presión en punta de lanza será la primera **referencia** a tener en cuenta para calcular la presión que ha de proporcionar la bomba

MANGUERAS

El diámetro y el número de mangueras que formaran la línea desde la bomba al punto de ataque

LA ALTURA
La diferencia de altura en que se encuentre la bomba con respecto al punto de ataque. Cada diez metros de diferencia de altura se le ha de sumar un bar **(cada tres pisos un bar)**

El agente extintor que se va a emplear (agua o espuma) el tipo de lanza, el número aproximado de mangueras que forman la línea, la altura donde se encuentra el punto de ataque y otros datos que generalmente se resumen en una sola orden escueta pronunciada por el mando de la dotación del vehículo.

Según la tabla de caudales y presiones de las mangueras Armtex, se puede observar que en una línea de treinta metros de manguera de 25, si quieres disponer en punta de lanza de 100 l/min. la bomba del vehículo tendrá que proporcionar los 7 bars que deseas más los 2,5 bars de perdida por rozamiento del agua con las paredes interiores de la manguera.

El manómetro de la bomba tendrá que marcar 10,5 bars para que en una manguera de 25 de 30 metros de largo en punta de lanza se midan 7 bars

Con este criterio si lo que se quiere es un caudal de 300 l/min empleando línea de 25 se precisaría el triple de presión en punta de lanza oséa 3x7= 21 bars al que habrá que sumar la perdida por rozamiento, que según la tabla serán 20 bars.

El manómetro de la bomba tendría que marcar 41 bars para que en punta de lanza se midan 20 bars

Se que hay variaciones con respecto a este ejemplo: en las pruebas efectuadas recientemente, parece que la perdida por rozamiento que se aprecia en la realidad es inferior a lo que indican las tablas, no obstante quedan expuestos para que a quien interese pueda hacer las pruebas que considere oportunas Sin duda la prueba definitiva será la de llenar el bidón que se muestra en el gráfico - **PRUEBAS DE CAUDAL** - en 30 segundos, comprobando la presión que marca el manómetro de la bomba en ese momento.

Los tramos de mangueras para líneas o instalaciones de ataque utilizadas por el Servicio cuando son nuevas son de
25 m/m de diámetro y 25 metros de largo
45 m/m de diámetro y 25 metros de largo
70 m/m de diámetro y 20 metros de largo
La alargada puede variar si la manguera ha requerido reparación por cortes o pinchazos

Cada	instalación	o	línea	de	ataque
pistola de 25	presión 7 bars	manguera de 25	**caudal 100 l/min**	**perdida**	**2,5 bars**
pistola de 45	presión 7 bars	manguera de 45	**caudal 400 l/min**	**perdida**	**1,5 bars**
lanza espuma B-2	presión 7 bars	manguera de 45	**caudal 200 l/min**	**perdida**	**0,30 bars**
lanza espuma B-4	presión 7 bars	manguera de 70 y 45	**caudal 400 l/min**	**perdida**	**0,15 y 1,5 bars**
lanza M-2 (la	presión 3.5 bars	manguera de 45	**caudal 200 l/min**	**perdida**	**0,30 bars**

mitad)			
lanza M-4 (la mitad)	presión 3.5 bars	manguera de 70 y 45	**caudal 400 l/min perdida 0,15 y 1,5 bars**
hidromezclador Z-2	baja ex 7 bars	manguera de 45	**caudal 200 l/min perdida 4 bars**
hidromezclador Z-4	baja ex 7 bars	manguera de 70 y 45	**caudal 400 l/min perdida 4 bars**
hidromezclador Z-2	lanz M2 3.5 bars	manguera de 45	**caudal 200 l/min perdida 2.5 bars**
hidromezclador Z-4	lanz M4 3.5 bars	manguera de 70 y 45	**caudal 400 l/min perdida 2.5 bars**

diferencia de altura de la lanza con respecto a la bomba -perdida por gravedad - **cada tres plantas 1 bar**

7.- PARTES DE LOS CAMIONES AUTOBOMBA

CHASIS

CARROZADO DOBLE CABINADO

SUPERESTRUCTURA

ARMARIOS

BOMBA

TOMA DE FUERZA ALTA

BAJA

TIPOS DE BOMBAS SIMPLES

COMBINADAS

Introducción

Una de las formas para combatir el fuego es actuar sobre el lado del calor del triángulo del fuego y el elemento que mejor actúa sobre este lado es el agua.

Recordemos que el agua a la calentarse absorbe calor (calor específico: 1 caloría por cada grado y gramo de agua) y al evaporarse (calor de evaporación: 540 calorías por cada gramo de agua que pasa de líquido a vapor).

El agua toma estas calorías del proceso de combustión, alterando su ciclo, evitando que se incorporen a la reacción, llegando incluso a bajar la temperatura del combustible por debajo de la temperatura de vaporación (temperatura a la que se desprenden los gases inflamables en el proceso de combustión) con lo que la reacción se vuelve endotérmica y el fuego desaparece.

Pero no que hay que olvidar que precisamente ese elemento es muy escaso en el monte en la época de máximo riesgo o bien sencillamente no se encuentra por lo que hay que transportarlo desde donde está almacenado (depósitos, charcas, embalses, redes urbanas) hasta el fuego, es decir, hasta el frente del incendio.

Uno de lo equipos para realizar este transporte son los vehículo autobomba.

Funciones que deberán realizar en el incendio

Se debe definir qué trabajo es el que tienen que realizar, tanto en la prevención como lo que han de hacer una vez que leguen al incendio. Si deben ejecutar ataques directos o no, ataques móviles o con tendido de manguera, si han de poder realizar lanzamientos masivos de agua, si deberán realizar líneas húmedas o líneas químicas.

Operaciones que deberán poder realizar

-Cargar agua de depósitos, balsas, embalses y red urbana

-Transportar agua por autovías, carreteras nacionales, carreteras de montaña, pistas forestales, campo a través.

-impulsar agua directamente desde el equipo, alejado del equipo, tendidos simples, tendidos múltiples.

-Transmisión de información directamente al exterior próximo o con terceros.

Posición que ocuparán en el frente del incendio

Definir si la unidad se situará para intentar controlar frentes activos en cabeza o flancos del incendio o si son unidades que sólo realizarán labores de remate en frentes ya controlados o ambas funciones.

Partes comunes

Los vehículos autobomba están constituidos por:

-Chasis: bastidor que contiene el motor, cambio, transmisiones y tren motriz, cabina, etc, dirección, frenos y suspensión y carrocería. En ese elemento incluimos también el motor, las transmisiones y todos los equipos que hacen que el vehículo se mueva y pueda transportar el agua, así como lo elementos para accionar la bomba.

Para poder transportar un volumen determinado de agua hay muchos tipo de chasis por lo que tanto para los vehículos de patrullaje como en los de tipo medio y pesado se deben analizar conceptos que son comunes y necesarios.

-Depósito o cisterna: recipiente montado sobre el chasis dentro del cual se almacena y transporta el agua.

Puede ser variable en cuanto a la capacidad y la composición. En cuanto a su capacidad debe ser tal que el peso del carrozado más equipo de extinción, conducto y operadores no debe superar el peso máximo estipulado por el fabricante del chasis en todo terreno.

Su diseño debe ser tal que garantice al máximo la estabilidad del equipo en los desplazamientos en curva y en media ladera, y permita que el centro de gravedad de la unidad se sitúe lo más bajo posible.

En general, se construyen cisternas de acero de 3 mm de grosor, preparado parar evitar las corrosiones, compartimentadas mediante tabiques rompeolas para evitar los desplazamientos de cargas. Estos rompeolas deben tener lumbreras para permitir a circulación del agua por el interior de la cisterna.

Como norma general: Es preferible que sea de un material inoxidable sin tener que recurrir a protecciones internas. Debe ir dotada de tabiques rompeolas de tal forma que los compartimentos interiores no superen los 500/600 litros. Si la capacidad de la cisterna es de 3.000 litros el tubo de rebose no es conveniente que tenga menos de 100 mm de diámetro.

-Bomba y circuito hidráulico: está formado por la bomba y todos los elementos necesarios para que el agua entre y salga de la cisterna, tanto directamente como a través de un tendido de manguera.

Deben permitir llenar la cisterna de agua procedente de un equipo exterior y tomar el agua de la cisterna, impulsándola al exterior o recircularla.

Las bombas pueden ser centrífugas o alternativas (de émbolo y de membrana), pero se deben emplear bombas centrífugas, cuyos álabes permitan el paso de pequeños elementos sólidos ya que las bombas alternativas son muy delicadas y muy difíciles de mantener. Es por esto por lo que en la norma para los vehículos autobomba se estipula que se emplearán bombas centrífugas simples, alta presión (A), baja presión (B) o combinadas (C).

Son preferibles con rodetes de bronce, debido a la corrosión producida por los espumógenos (productores de espuma). También es preferible que los dispositivos prensa-estopa sean automáticos (fricción de discos de grafito).

