

Universidad de **Cádiz**

Proyectos de fin de carrera de **Ingeniería Técnica Naval**

**DISEÑO DE UNA LINEA DE BALDEO Y
CONTRAINCENDIOS DE UN BUQUE
QUIMQUERO DE 24.000 TPM**

Agustín GARCÍA FERNÁNDEZ



Centro: **E. U. I. T. NAVAL**
Titulación: **I. T. NAVAL**
Fecha: **Julio 2008**



INDICE

	Pág
1. INTRODUCCIÓN	4
1. LEGISLACIÓN	10
2. TIPOS DE BUQUES QUIMICUROS	11
3. TIPOS DE TANQUES EN BUQUES QUIMICUROS	11
4. PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA	12
4.1 DESCARGAR Y LASTRAR	12
4.2 LIMPIEZA DE TANQUES DE CARGA	13
4.3 SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE LOS TANQUES DE CARGA	14
4.4 CARGAR Y DESLASTRAR	15
2. MEMORIA	19
2.1 DESCRIPCIÓN GENERAL	19
2.1.1 DIMENSIONES PRINCIPALES.....	19
2.1.2 CAPACIDADES DE DISEÑO.....	19
2.2 DESCRIPCIÓN GENERAL Y FUNDAMENTAL DE LINEA DE BALDEO Y C.I	19
2.2.1 BOMBAS.....	20
2.2.1.1. ASPIRACIÓN DE LAS BOMBAS C.I.....	20
2.2.1.2. DESCARGA DE LAS BOMBAS C.I.....	20
2.2.1.2.1. SISTEMA FIJO DE ESPUMA.....	20
2.2.1.2.2. PROPIEDADES.....	20
2.3 DESARROLLO DEL PROYECTO	21
3. CALCULOS	23
3.1 MINIMO CAUDAL A SUMINISTRAR POR LAS BOMBAS C.I.....	24
3.1.1 DIMENSIONES DEL AREA PROTEGIDA.....	24
3.1.1.2 AREA DEL TANQUE QUE PRESENTE MAYOR SECCION HORIZONTAL.....	24
3.1.2 CANTIDAD DE SOLUCIÓN ACUOESPUMOSA A SUMINISTRAR.....	25
3.1.2.1 CANTIDAD DE LIQUIDO ESPUMOSO Y TAMAÑO DEL TANQUE.....	26
3.1.3 CALCULO DE B O CAUDAL NECESARIO PARA CUBRIR LOS DOS CHORROS DE.....	26
AGUA MINIMO, SITUACIÓN MAS DESFAVORABLE.	
3.1.3.1 SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE.....	27
3.1.4 MINIMO CAUDAL A SUMINISTRAR POR LAS BOMBAS C.I.....	28
3.1.4.1 MINIMO CAUDAL A SUMINISTRAR PARA LA SITUACIÓN MAS DESFAVORABLE.	
3.2 PRESIÓN CORRESPONDIENTE AL CAUDAL SUMINISTRADO.....	28
3.3 NUMERO DE MONITORES	28
3.3.1 CAPACIDAD MINIMA DEL MONITOR.....	29
3.3.2 RADIO DE COBERTURA DEL MONITOR.....	29
3.3.3 DISTANCIA ENTRE MONITORES.....	29
3.3.3.1 DISTANCIAMIENTO DE LOS MONITORES EN FUNCIÓN DE LA CAPACIDAD MINIMA POR METRO CUADRADO DEL MISMO.	
3.3.3.1.1 COMPONENTE LONGITUDINAL P1 DE LA DISTANCIA.....	29
COMPRENDIDA ENTRE LOS MONITORES SITUADOS EN LA FACHADA DE LA TOLDILLA. Y EL CAÑON COLOCADO A POPA DE LA CBTA DE TANQUES	
3.3.3.1.2. DISTANCIA P2, ENTRE LOS MONITORES DE LA CUBIERTA DE TANQUES.....	29
3.3.3.2 DISTANCIA ENTRE LOS MONITORES EN FUNCIÓN DEL ALCANCE DE LOS MISMOS.	
3.3.3.2.1 COMPONENTE LONGITUDINAL P1 DE LA DISTANCIA COMPRENDIDA.....	30
3.3.3.2.2 ENTRE LOS MONITORES SITUADOS A LA FACHADA DE LA TOLDILLA. Y EL CAÑON COLOCADO A POPA DE LA CBTA DE TANQUES	
3.3.3.2.2 DISTANCIA P2', ENTRE LOS MONITORES DE LA CUBIERTA DE TANQUES.....	30
3.3.3.3 ELECCIÓN ENTRE P1 Y P1'.....	30
3.3.3.4 ELECCIÓN ENTRE P2 Y P2'.....	30
3.3.4 NUMERO DE MONITORES.....	30
3.4 PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO DE ASPIRACIÓN	30
3.4.1 CALCULO DE LAS PERDIDAS DE CARGA EN LA SITUACIÓN MAS DESFAVORABLE.....	30
3.4.1.1 PERDIDA DE CARGA EN EL TRAMO DE ASPIRACIÓN.....	31
3.4.1.2 PERDIDA DE CARGA EN LA DESCARGA.....	32
3.4.1.2.1 TRAMO COMPRENDIDO ENTRE LAS DESCARGAS DE LAS BOMBAS Y LA 1º PLATAFORMA.....	32
3.4.1.2.2 TRAMO COMPRENDIDO ENTRE 1º Y 2º PLATAFORMA.....	35
3.4.1.2.3 TRAMO COMPRENDIDO ENTRE 2º PLATAFORMA Y CBTA PRINCIPAL.....	35
3.4.1.2.5 TRAMO EN CBTA PRINCIPAL. SISTEMA DE ESPUMA.....	40
3.4.1.2.6 TRAMO EN CBTA PRINCIPAL. SISTEMA DE BALDEO.....	44
3.5 CALCULO DE LA ALTURA NETA POSITIVA DISPONIBLE EN LA ASPIRACIÓN (NPSHD)	47
3.6 ELECCIÓN DE LA BOMBA	47
3.7 POTENCIA CONSUMIDA AL CALADO DE LASTRE	47
3.8 PRESIÓN EN LA LINEA CUANDO EL CALADO SEA EL DE LASTRE.	50
3.8.1 PRESIÓN EN LA CBTA PRINCIPAL	