En cuanto a las presiones máximas a alcanzar son suficientes del orden de 25 a 30 atmósferas y caudales de 1.000 l/min. Sin embargo en algunos vehículos especiales se podría pensar en bombas de mayor caudal, siempre y cuando por su función estuviese pensado que debería realizar impulsiones con monitores o cañones de alto caudal.

Cuadro accionamiento de bombas centrífugas I y II

-Equipo básico de extinción: mangueras, lanzas y racores, bifurcaciones, reducciones, motobombas auxiliares y depósitos auxiliares que son los elementos necesarios para la aplicación racional del agua sobre el incendio.

Motobombas auxiliares

Motobomba BP: el tema de los reabastecimientos implica siempre pérdidas de tiempo importantes, por la escasez, lejanía o dificultad de acceso al agua, por lo que aunque los equipos de extinción estén dotados de dispositivos de cebado muy efectivos, es muy conveniente que la unidad posea un grupo motobomba ligero de baja presión BP, capaz de alcanzar los 4/5 kg/ cm^2 como presión máxima y suministrar un caudal de 250-300 l/min, lo que exige un motor de solamente 4-5 CV de potencia; en muchas ocasiones, esta simple motobomba puede ahorrar un tiempo precioso en los llenados, evitando largaos recorridos y conexiones laboriosas en las operaciones de cavado, situándola al pie del punto de agua y salvando el desnivel, en impulsión directa hacia el vehículo.

Motobomba AP: los grupos motobomba de alta presión y bajos caudales 50 l/min a 20 atm, 33 l/min a 30 atm, del tipo volumétrico con bombas de pistones para impulsiones en escalón o del tipo centrífugo para impulsiones en serie, son enormemente útiles cuando la distancia, desnivel y escasez de agua impidan la utilización directa de los VCIF o se precisa la creación de un punto de ataque independiente, con depósitos plegables o cisternas flexibles para la alimentación del grupo impulsor.

-Lanzamiento de agua con el vehículo en marcha:

En lo referente a ataques indirectos, como creación de barreras cortafuegos, apoyo en contrafuegos, operaciones de refrigeración y remate, es muy conveniente que puedan realizarse impulsiones con el vehículo a baja velocidad, con presiones próximas a las 10 kg/cm^2 y caudales reducidos. Esto puede conseguirse de dos formas, bien utilizando la propia bomba del equipo accionada por medio de un multiplicador de relación adecuada o bien por un grupo motobomba independiente. Esto nos permite efectuar de forma cómoda y rápida operaciones de refrigeración, apagado de rastrojos y cunetas, e incluso la utilización de retardantes de largo plazo (sales amónicas) en aquellos fuegos que por su intensidad, amplitud o peligrosidad sea arriesgado o imposible llevar a cabo ataque directo.

El material y aparatos de que deben estar dotados los VCIF son muy diversos, pudiendo variar en número y tipo según la zona o región en que actúa:

1.500 litros como capacidad mínima de agua

500 metros de manguera de 25 mm

120 metros de manguera de 45-70 mm

Carrete de primer socorro con manguera semirrígida de 25 mm

8 metros de mangotes de aspiración de válvula de pie

Cubo de plástico para protección de la válvula de pie de fondos arenosos o con vegetación densa

Depósitos plegables y/o cisternas flexibles capaces de contener todo el agua del vehículo

Depósito de 25 litros para combustible de motores de 2 tiempos

Depósito de 25 litros isotermo para agua potable

4 lanzas de 25/7-5, chorro-pulverización-cierre

4 lanzas de 45/7-10-12, chorro-pulverización-cierre

Eyector-achique-impulsión de aguas sucias

Reducción 45/25 y 70/45

Bifurcaciones 45/25 y 70/45

Motobomba de BP

Motobomba de AP

Extintores manuales de mochila

Batefuegos

Motosierra ligera

Tronzador manual de arco

Hachas de dos tamaños

Azadas o hachas azadas

Palines con borde de filo

Faros de trabajo delanteros y traseros

Cabrestante frontal

Rollo de cuerda de 20 metros y 12 mm

Emiso-receptor con altavoz exterior en cuadro de mandos

Antorchas de gasoil para contrafuegos

Botiquín de primeros auxilios

8.- OPERACIÓN DE BOMBAS CONTRA INCENDIO

El agua es el principal elemento usado por bomberos para el combate de los incendios. Para tal efecto aquella debe ser arrojada al fuego con suficiente fuerza y caudal como para que pueda absorber la parte del calor del incendio que mantiene la combustión. Para lograr ese fin es que los bomberos utilizamos principalmente las bombas centrífugas, las que nos permiten lograr aquello.

La función del operador de la bomba, sea cuartelero o maquinista, es que quienes estén realizando el ataque del incendio tengan agua en los caudales necesarios para realizar un trabajo eficiente y efectivo. Para lo anterior, se debe conocer la forma correcta y adecuada a cada situación de operar una bomba de incendios.

Formas de presurizar el agua.

El agua para ser arrojada hacia algún punto deseado, debe ser sometida a una presión tal que permita lo anterior, la forma básica de lograr presurizar el agua es colocándola a una cierta altura y dejarla caer según se necesite. Esto es lo que se logra en las “copas de agua” utilizadas por las empresas distribuidoras de agua potable.

Las bombas centrífugas son una forma artificial de lograr presión por altura, esto lo consiguen, tal como su nombre lo indica, por centrifugación del agua en su interior, más precisamente en el interior de los impulsores del o los rodetes, los que al girar provocan que el agua tienda a escapar hacia el perímetro de estos, donde es dirigida por la carcasa de la bomba hacia la correspondiente matriz de distribución.

Fig 2: Oído o entrada del rodete con aire, imposible succionar
Fig 2 b: rodete e impulsores de la bomba centrífuga succionando y expulsando.

Como se puede ver en las figuras anteriores, el rodete tiene además impulsores incorporados en su interior, los que por su forma permiten un trabajo más eficiente de la bomba en su conjunto, en esa figura, por motivos de clarificación el impulsor está sin una de sus caras, lo que normalmente se vería es una superficie plana exteriormente.

Factores que influyen en el rendimiento de una bomba centrífuga

Como ya tenemos una idea general del funcionamiento de estas bombas, veremos a continuación los factores que influyen en su rendimiento; los principales son: altura de aspiración, presión y caudal.

ALTURA DE ASPIRACIÓN: corresponde a la diferencia de nivel entre la superficie del agua y el eje del o los impulsores de la bomba. Para poder aspirar agua desde un desnivel inferior, como por ejemplo 3,5 mts, una bomba necesita crear en su interior un vacío equivalente. Como se vio en el curso Agua I, la altura de aspiración máxima teórica es de 10,33 mts de agua al nivel del mar, en Santiago corresponde a 9 mts. Esa equivale a la presión del aire que tenemos sobre nosotros, presión que no nos afecta, no porque estemos acostumbrados sino por que como la recibimos por todos lados de las células de nuestro cuerpo la suma total es cero, ese es el motivo por el cual un globo no se infla al estar abierto, tiene una atmósfera de presión por fuera, y la misma presión por dentro.

Volviendo al ejemplo de 3,5 mts de desnivel, necesitamos que nuestra bomba desarrolle un vacío equivalente, es decir una depresión de – 0,35 bar. Pero como la densidad del aire al nivel del mar es 738 veces menor que la del agua, la bomba centrífuga tendría que girar a unas 15.000 RPM para poder expulsar el aire del interior de su sistema de aspiración.

Como lo anterior, por una serie de obvias consideraciones, es poco práctico, se adjunta a la bomba de incendio o centrífuga en este caso, una bomba pequeña, especializada en la extracción de aire, bombas que normalmente pueden crear un vacío de – 0,8 bar, es decir podría elevar agua hasta unos 8 metros, bombas de mayor vacío se usan en laboratorios.

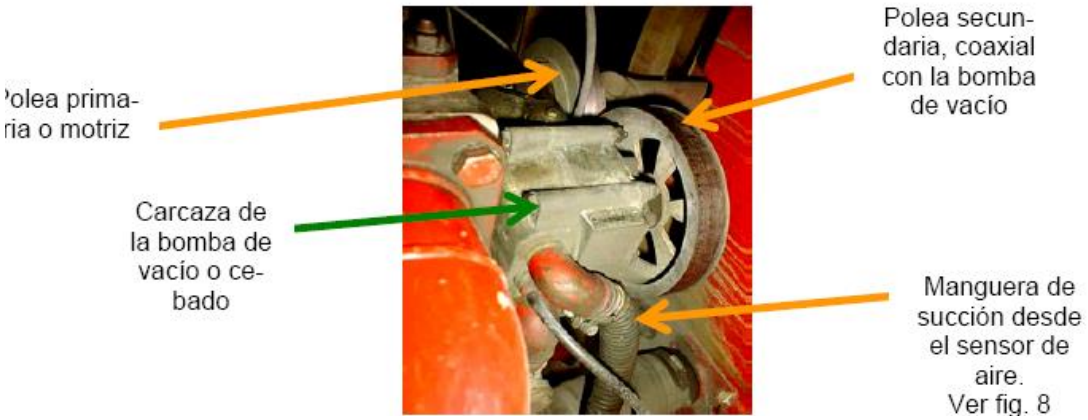
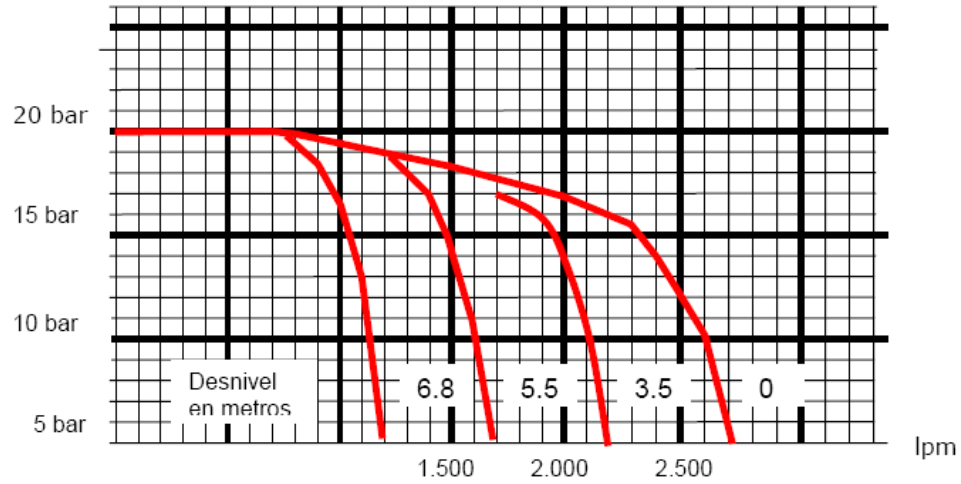


Fig. 3: bomba de cebado de enganche automático.
Curiosamente, la bomba de incendios puede desarrollar un vacío mayor que la bomba de cebado una vez que aquella está succionando agua en altos caudales. Esto se debe a la PR producidas al circular el agua por la alcachofa y los chorizos.
Fig. 4: curva de rendimiento de una bomba CB 90 con 10 metros de chorizos de 110



Como podemos apreciar en la curva de rendimiento, a mayor altura de succión menor caudal podrá aspirar y desalojar la bomba. Por otro lado, también si se desea una mayor presión, se pierde capacidad de caudal.

Por lo anterior es que las bombas tienen una capacidad *nominal*, es decir se ha escogido una serie de factores entrelazados, que influyen en su rendimiento para decir que capacidad tiene una cierta bomba.

La norma europea indica que la capacidad de la bomba debe ser expresada de acuerdo a los litros por minuto que puede desalojar con una altura de aspiración de 3,5 mts, con 10 metros de chorizos y a 10 bar de presión de salida. Con menos chorizos los lpm aumentan.

La norma americana (NFPA 1901) en tanto, es algo similar a la anterior, indicando que los gpm deben ser con relación a una altura de aspiración de 10 pies, 20 pies de chorizos y 150 libras por pulgada cuadrada de presión de salida. Esto queda en: gpm = 3,78 lpm, 10 pies = 3 mts y 10,33 bar o 10 atmósferas de presión.

No se debe aspirar desde grifos, si se arma chorizos el vacuómetro nunca debe indicar vacío, de ser así se estaría aspirando desde la red de distribución lo que está expresamente prohibido en la normativa respectiva.

Las posibilidades de golpe de ariete en las matrices es muy alta, con rupturas de cañerías a cientos de metros del grifo aspirado, debido a esto los maquinistas no suelen darse cuenta del daño provocado.

En conjunto con lo anterior, al disminuir la presión en las matrices, el agua de las napas subterráneas es succionada hacia la matriz por las grietas de esta, contaminando el agua potable del interior. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la matriz entrega un caudal definido y a medida que se abren grifos adicionales, ese caudal se redistribuye en esos nuevos grifos abiertos, disminuyendo por tanto los lpm en cada uno.

Es importante tener en cuenta que, los grifos normalmente entregarán un caudal más bajo de el que puede entregar el estanque.

Cebado de la bomba

Esto consiste en llenar todo el sistema de bombeo, es decir chorizos y bomba propiamente tal, con agua para que de esta manera pueda succionar el agua desde la fuente correspondiente. Para lograr lo anterior, deben estar cerradas todas las llaves de entrada y salida de la bomba, con excepción de la llave de la conexión de los chorizos con aquella. Una

vez verificado lo anterior, se acelera la bomba a las RPM indicadas por el fabricante, poniendo atención al manovacuómetro y manómetro, este nos indicará que se ha logrado llenar de agua la bomba cuando marque presión de salida.

Fig. 7: tablero: manómetro, manovacuómetro, cuenta RPM, nivel de estanque, etc.

El manovacuómetro nos indicará a que altura está el agua dentro de los chorizos, esto es muy útil saberlo ya que al indicarnos el vacío existente inmediatamente antes que el manómetro marque presión, podremos saber cuál es nuestro desnivel de aspiración y por tanto cual es el caudal máximo potencial.

Cebado manual

Si eventualmente la bomba de cebado presenta problemas, puede realizarse el cebado manual de la bomba.

Este consiste en rellenar bomba y chorizos, con la bomba sin enganchar aún al motor, con agua del estanque u otra fuente, hasta que salga agua por una de las salidas más altas de la bomba. En ese momento se ha vaciado el aire del sistema y se puede enganchar la bomba, abasteciendo las salidas de manera normal.

Cavitación

La cavitación se produce cuando se trata de desalojar un caudal mayor que el que está entrando. Esto produce una brusca baja de presión en el agua del interior del rodete por lo que esta hierve a temperatura ambiente y las burbujas producidas chocan como arena contra los impulsores, erosionándolos. Un indicador de cavitación, es cuando al elevar las RPM de la bomba la presión no sube y la aguja del manómetro empieza a moverse erráticamente. Para evitar que eso ocurra, la presión de entrada debe ser siempre superior a 0,5 bar, si de

todos modos ocurriera, se deben bajar la RPM hasta que se estabilice la presión de salida y el manovacuómetro vuelva a marcar presión sobre 0, o mejor aún al menos 0,5 bar de entrada.

La llave de retorno debe abrirse únicamente para rellenar el estanque cuando sobra agua, y nunca como una forma de control de presiones, cavitación o golpes de ariete. Es técnicamente incorrecto utilizarla así, para esos casos lo correcto es estar atento a los manómetros, saber interpretar lo que nos indican y actuar de acuerdo a ello.

PRESIÓN: como se vio en Agua I, la presión está definida por dos factores: fuerza y área, si se aumenta la fuerza y se conserva el área, la presión aumenta, al contrario, si se aumenta la superficie y se conserva la fuerza, la presión disminuye. La presión que se desarrolle en una bomba es muy importante ya que nos permitirá primero, enviar agua a distancia por el interior de las mangueras hacia el pitón y segundo, una vez en el pitón, ser descargada hacia el fuego. Es importante destacar que la presión por si misma, no tiene mucha influencia en la capacidad de extinción del agua. Lo que apaga los incendios, son los litros por minuto de agua que se le arrojan a aquel y que permiten absorber el calor que mantiene la combustión. El agua aumenta o disminuye su presión según las RPM que desarrolle la bomba, mayores RPM, mayor presión y viceversa.
Pero como en todas las cosas, nada es tan simple como parece, pues al moverse el agua por el interior de un ducto, en nuestro caso las mangueras o tiras de la respectiva armada, se produce una pérdida de presión o carga, llamada comúnmente Pérdida por Roce (en adelante PR), una expresión más clara es *pérdida de presión por roce*. Esa PR se incrementa **exponencialmente** con el caudal, por ej cada vez que el caudal se aumenta al doble la PR aumenta 4 veces.

Esta PR está influida por varios factores, entre los cuales los principales tres son: diámetro, longitud y caudal que circula por el interior de la tira. Cuando se habla que la tira de 50 tiene una PR de 1 bar en 70 mts o que la de 70 pierde 1 bar en 100 mts, eso es correcto, pero con relación a un caudal específico, en estos casos única y exclusivamente a 400 lpm (100 gpm) y 650 lpm (170 gpm) respectivamente. La de 38 mm tiene una PR de 4 veces la de 50 mm. Como deseamos obtener un caudal adecuado en el pitón, debemos compensar la posible PR que se produzca creando más presión en la bomba, la PR no se elimina.