3.8.2	PRESIÓN EN EL PROPORCIONADOR DE LIQUIDO ESPUMOSO.....	51
3.8.3	PRESION EN EL ULTIMO MONITOR.....	51
3.8.4	PRESION EN LA ULTIMA BOCA C.I.....	51
3.8.5	CALCULO DEL GOLPE DE ARIETE EN PARADA IMPREVISTA.....	51
3.8.5.1	CALCULO DE VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE LA ONDA.....	52
3.8.5.2	CALCULO DEL TIEMPO DE ANULACIÓN DEL CAUDAL , T.....	52
3.8.5.2.1.	PENDIENTE H/L.....	52
3.8.5.3	LONGITUD CRITICA.....	52
3.8.5.4	FORMULA DE MICHEAUD.....	52
3.8.6	TECHO DE PRESIONES.....	52
3.9	REGULACIÓN.....	55
3.10	RESISTENCIA A LA DISTRIBUCIÓN.....	60
3.10.1	MATERIALES.....	60
3.10.2	CALCULO DE ESFUERZOS EN LOS CODOS.....	60
3.10.2.1	CODO 90° RADIO LARGO SITUADO EN LA 1ª PLATAFORMA.....	60
3.10.2.1.1.	FUERZA PRODUCIDA POR LA PRESIÓN NORMAL DE TRABAJO.....	61
	CUANDO CIRCULA EL FLUIDO.	
3.10.2.1.2	FUERZA DEBIDO A LA PRESION EN CASO DE NO FLUJO.....	61
3.10.2.1.3.	FUERZA DEBIDO A LA SOBREPRESION GENERADA POR UN GOLPE.....	62
	DE ARIETE EN PARADA IMPREVISTA.	
3.10.3.2.1.	FUERZA GENERADA EN PARADA IMPREVISTA.....	63
3.10.3.2.2	FUERZA PRODUCIDA POR LA PRESION EN CASO DE NO FLUJO.....	63
3.10.3.3	CODO 90° DE DIAMETRO 100mm SITUADO A 1 m BAJO EL FONDO.....	64
3.10.3.4.	CODO 90° DE DIAMETRO 50mm SITUADO SOBRE EL DOBLE FONDO.....	64
3.10.3	RESISTENCIA DE TUBERÍAS.....	65
3.10.3.1	PUNTOS CRITICOS.....	65
3.10.3.1.1	PRIMER PUNTO CRITICO.....	65
3.10.3.1.2	SEGUNDO PUNTO CRITICO.....	66
3.10.3.1.3	TERCER PUNTO CRITICO.....	66
3.10.4	RESISTENCIA DE LOS TRAMOS DE TUBERÍAS HORIZONTALES A LA FLEXION.....	67
	QUEBRADA POR SU PROPIO PESO.	
3.10.4.2.1	COLECTOR DE ESPUMA.....	67
3.10.4.2.11	CALCULO DEL PESO DE UN METRO DE COLECTOR QUE A.....	67
	LA POSTRE SERÁ q	
3.10.4.2.1.2	CALCULO DE REACCIONES EN LOS APOYOS.....	67