Para una adecuada presión en el pitón, se debe recordar que para bombear en altura, el agua ejerce un presión de 1 bar por cada 10 metros de ascenso, por lo que se debe compensar esa contrapresión aumentando la presión en la bomba y sumarla a la PR y a la presión de trabajo del pitón. Como norma general debemos considerar las siguientes presiones de funcionamiento para los pitones y otros equipos:

Pitón neblinero de cualquier tamaño: 7,0 bar 100 psi

Pitón manual de chorro sólido: 3,5 bar 50 psi

Pitón monitor de chorro sólido: 5,5 bar 80 psi

Base de monitor: 0,5 bar 10 psi

Premezclador de espuma: 14,0 bar 200 psi

CAUDAL: el caudal (lpm, gpm, m3/hr, etc.) es la razón de ser de las bombas de los carros, los incendios se apagan sólo cuando se les arroja el caudal suficiente como para absorber el calor que mantiene la combustión, ese es el *caudal crítico*, si no se envía agua en la cantidad suficiente, se estará horas lanzando agua a un incendio que simplemente se la va a "comer" sin que el fuego disminuya su intensidad. El caudal potencial que puede desalojar una bomba está influido por los dos factores vistos anteriormente, presión y altura de succión, la altura de succión de 3,5 metros es una altura bastante ajustada a la realidad, la mayor parte de las veces el desnivel de aspiración será menor.

El factor que más afecta el rendimiento de una bomba es la altura de succión, tal como se puede ver en la curva de rendimiento, a 7 m el caudal potencial es la mitad que a 3,5 m lo anterior, se debe a que la columna de agua ya está a una altura equivalente al 70% de la presión atmosférica que es la que empuja el agua hacia la bomba, como sabemos, la presión atmosférica al nivel del mar equivale a una columna de agua de 10,33 m.

Al trabajar con el agua del estanque en altos caudales, se estará succionando en una posición favorable ya que el agua está sobre el nivel de la bomba. El problema es que muchas veces la bajada de estanque a la bomba está demasiado estrangulada. El caudal mínimo ideal es de 2.000 l/min desde el estanque, se debe corregir si no es así. Muchas veces la cañería de succión está muy pegada al fondo del estanque, para asegurar que los caudales altos puedan ser aspirados sin problemas, la separación debe ser de al menos un radio. Si el diámetro es 8 cm, la separación con el fondo debe ser 4 cm.

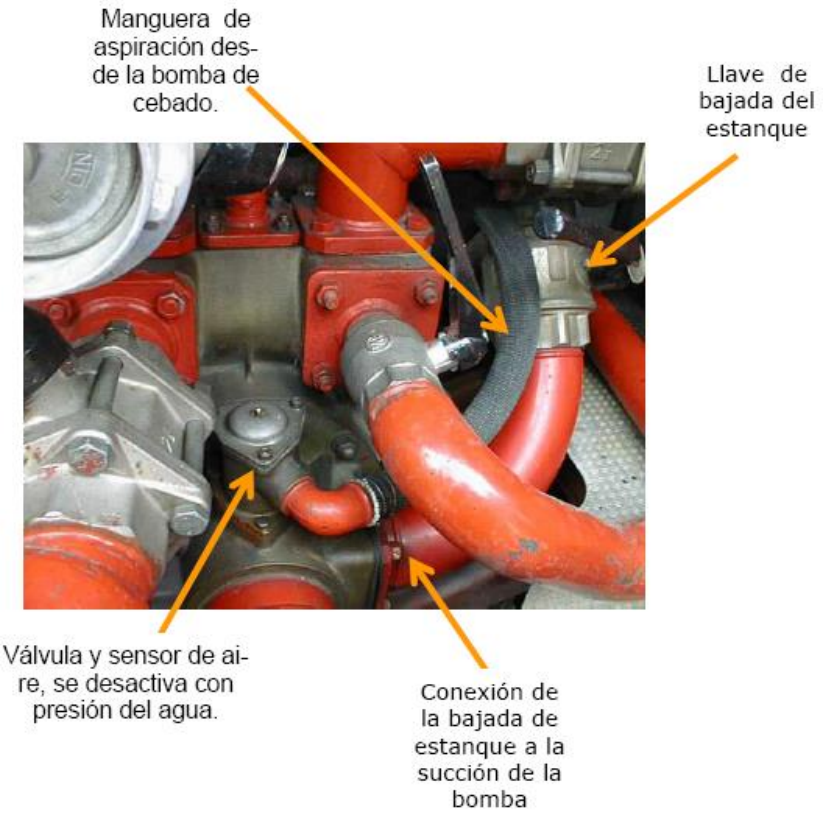


Fig. 8: algunas partes de la bomba.

Ejercicio

Debemos alimentar un pitón a 125 gpm y luego a 250 gpm el cual está en una línea de 45 mts de 50 mm, en terreno horizontal, ¿que presión se necesita en la bomba para obtener 7 bar en el pitón?. Debemos recordar que el 90% de los pitones neblineros están diseñados para entregar su caudal a 7 bar o 100 psi.

Para resolver ese ejercicio, basta que consultemos la tabla que está a continuación.

Tabla de Pérdida por Roce, líneas de **50/70**
(para 38 multiplicar la PR de 50 x 4)

LPM	GPM	30 mt		45 mt		60 mt		75 mt		90 mt		105 mt	
475	125	0,5	0,0	1,0	0,0	1,5	0,0	1,5	0,5	2,0	0,5	2,5	0,5
650	150	1,5	0,5	2,0	0,5	2,5	0,5	3,0	0,5	4,0	1,0	4,5	1,0
1000	250	3,0	0,5	4,0	1,0	5,5	1,5	7,0	2,0	8,5	13	10	2,5
1200	300	4,5	1,5	6,5	1,5	8,5	2,0	11	2,5	13	3,0	NR	3,5
1500	400	7,0	2,0	10	2,5	13,5	3,0	NR	4,0	NR	4,5	NR	5,5
2000	500	12	2,5	NR	4,0	NR	5,5	NR	6,5	NR	8,0	NR	9,5
3000	800	NR	6	NR	10	NR	12	NR	15	NR	NR	NR	NR

Al ver la tabla observamos que en el cuadro correspondiente a caudal 125 gpm a 45 mts, la PR es de 1 bar, por lo tanto sumamos esa PR a la presión de trabajo del pitón o sea 7 bar, lo que da 8 bar de presión de salida de la bomba

(PSB). Para 250 gpm realizamos el mismo procedimiento y veremos que la PR se “disparó” a 4 bar, en este caso la PSB deberá ser de 4 + 7 = 11 bar.
Adicionalmente, podemos apreciar un hecho algo curioso, cuando aumentamos el caudal al doble, la PR aumenta no al doble como tal vez podríamos esperar sino que al cuádruple.
Eso se debe a que al aumentar la velocidad del agua en el interior de la tira, la zona de alta turbulencia aumenta su espesor. Si con un cierto caudal la zona turbulenta es de un centímetro desde la pared de la tira hacia adentro, al aumentar el caudal al doble, el espesor de alta turbulencia aumenta a cuatro cm.
Esta turbulencia es la causante directa de la PR.

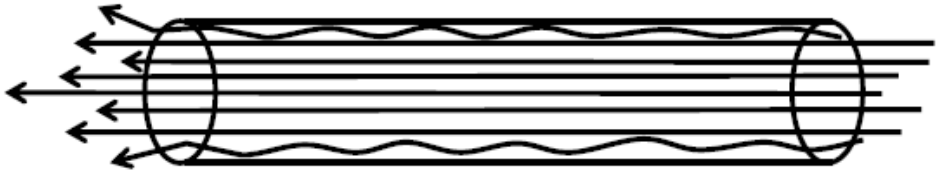


Fig 9 a: Caudal x 1, nivel de turbulencia x 1.

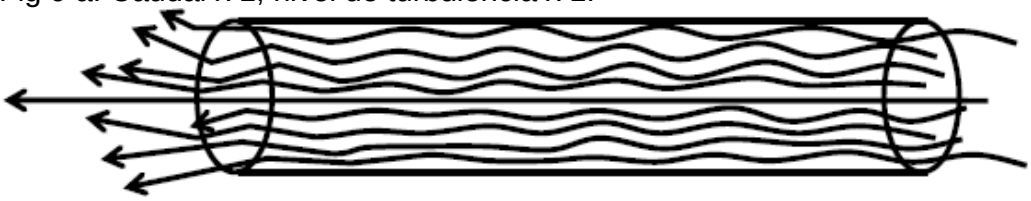


Fig. 9 b: Caudal x 2, nivel de turbulencia x 4

Ahora calculemos una armada similar, pero de 60 mt de 70 y 45 mt de 50 que debe llegar con 1.000 lpm a un piso 9, ¿cuál es la presión en la bomba?.

Nuevamente si revisamos la tabla veremos que la PR en 60 mt de 70 es de 1,5 bar y en la de 50 es de 4 bar, a lo anterior debemos sumar 2 bar por la altura y 7 bar que es la presión de trabajo de un pitón neblinero.

Todo lo anterior nos da como resultado que en la bomba se necesitan 14,5 bar, si revisamos la curva de rendimiento de la bomba, veremos que esta presión es relativamente fácil de alcanzar para una bomba de 2.000 lpm.

Esta armada y sus variantes tienen la ventaja de aprovechar la baja PR de la línea de 70 en conjunto con la alta movilidad de la línea de 50.

En general conviene tener en mente las siguientes PR:

Línea de 70 a 1.000 lpm: 2 bar en 100 mt

Línea de 70 a 2.000 lpm: 8 bar en 100 mt

Línea de 50 a 500 lpm: 2,5 bar en 100 mt

Línea de 50 a 1.000 lpm: 10 bar en 100 mt

9.- ANEXO TIPOS DE FUEGO

	CLASE DE FUEGO			
AGENTE EXTINTOR	A Sólidos	B Líquidos	C Gases	D Metales
Agua pulverizada	xxx (2)	x	-	-
Agua a chorro	xx (2)	-	-	-
Polvo BC convencional	-	xxx	xx	-
Polvo ABC polivalente	xx	xx	xx	-
Polvo específico metales	-	-	-	xx
Espuma física	xx (2)	xx	-	-
Anhídrido carbónico (CO2)	x (1)	x	-	-
Hidrocarburos halogenados	x (1)	xx		

xxx= Muy adecuado xx= Adecuado x= Aceptable

(1) En fuegos poco profundos (profundidad inferior a 6 mm) puede asignarse xx

(2) En presencia de tensión eléctrica no son aceptables como agentes extintores el agua a chorro ni la espuma. El resto de los agentes extintores podrán utilizarse en aquellos extintores que superen el ensayo dieléctrico normalizado (UNE 23.110)

10.- VEHÍCULOS DE LOS SERVICIOS DE BOMBEROS

Los vehículos de los servicios de Bomberos han de reunir una serie de condiciones o características, tanto operativas como de dimensiones y equipamiento, necesarias para la consecución del fin a que están destinados.

VEHÍCULOS AUTOBOMBAS

- AUTOBOMBAS URBANAS:

Son vehículos que disponen de una cisterna de agua con capacidad variable, de una bomba de impulsión y de una serie de armarios o taquillas y dispositivos destinados a incorporar una serie de equipos para la intervención en distintos tipos de emergencia.

En general, son de este tipo los vehículos de primera salida, que son aquellos concebidos y equipados para resolver en primera instancia un gran porcentaje de emergencias en zonas urbanas.

Normalmente, en España, las autobombas urbanas pesadas (BUP) destinadas a la primera salida tienen una capacidad en su cisterna de 4.000 o 4.500 litros de agua, por lo que en intervenciones prolongadas requieren un suministro frecuente.

Las autobombas urbanas ligeras (BUL) tienen una menor capacidad de agua y son idóneas para actuar en poblaciones donde abundan las calles estrechas, pero esa escasa dotación de agua, requiere planificar su uso teniendo en cuenta la garantía de suministro suficiente.

En determinadas zonas urbanas, en las que hay una buena instalación de hidrantes o tomas de agua, pueden utilizarse vehículos sin cisterna, con los que se gana en rapidez y facilidad de maniobra pero que tienen un radio de acción limitado a ese tipo de zona.

- AUTOBOMBAS FORESTALES:

Similares a los anteriores, se diferencian fundamentalmente en que están dotados de tracción todo terreno para poder caminar por el monte y en que su equipamiento es el adecuado para el riesgo de incendios forestales, aunque también se les da una función de apoyo en determinados siniestros urbanos. Hay variedad de tipos con distintas capacidades en sus cisternas:

BRL= Rural ligera

BRP= Rural pesada

BFL= Forestal ligera

BFP= Forestal pesada

La diferencia entre autobombas forestales y rurales no existe en realidad, salvo en el destino que cada servicio asigna a los vehículos de que dispone.

- AUTOBOMBAS NODRIZAS:

Las autobombas nodrizas pesadas (BNP) son vehículos con cisternas de gran capacidad de agua y que, en algunos casos, llevan añadido un depósito de espumógeno. Su mayor dotación de agua les convierte fundamentalmente en elementos de apoyo, ya que sus dimensiones le permiten una escasa movilidad. No obstante, en determinado tipo de incendios urbanos puede ser conveniente su utilización como vehículos de intervención.

También se dispone de autobombas nodrizas ligeras (BNL) para cometidos específicos.

VEHÍCULOS CON AGENTES EXTINTORES ESPECÍFI COS -

Se trata de vehículo especiales para la extinción de incendios que, en lugar de una cisterna de agua, se equipan con un único agente extintor (VAU) o varios depósitos con agentes extintores (polvo químico, espuma,...) adecuados para el riesgo que cubren (VMA). Su utilización más frecuente es en los servicios contra incendios de los aeropuertos y en los que cubren determinadas zonas industriales.

Otros vehículos:

VEHÍCULOS PARA SALVAMENTOS

VEHÍCULOS PARA TRABAJOS ESPECIALES

VEHÍCULOS AUXILIARES

11.- EQUIPOS PARA LA EXTINCIÓN DE INCENDIOS

EQUIPO PERSONAL DE INTERVENCIÓN

La vestimenta habitual de los Bomberos durante el servicio (uniforme de Parque) está concebido como el primer elemento de seguridad personal para el mismo. Se compone de:

-Chaquetón, chaqueta o cazadora , pantalón y cubrepantalón fabricados con tejidos especiales resistentes al calor, abrasión y desgaste, como el NOMEX, KARVIN,...

-Casco integral de material plástico resistente a los golpes y al calor, con pantallas de protección transparentes abatibles.

-Botas de cuero con refuerzos metálicos en la planta y sobre los de dedos de los pies. También se dispone de botas especiales resistentes a los ácidos y de botas de goma para trabajos en agua.

-Guantes de trabajo, de varios tipos. Cada tipo de siniestro puede requerir el uso de un tipo diferente (de protección térmica, química, eléctrica, para trabajos mecánicos,...).

-Cinturón de seguridad con sus accesorios (cuerda de autosalvamento, mosquetón y ocho, hacha, navaja,...).

TRAJES TÉRMICOS

Hay dos tipos: De **aproximación** y de **penetración** al fuego que se diferencian en que estos últimos son más pesados por llevar un mayor número de capas. Se componen de traje, capucha con protección pectoral y dos visores refractores, manoplas y cubrebotas para cubrir totalmente la cabeza, el cuerpo y las extremidades. Suelen ir preparados para poder incorporar el equipo respiratorio. Están fabricados a base de varias capas de distintos tipos de fibras (algodón ignifugado, lana metalizada, Nomex, Aramida, fibra de vidrio, Kevlar.) con una o dos capas formantes de barrera de vapor y siendo la última de un tejido metalizado de forma que refleje el calor radiante.

Su uso debe realizarse con las máximas precauciones, durante el mínimo tiempo posible y sólo en caso de necesidad justificada, ya que implican graves riesgos para la seguridad.

MANGUERAS

Son tubos flexibles, provistos de racores en sus extremos, para la conducción del agua hasta el fuego. Las más utilizadas son confeccionadas con fibras sintéticas. Las mangueras

pueden acoplarse en aparatos como devanaderas móviles y carretes para una mayor rapidez y comodidad en su despliegue. En general se utilizan de tres tipos:

- Mangueras flexibles o planas: Son las que su sección no se convierte en circular si no se les somete a una presión interior. Los diámetros de estas mangueras son: 25 mm, 45 mm, 70 mm y 100 mm.
- Mangueras semirrígidas: Son aquellas que conservan una sección relativamente circular, tanto si están sometidas a una presión interior como si no lo están. Normalmente los Bomberos sólo utilizan este tipo de manguera, con 25 mm de diámetro, en los carretes de pronto socorro.
- Mangueras de aspiración (mangotes): Se emplean para alimentar por aspiración las bombas contra incendios. Son semirrígidas para evitar su aplastamiento por el vacío producido al aspirar. En general son de 100 mm de diámetro (también las hay de 110, 90 y 70 mm), se acoplan generalmente mediante rosca que requiere unas llaves especiales y disponen de válvulas de pie o aspiración.

RACORES

Son dispositivos que permiten acoplar las mangueras entre sí o a las tomas de agua, bombas, lanzas u otros accesorios. Hay racores de tipo simétrico, compuestos de dos partes idénticas llamadas semiracores y de tipo asimétrico, compuestos de un semi-racor macho y otro hembra. La pieza denominada racor intermedio, está compuesta de dos semi-racores de modelo diferente montados sobre un mismo cuerpo y sirve para enlazar dos elementos de distinto tipo de racor.

Para la conexión de una manguera con una bomba de incendios se dispone de unas piezas llamadas codos de alimentación, que provistas de dos semi-racores evitan que la manguera se estrangule. Existen también racores ciegos para taponar una conducción en caso necesario.

El modelo de racor normalizado en España es el llamado de tipo Barcelona.

REDUCCIONES

Son piezas compuestas de dos semi-racores de diferente diámetro que sirven para empalmar dos mangueras de dimensiones distintas.