3.10.4.2.1.3.	SOLICITACIONES.....	68
3.10.4.2.1.4	DIAGRAMA DE SOLICITACIONES.....	69
3.10.4.2.1.5	ESFUERZO EN LAS SECCIONES.....	69
3.10.4.2.1.6	ESFUERZO NORMAL RESULTANTE.....	69
3.10.4.2.1.7	ELEMENTO DE ESFUERZO EN D.....	70
3.10.4.2.2.	COLECTOR DE C.I A LO LARGO DE LA CBTA PRINCIPAL.....	70
3.10.4.2.2.1	CALCULO DE q O PESO DE 1M DE COLECTOR.....	70
3.10.4.2.2.1.1	VOLUMEN HIERRO EN UN METRO DE TUBO.....	71
3.10.4.2.2.1.2	VOLUMEN INTERIOR DEL TUBO.....	71
3.10.4.2.2.2	CALCULO DE REACCIONES EN LOS APOYOS.....	71
3.10.4.2.2.3	SOLICITACIONES.....	71
3.10.4.2.2.4	ESFUERZO NORMAL RESULTANTES.....	72
4	ANEXO I.....	76
4.1	NORMALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	77
4.2	PROPULSIÓN.....	85
4.2.1	ELECCIÓN DEL TIPO DE BOMBA.....	85
4.2.2	BOMBA CENTRIFUGA.....	86
4.2.2.1	LA ASPIRACIÓN COMO PUNTO CLAVE.....	86
4.2.2.2	EQUIVALENCIA ENTRE ALTURA Y ENERGÍA.....	86
4.2.2.3	ALTURAS DE TRABAJO.....	88
4.2.2.4	CAVITACIÓN.....	88
4.2.2.5	ALTURA NETA POSITIVA EN LA ASPIRACIÓN(NPSH).....	90
4.2.2.6	ALTURA NETA POSITIVA DISPONIBLE EN LA ASPIRACIÓN NPSHd.....	91
4.2.2.6.1	PRESIÓN EN EL DEPOSITO DE ASPIRACIÓN.....	91
4.2.2.6.2	ALTURA GEOMETRICA DE ASPIRACIÓN Hga.....	91
4.2.2.6.3	PREDIDAS DE CARGA EN EL CONDUCTO DE ASPIRACIÓN ha.....	91
4.2.2.6.4	TENSION DE VAPOR DEL LIQUIDO H vapor.....	92
4.3	DISTRIBUCIÓN.....	92
4.3.1	FUERZAS SOBRE EL CONDUCTO.....	92
4.3.1.1.	ECUACIÓN DE CANTIDAD DE MOVIMIENTO.....	92
4.3.1.1.1	DEDUCCIÓN DE LA FORMULA.....	92
4.3.1.2	FUERZA SOBRE EL CONDUCTO.....	93
4.3.2	GOLPE DE ARIETE.....	94
4.3.2.1	FUNDAMENTO.....	94
4.3.2.2	FORMULA DE ALIEVI.....	96
4.3.2.3	VELOCIDAD DEL SONIDO.....	98
4.3.2.4	VELOCIDAD DE PROPAGACIÓN DE LA ONDA.....	98
4.3.2.5	OSCILACIONES DE PRESION EN LA TUBERÍA.....	99
4.3.2.6	CONDUCCIONES LARGAS	