BIFURCACIONES

Piezas de unión que sirven para dividir una línea de entrada con un diámetro determinado en dos líneas de salida con diámetros inferiores. Generalmente disponen

de dos o más llaves de paso con sus correspondientes salidas.

LANZAS DE AGUA

Son aparatos destinados a proyectar el agua a presión. Las hay de varios tipos:

-Lanzas de chorro compacto.

-Boquillas pulverizadoras.

-Lanzas de caudal constante.

-Lanzas de caudal variable.

-Lanzas de caudal variable y de presión constante.

-Lanzas de penetración, que son tubos rígidos terminados en punta y destinados a penetrar muros, puertas, montones de paja, maderas,... para llevar el agua a puntos de otra forma inaccesibles por la acumulación de materiales o por el riesgo de explosión al abrir huecos por donde entraría aire.

Las lanzas utilizadas por los Bomberos van provistas de unos dispositivos que permiten cerrar el paso del agua, lanzarla en forma de chorro, cortina, pulverizada,...

MONITORES PORTÁTILES

Son lanzas de gran calibre instaladas sobre un soporte o sobre un vehículo y equipadas con mandos de maniobra que permiten la orientación del chorro en altura y dirección. Se utilizan para ataques de gran intensidad o para lanzar agua desde puntos donde sería peligrosa la permanencia de personal.

FORMADORES DE CORTINA

Son elementos que permiten proyectar cortinas de agua verticales para proteger zonas determinadas.

EQUIPOS DE ESPUMA

Para generar y proyectar espuma es necesario disponer de:

- Instalación de agua.

- Depósito de espumógeno de baja, media y alta expansión.

- Proporcionador.

- Generador o lanza de espuma, que deben incorporar un dispositivo que permita la mezcla de aire con el espumante. Los hay de varios tipos en función, sobre todo, del tipo de espuma según su expansión.

EXTINTORES PORTÁTILES

En general, los Bomberos sólo utilizan extintores portátiles en lugares en donde el uso del agua está contraindicado o para extinguir rápidamente fuegos de pequeña dimensión.

DEPÓSITOS PORTÁTILES PLEGABLES

Cuando es preciso realizar instalaciones de gran longitud o altura (por ejemplo, en el monte) puede darse el caso de que la presión de salida de las bombas sea insuficiente. Para resolver ese problema, se sitúan balsas portátiles plegables intermedias que, al final de cada tramo de manguera, se llenan de agua que se reexpide con motobombas portátiles hasta una nueva balsa o hasta las lanzas de ataque al fuego.

EXTRACTORES DE HUMOS

Se utilizan para ventilar los locales y aspirar los humos o los gases contenidos en los locales.

Funcionan:

-Por electricidad, normalmente producida en un grupo electrógeno.

-Por energía hidráulica, alimentados por el agua a presión que proporciona una instalación de mangueras conectada al vehículo autobomba.

-Por motor de explosión, en algunos tipos portátiles o remolcables.

PARA AGOTAMIENTO DE AGUA

- **Motobombas:** Para el achique de agua en inundaciones hay motobombas de muy diversos tipos y sistemas de funcionamiento. Las más corrientes funcionan de la misma forma descrita en otros capítulos para las bombas contra incendios, pero también las hay sumergibles, flotantes,...
- **Turbobombas:** Son aparatos hidráulicos utilizados para el achique de agua en sótanos, excavaciones, zanjas,... Su mayor ventaja frente a las bombas accionadas por motor de explosión es la ausencia de emanación de gases.

- **Hidro-eyectores:** Son aparatos hidráulicos utilizados también para el achique pero con el inconveniente del gran consumo de agua, ya que el agua que le hace funcionar es expulsada junto a la aspirada.

13.- BIBLIOGRAFÍA

ALLAN R. BUDRIS. “Cavitation in Centrifugal Pumps”.

BORIS CISNEROS, H. “Cavitación. Un Ataque al Corazón de las Bombas Centrifugas”.

FUNDACIÓN MAPFRE. “Manual del Bombero”. 1994.

GENERAL ELECTRIC. “Understanding Pump Cavitation”.

GOBIERNO DE NAVARRA. “Manual de Extinción de Incendios”. 1988.

GOBIERNO DE NAVARRA. “Manual de Material y Equipo”. 1988.

GOBIERNO VASCO. “Manual Básico del Bombero”. 1995.

MINISTERIO DE AGRICULTURA, PESCA Y ALIMENTACIÓN. “Manuales sobre Incendios Forestales del ICONA”.

MUKESH SAHDEV. CHERESOURCES. “Centrifugal Pumps”.

NATIONAL FIRE PROTECTIÓN ASSOCIATIÓN. “Manual de Protección Contra Incendios. Editorial Mapfre. 1987.

R.L. MOTT. “Mecánica de Fluidos Aplicada”.

SERVICIO DE FORMACIÓN DE BOMBEROS. COMUNIDAD DE MADRID. “Manual de Sistemática de Intervención”.

WARMAN. “Slurry pumping manual”.

.

14.- ANEXO: HIDRANTES, COLUMNAS SECAS Y BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS.

14.1. HIDRANTES.

El **Hidrante** es un aparato hidráulico, conectado a una red de abastecimiento, destinado a suministrar agua en caso de incendio en todas las fases del mismo. Es decir, son elementos conectados a las instalaciones fijas de agua o redes de tuberías que suelen tener las ciudades en el subsuelo urbano. Estos están situados en los exteriores de las edificaciones o entornos a los cuales se desea proteger o abastecer con agua. Estas clases de tomas de agua o hidrantes, pueden ser de tres tipos diferentes, según:

A) POSTES DE INCENDIO: Es una columna metálica hueca unida por su base o lateral a la red de abastecimiento a presión, con un terminal con empalme directo para mangueras. En la parte superior tiene una o varias válvulas (control de vaciado de agua) y bocas para alimentación. En la parte inferior suele disponer de otra boca para conectar mangueras de succión de motobombas. Si los clasificamos en función de si la columna, permanece llena o no de agua tendremos dos tipos :

- Hidrante de columna seca.- En forma de columna se conectará a la red general de distribución y emergerá del suelo. En ella estarán colocados los racores de conexión. El agua se introducirá en la columna solamente cuando se abra la válvula principal, situada bajo la línea del suelo. El hidrante estará compuesto por cabeza, cuerpo de válvula y, cuando sea necesario, carrete. Los hidrantes se clasifican, según el diámetro nominal de la brida de conexión, en hidrantes de 80 mm, 100 mm, y 150 mm.

- Hidrante de columna húmeda.- Es un tubería de columna que se conectará a la red general de distribución y emergerá del suelo; en ella estarán situados los racores de conexión y la brida de conexión a la red. El agua estará ocupando continuamente el interior del hidrante. Se clasifican como los anteriores en hidrantes de 80 mm. y 100 mm. Junto a ello, los componentes generales o partes fundamentales de que consta o pueden tener, cualquiera de estos tipos de hidrantes son:

- Cabeza. Es la parte superior del hidrante, que irá sobre el nivel de tierra. En su parte superior llevará alojado el mecanismo de accionamiento, del cual saldrá el eje. En la cabeza estará situadas las bocas de salida.

- Cuerpo de válvula. Es la parte del hidrante que se conecta por medio de bridas a la tubería general de alimentación.

- Carrete. Es la parte del hidrante que une la cabeza y el cuerpo de la válvula. Su función es ajustar la distancia entre estos dos componentes.

- Válvula principal. Estará compuesta por:

* Mecanismo de accionamiento. Es el conjunto de elementos que permite la acción manual sobre el eje para la apertura y cierre de paso de agua.

* Conjunto de cierre. Son los componentes que impiden o permiten físicamente el paso del agua. Consiste en un cierre de tipo válvula de asiento.

* Eje. Une el mecanismo de accionamiento con el elemento móvil de cierre.

- Bocas de salida. Son orificios, provistos de racor, para poder conectar las diferentes mangueras de impulsión.

- Válvula de drenaje. Es un dispositivo que sirve para vaciar el agua acumulada en la columna, por encima del conjunto de cierre, una vez cerrado el mismo, con el fin de prevenir daños o disfunciones en caso de heladas.

- Nivel de rotura. Se denomina nivel de rotura el correspondiente al plano horizontal en que, merced a los elementos de fijación debilitados, se producirá la separación entre la cabeza y el carrete o el cuerpo de válvula, en caso de que el hidrate sufra un impacto mecánico que pueda dañar la válvula o la instalación.

- Bocas de conexión. Los hidrantes de 80 mm estarán provistos de 2 bocas de 45 mm. De diámetro nominal y una boca de 70 mm de diámetro nominal. Dichas bocas llevarán acoplados racores UNE 23-400 con sus correspondientes tapas. Los hidrantes de 100 mm y 150 mm estarán provistos, al menos de 2 bocas de 70 mm. de diámetro nominal, y una boca de 100 mm de diámetro nominal. Dichas bocas llevarán acoplados racores UNE 23-400 con sus correspondientes tapas. Además entre el nivel de rotura y el eje de las bocas de salida habrá una distancia mínima de 300 mm. tomándose la medida en el punto donde el eje se cruza la cabeza del hidrante. El eje de las bocas podrá ser horizontal o inclinado hacia abajo, dentro de un ángulo comprendido entre 65º y 90º respecto a la vertical.

Por ejemplo, en un hidrante de superficie de columna seca de 100 mm. de diámetro en la tubería de alimentación, el cuerpo superior de la columna tiene dos bocas de salida de 70 mm para el acoplamiento directo de mangueras del mismo y una boca de 100 mm para la aspiración desde el vehículo de Bomberos. Los racores de 70 mm son del modelo UNE 23-400 y el de la boca de 100 mm del modelo STORZ. Todos ellos son de duraluminio, así como sus tapones. El cuerpo inferior de la columna está provisto de dos purgadores para el vaciado automático una vez usado, por lo que en el montaje deberán quedar al exterior o en el caso de empotrarse dispondrán de un sistema efectivo de drenaje. En el montaje de la canalización entre un hidrante y la conducción principal, se intercalará una válvula de interrupción para posibles reparaciones que siempre estará abierta.

B) BOCAS DE INCENDIO. Estos tipos de hidrantes se conocen generalmente como hidrantes de tipo enterrados o bajo nivel de tierra, de forma que tiene una entrada inferior o lateral tubular, donde irá situada la brida que conecta a la red general, y en el extremo contrario a la entrada va situado el mecanismo de cierre. En su parte superior estará provisto de una, dos o tres bocas de salida. Poseerá una tapa superior de cierre que debe cumplir, a efectos de resistencia, con la norma EN 124. Es decir, es un aparato que esta colocado o empotrado al ras del suelo (tapado por trapas) y que está conectado a una red de alimentación (generalmente urbana) de agua a presión, su accionamiento es a través de una válvula o dispositivo de cierre/apertura manual. Suele constar de 1,2, 3 ó más bocas de empalme que termina en un racor (pieza de acople). Para utilizarlos se acopla la torre de hidrante a la cual se puede acoplar una o varias mangueras (según diseño de dicha torre) generalmente de 70 □□mm y dispone válvula de cierre.

Los hidrantes se clasifican según su entrada o toma y el número de bocas de salida. Existen de diferentes tipos: Si la toma es de 100 mm de diámetro nominal, el hidrante estará provisto de 2 bocas de salida de 70 mm de diámetro nominal y una boca de 100 mm de salida de diámetro nominal. Si la toma es de 80 mm de diámetro nominal, el hidrante estará provisto de 1 boca de salida de diámetro nominal de 70 mm y dos de 45 mm. Dichas bocas llevarán acoplados racores según la norma UNE 23-400 con su tapón correspondiente. Los elementos generales de que normalmente se compone son:

- Conjunto de Cierre. El cuerpo, en sus bocas de salida de agua, llevará alojado en el interior un aro de cierre en bronce, latón o acero inoxidable F-3504 según la norma UNE 36-075, donde hace asiento el cierre de goma.

- Mecanismos de accionamiento. Estará formado por una tuerca en la que se roscará la parte superior del eje que transmitirá el movimiento axial al elemento móvil de cierre. Este mecanismo deberá ser accionado mediante llave de cuadradillo de 25 mm x 25 mm, girando para cerrar en el sentido de las agujas del reloj. También, el eje y las piezas del mecanismo de accionamiento y cierre, deberán protegerse de corrosiones, construyendo las piezas de contacto de bronce, latón o acero inoxidable F-3504 según la norma UNE 36-075.

- Válvula de drenaje (hidrantes secos de arqueta). Entrarán en funcionamiento con la válvula principal abierta, el drenaje quedará cerrado para evitar pérdidas de agua.

- Arqueta. El hidrante está alojado, bajo el nivel de la tierra, en una arqueta con tapa y cerco de hierro fundido. Las dimensiones de la arqueta y tapa será suficientes para el fácil manejo de la válvula de cierre y racores. las paredes verticales de la arqueta y el fondo de ella estarán separadas de cualquier mecanismo de accionamiento, racores o válvula de accionamiento 5 cm como mínimo.

Los hidrantes que poseemos en la ciudad de Valencia son del tipo exterior de boca de incendio al ras de suelo. Tenemos de 1 o 3 bocas de salida para acople de torre de hidrante.

Para utilizarlos hay que destapar la tapa de hidrante y colocarla cruzada al sistema empotrado. Se procede a abrir la válvula con la llave hidrante (fijándose si la apertura es a derechas o izquierdas) y dejando salir el agua para una autolimpieza, tras lo cual se cierra y se enrosca la torre de hidrante que tendrá su válvula cerrada. Una vez conectadas las mangueras necesarias se procederá a abrir y presurizar la instalación dejando salir el aire y utilizando la instalación. Es importante el mantenimiento y conservación de los mismos ante heladas y suciedades, por ello deben ser revisados constantemente. De todas formas, la instalación de hidrantes de incendios cumplirá con las siguientes condiciones generales:

- Los hidrantes de incendios serán de dos tipos en función de su diámetro: Tipo 80 mm y Tipo 100 mm en cualquier caso, los hidrantes podrán estar encerrados cada uno en una arqueta con una única salida o terminados en una columna provista de tres salidas, cuyos diámetros, en función de la columna serán los siguientes; el Hidrante de Tipo 80 mm, (una salida de 70 mm y dos de 45 mm) y el de Tipo 100 mm, (una salida de 100 mm y dos de 70 mm).

- Los hidrantes estarán separados para resistir las heladas y las acciones mecánicas, cuando sea necesario. Se conectarán a la red mediante una conducción independiente para cada hidrante, siendo el diámetro de la misma y el del tramo de red al que se conecte iguales, como mínimo, al del hidrante. Dispondrán también de válvula de cierre del tipo compuerta o de bola.

- Estarán situados en lugares fácilmente accesibles a los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, debidamente señalizados conforme a la Norma UNE 23-033-81 de Protección y lucha contra incendios. Con señalización, y distribuidos de manera que la distancia entre ellos, medida por espacios públicos, no sea en ningún caso superior a 200 metros.

- El diseño y la alimentación de la red que contenga a los hidrantes serán adecuados para que, bajo la hipótesis de puesta en servicio de los dos hidrantes más próximos a cualquier posible incendio, el caudal de cada uno de ellos sea, como mínimo de 500 litros/min. Para hidrantes de Tipo 80 mm y 1.000 litros/min para hidrantes del Tipo 100 mm, durante dos horas y con una presión mínima de 10 m.c.a.

5.2. COLUMNAS SECAS

La **Columna Seca** se define como una instalación de extinción de incendios para uso exclusivo del Servicio de Extinción, formada por una conducción de acero normalmente vacía (de ahí la denominación de seca), que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en diferentes pisos y de toma de alimentación en la fachada para conexión de los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios para la extinción del incendio.

Esta instalación fija es de gran utilidad para la protección de los edificios de gran altura, por ello debe mantenerse en perfecto estado de mantenimiento y conservación (siendo comprobada a 20 Atm durante 2 horas sin aparición de fugas). Además todas las llaves de la instalación serán de bola y con palanca incorporada. Dicha instalación está compuesta por los siguientes elementos:

- Toma de Alimentación. Situada en la fachada para el acoplamiento de mangueras que permita la alimentación de la canalización por el tanque de bomberos. Deberá llevar una llave de purga para vaciado con diámetro mínimo de 25 mm, para vaciado de la columna una vez utilizada, conexión siamesa de 70 mm con tapas sujeta cadenas y alojada en una hornacina (55 cm ancho, 40 cm de alto y 30 cm de profundidad), el centro de las bocas estará a 90 cm del suelo. Dicha hornacina estará provista de tapa metálica pintada de blanco con la inscripción “USO EXCLUSIVO BOMBEROS” en letra roja, y dispondrá de cierre simple resbalón para llave de cuadradillo de 8 mm y bisagras en su parte inferior que permitan su total abatimiento.

- Distribución. Desde la toma de alimentación hasta la columna, será de tubería de acero galvanizado y tendrá un diámetro nominal de 80 mm (3 pulgadas), cualquiera que sea el número de plantas del edificio.

- Columna. Desde el distribuidor hasta las bocas de salida en pisos, será de tubería de acero galvanizado y tendrá un diámetro nominal de 80 mm (3 pulgadas), cualquiera que sea el número de plantas del edificio.

- Bocas de Salida en Pisos. Conectadas a la columna seca y situadas en el paramento del embarque de la escalera, permite el acoplamiento de las mangueras de bomberos. Con conexión siamesa de 45 mm con tapas sujeta cadenas y alojadas en una hornacina (55 cm ancho, 35 cm de alto y 30 cm de profundidad). Se disponen en plantas pares, hasta la octava planta y en todas a partir de esta.