4.3.2.7 LONGITUD CRITICA.....	101
4.3.2.8 CONDUCCIONES COR AS.....	101
4.3.2.9 GOLPE DE ARIETE EN PARADAS IMPREVISTAS.....	102
4.3.2.9.1 RAZONAMIENTO TEORICO DE LA OBTENCION DE LA FORMULA.....	103
4.3.2.10 ATENUACIÓN DEL GOLPE DE ARIETE, VALVULAS DE RETENCIÓN.....	105
4.3.3 CALCULOS DE ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LA PRESIÓN.....	105
4.4 COMPONENTES DEL SISTEMA DE ESPUMA	107
4.4.1 TANQUE DE LIQUIDO ESPUMOSO.....	107
4.4.2 VALVULA DE PRESION DE VACIO.....	108
4.4.3 VALVULA DE ESCAPE DE PRESIÓN DN25.....	108
4.4.4 BOMBA DE LIQUIDO ESPUMOSO	
4.4.5 PROPORCIONADOR DE PRESIÓN EQUILIBRADA COMPENSADA	
4.4.6 CAÑON O MONITOR DE ESPUMA	
4.4.6.1 CARACTERISTICAS DEL MONITOR	
4.4.7 LANZA DEL CAÑON O MONITOR	
5. ANEXO II	114
5.1 INTRODUCCIÓN	115
5.2 QUIMICA Y FISICA DEL FUEGO	116
5.3 EL ATOMO	116
5.4 PREVENCIÓN Y EXTINCIÓN DE INCENDIOS	129
6. PRESUPUESTO	152
6.1 VALORACIÓN DEL MATERIAL	153
6.2 MANEJO DEL MATERIAL	154
6.3 FABRICACION Y MONTAJE DE TUBERÍAS.....	155
6.4 MONTAJE DE VALVULAS	155
6.5 SOLDADURA	155
6.6 MONTAJE DE SOLDADURA	156
6.7.1 COSTES GENERADOS POR LA MANO DE OBRA	157
6.7.2 COSTE TOTAL	157
7.PLANOS Y DETALLES158