- Bocas de Salida en Pisos con Llave de Sección. Conectada a la columna seca y situadas en el paramento del embarque de escalera, permite el acoplamiento de las mangueras de bomberos y el corte del paso de agua a las plantas superiores. Estará alojada en una hornacina (55 cm ancho, 60 cm de alto y 30 cm de profundidad), donde el seccionamiento está por encima de la conexión siamesa. Se disponen cada cuatro plantas.

- Válvula de Expansión de Aire. Conectada a la columna seca y situada en la parte superior de la misma, permite la salida del aire existente en la columna seca cuando se inyecta el agua.

Durante la instalación y utilización de la misma se utilizaran llaves de cuadradillo para abrir las hornacinas. Se abrirá la hornacina de la toma de alimentación y se realizará la

instalación correspondiente, asegurándose que la llave de purga este cerrada. Se deberá ir comprobando que las llaves de paso en los pisos y sus correspondientes tapas de racores están cerradas. Se irán abriendo las llaves de seccionamiento de los pisos correspondientes hasta la hornacina anterior al piso siniestrado, donde se realizarán las instalaciones de ataque y protección correspondientes. Se procederá a presurizar la instalación, sacando el aire de la misma y es conveniente verificar que la llave de seccionamiento siguiente al piso siniestrado este cerrada. Una vez utilizada se procede al vaciado y purga de la instalación dejando la misma en perfectas condiciones de uso.

5.3. BOCAS DE INCENDIO EQUIPADAS (BIEs)

Las **Bocas de Incendio Equipadas** son redes de tuberías permanentemente llenas de agua y preparadas para su utilización inmediata por parte de los servicios de seguridad interno de cualquier inmueble, en caso de incendio. Es decir, son el conjunto de elementos necesarios para transportar y proyectar agua desde un punto fijo de una red de abastecimiento de agua hasta el lugar del fuego, incluyendo los elementos de soporte, medición de presión y protección del conjunto. Por tanto, a las redes húmedas de abastecimiento de agua se conectan armarios de protección contra-incendios con inscripciones alusivas al respecto y su uso.

Este tipo de instalación fija es de gran utilidad para la protección y utilización en gran cantidad de edificios, pudiendo usarla cualquier persona con unas instrucciones básicas. Por ello debe mantenerse en perfecto estado de mantenimiento y conservación (siendo comprobada a presiones mínimas de 3,5 Atm por encima de las de servicio o como mínimo a 10 Atm durante 2 horas sin aparición de fugas). Las bocas de incendio equipadas serán de dos tipos, de 25 ó 45 mm y estarán provistas, como mínimo, de los siguientes elementos ó componentes :

- Armario.- Es la caja de protección que se coloca para proteger contra el deterioro ambiental o provocado de los elementos que componen la propia BIE y que asimismo sirve de fijación del soporte de manguera y lanza; el cual podrá ser empotrado o de superficie, siendo en este caso metálico. Es decir, todos los elementos que componen la boca de incendio equipada deberán estar alojados en un armario de dimensiones suficientes par

permitir el despliegue rápido y completo de la manguera, excepto en el tipo de 25 mm, en el cual no se exige dicho armario.

- Soporte Manguera.- Es la estructura que sostiene la manguera y permite durante su uso o utilización su extendido con facilidad y rapidez. Con lo cual deberá tener suficiente resistencia mecánica para soportar además del peso de la manguera las acciones derivadas de su funcionamiento. Se admite tanto el de tipo devanadera (carrete para conservar la manguera enrollada) como el de tipo plegadora (soporte para conservar la manguera doblada zigzag) excepto en el tipo de 25 mm que será siempre de devanadera.

- Válvula.- Es el elemento que accionable manualmente nos permite para la utilización de la BIE, el poder abrir o cerrar el paso del agua. Deberá estar realizada en material metálico resistente a la oxidación y corrosión. Se admitirán las de cierre rápido (1/4 de vuelta) siempre que se prevean los efectos del golpe de ariete y las de volante con un número de vueltas para su apertura y cierre comprendido entre 2 ¼ y 3 ½. En el tipo de 25 mm la válvula podrá ser de apertura automática al girar la devanadera.

- Manómetro.- Es el instrumento de medición sensible a la presión, que nos indicará la presión hidráulica que exista en la propia red de abastecimiento de agua. Por tanto, será adecuado para medir presiones entre cero y la máxima presión que se alcance en la red.

- Manguera Flexible Plana.- Se llama flexible plana a una manguera blanda, cuya sección no se convierte en circular si no se la somete a presión interior. Los diámetros más comunes son de 45 mm y 70 mm., aunque los usados para las BIEs son de 45 mm.

- Manguera Semirrígida.- Se llama así a las mangueras que conserva una sección relativamente circular, tanto si está o no sometida a presión interior. Sus diámetros habituales son de 25 mm., de tipo no autocolapsable, debiendo recuperar la forma cilíndrica una vez eliminada la causa del colapsamiento. Su presión de servicio será de 15 kg/cm2 con un margen de seguridad 1:3, debiendo soportar una carga mínima de rotura a la tracción de 1.500 Kg.

- Racor de conexión.- Es el acoplamiento rápido que se usa para realizar uniones entre mangueras o de estas con válvulas o lanzas de agua. Estos estarán sólidamente unidos a los elementos a conectar y cumplirán con las Normas UNE vigentes.

- Lanza.- Es el elemento intermedio de final de la instalación y que, de forma cilíndrica o cónica, nos une la boquilla con el racor para facilitar su manejo. Deberá ser de un material resistente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos a los que vaya a quedar sometida su utilización. Llevará incorporado un sistema de apertura y cierre, en el caso de que éste no exista en la boquilla. En el caso de que la boquilla se acople directamente a la manguera, está no se exigirá.

- Boquilla.- Es aquel elemento por donde sale proyectada el agua con un caudal determinado y que permite variar los efectos desde un chorro compacto a un cono de agua pulverizada con un ángulo determinado. En el caso de que la lanza sobre la que va montada no disponga de sistema de cierre, éste deberá ir incorporado a la boquilla. El material constructivo será resistente a la corrosión y a los esfuerzos mecánicos a los que vaya a quedar sometida su utilización; y el orificio de salida deberá estar dimensionado de forma que se consigan los caudales exigidos por la normativa vigente.

Las bocas de incendio equipadas deberá situarse sobre un soporte rígido, de forma que el centro quede como máximo a una altura de 1,5 metros con relación al suelo. Se situarán preferentemente cerca de las puertas o salidas y a una distancia máxima de 5 metros, teniendo en cuenta que no deberá constituir obstáculo para la utilización de dichas puertas. En las bocas de incendio equipadas de 25 mm, la altura, sobre el suelo podrá ser superior, siempre que la boquilla y la válvula manual, si existe, se encuentren a una altura máxima de 1,50 metros con relación al suelo. La determinación del número de bocas de incendio equipadas y su distribución, se hará de tal modo que la totalidad de la superficie a proteger lo está, al menos, por una boca de incendio equipada. En general, la separación máxima entre cada boca de incendio equipada y su más cercana será de 50 metros y la distancia desde cualquier punto de un local protegido hasta la boca de incendio más próxima no deberá exceder de 25 metros; de forma que dichas distancias se medirán sobre recorridos reales. Junto a todo ello, las bocas de incendio equipadas se señalizarán; y además se deberá mantener alrededor de cada boca de incendio equipada una zona libre de obstáculos que permita el acceso y maniobra sin dificultad.

Para su funcionamiento, la red de tuberías que deba ir vista será de acero pudiendo ser de otro material cuando vaya enterrada, o convenientemente protegida, de uso exclusivo para instalaciones de protección contra incendios y deberá diseñarse de manera que queden garantizadas, en cualquiera de las bocas de incendio equipadas, las siguientes condiciones de funcionamiento:

- La presión dinámica en punta de lanza será como mínimo de 3,5 Kg/cm^2 (344 KPa) y como máximo de 5 Kg/cm^2 (490 KPa).

- Los caudales mínimos serán de 1,6 litros/seg para bocas de 25 mm y 3,5 litros/seg. Para bocas de 45 mm. Estas condiciones de presión y caudal se deberán mantener durante una hora, bajo la hipótesis de funcionamiento simultáneo de las dos bocas hidráulicamente más desfavorables.

- La red se protegerá contra la corrosión, las heladas y las acciones mecánicas, en los puntos que se consideren preciso.

Cuando se tenga que utilizar se deberá romper el cristal del armario u hornacina para acceder a la instalación, la cual se desplegará para evitar que cuando se presurice esta quede bloqueada. Se comprobará la presión de la red y se abrirá la válvula para dar presión a la instalación, de forma que la misma se utilizará de forma adecuada a como determinan el uso correcto de mangueras y el tipo de fuego de que se trate. Una vez utilizada, se avisará a los responsables del edificio para que verifiquen de nuevo su mantenimiento y puesta en servicio.