1.INTRODUCCIÓN.

Buques Químicos (Chemical Tankers)

Se dedican al transporte de productos químicos (fenol, amoníaco, gasolina y demás derivados, ect.).

El tamaño es mas bien pequeño (5.000 ó 10.000 TPM) aunque pueden llegar a los 50.000 TPM.

En sus muchos tanques (hasta 40 ó más) pueden cargar diferentes tipos de producto y se clasifican, según el tipo de agresividad o riesgo de su carga, en tres clases (Tipo 1, 2 ó 3). La tendencia es que se construyan para las tres.

Son buques de un elevado coste por las exigencias constructivas como el doble casco, tanques de acero inoxidable, o sofisticados sistemas de pintura.

Se identifican por su menor tamaño comparado con el petrolero (unos 150 mtrs de eslora) y un complejo ramal de tuberías repartidas sobre toda la cubierta. Incluso aparece algún pequeño tanque en la cubierta.

El mayor armador de transporte de productos químicos vía marítima es la compañía americana de origen noruego Stolt Nielsen.



Deberá tenerse especial atención al entrar en espacios confinados como pueden ser los tanques de carga, etc. Por ello sería muy conveniente disponer de equipos de medición de gases fijos en el buque y autónomos para los tripulantes que entren en dichos espacios. Una normativa que podemos seguir para la prevención de accidentes por este tipo de causas sería la OSHA, Administración de Seguridad y Salud Laboral de EUA, apartado de espacios confinados de 1997 y NIOSH de 1997. Esta normativa no es del CIQ pero podría ser aplicable a todo tipo de buques puesto que considera los tanques de carga, bodegas, salas de máquinas, etc. como espacios confinados donde pueden producirse atmósferas peligrosas. En esta normativa se considera como principales gases peligrosos, bien por abundancia o bien por exceso los siguientes:

El oxígeno O₂:

Es uno de los principales condicionantes de la seguridad en los espacios cerrados, ya que fácilmente se pueden presentar atmósferas suboxigenadas (con deficiencia de oxígeno), ello puede deberse a la combustión del mismo, fermentación, corrosión o bien al solo desplazamiento de éste a causa de la elevada concentración de

un asfixiante simple como puede ser el metano o el etano que no presentan riesgos fisiológicos por ellos mismos.

Características principales:

Concentración mínima detectable por el olfato: inodoro.

Límite de exposición ACGIH TWA (8h/día): por debajo de 19,5%.

Concentración inmediatamente peligrosa para la vida humana ACGIH: por debajo de 17%.

% de O Efectos sobre el ser humano

21 Concentración normal de oxígeno en el aire.

19,5 Concentración inocua mínima.

19 Con ejercicio moderado, elevación del volumen respiratorio.

18 Aceleración ritmo respiratorio. Problemas de coordinación muscular.

17 Dificultad respiratoria, síntomas de malestar, riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor.

16 a 14 Aumento del ritmo respiratorio y cardíaco. Mala coordinación muscular.

Fatiga rápida. Limitación de las capacidades físicas y psíquicas. Respiración Intermitente.

13 a 11 Peligro inminente para la vida. Rápida pérdida de conocimiento y muerte. Sensación de calor en cara y miembros.

10 a 6 Nauseas, vómitos, parálisis, pérdida de conciencia y muerte en pocos minutos.

Menos de 6 Respiración espasmódica, movimientos convulsivos, parada respiratoria, muerte en pocos minutos

0 Inconsciencia en dos inhalaciones, muerte en pocos minutos.

El metano :

Es un gas inodoro, muy explosivo y no tóxico pero que actúa como asfixiante simple igual que el etano, nitrógeno, argón, etc. No representan efectos fisiológicos significativos por sí mismos. No obstante cuando se encuentran en concentraciones elevadas, desplazan al oxígeno del aire, reduciendo su contenido en el ambiente y desarrollando las consecuencias antes explicadas a causa de la presencia de atmósfera suboxigenadas, por lo que los efectos fisiológicos dependen del oxígeno desplazado.

El mayor problema del metano reside en su cualidad de gas reductor y explosivo. Cabe destacar que la explosión se producirá sólo si tenemos los siguientes elementos: combustible, comburente y fuente de ignición, que en este caso sería la presencia de metano. En todos estos casos, el punto crítico se define como los valores entre el límite inferior de explosión (LIE) y el límite superior de explosividad (LSE). Si la mezcla de gas está por debajo del límite inferior de explosión, la ignición no será posible porque la mezcla será demasiado densa para arder. Si la mezcla está por encima del límite superior de explosividad (LSE) la ignición no es posible porque la mezcla será demasiado rica, a pesar de ello no será una atmósfera

segura porque la entrada de aire del exterior puede provocar una bajada repentina del % de metano en el espacio confinado haciendo que entre dentro de los límites LIE y LSE.

Características principales:

Densidad: 0,6 veces más ligero que el aire (la densidad relativa del vapor de aire es igual a $1 = d_v$).

Concentración mínima detectable por el olfato: inodoro.

Límite LIE en el aire: 5%.

Límite LSE en el aire: 15%.

El ácido sulfhídrico:

Es un gas tóxico, incoloro, algo más pesado que el aire. Es un gas con un olor característico a huevos podridos, sin embargo a concentraciones altas o al cabo de un tiempo a concentraciones bajas, se anula el nervio olfativo. Se forma a partir de la descomposición orgánica de plantas y animales causada por bacterias, por lo que es posible encontrarlo en productos químicos derivados del petróleo. El ácido sulfhídrico envenena a las personas al acumularse en la corriente sanguínea, paraliza los centros nerviosos cerebrales que controlan la respiración. Como resultado de ello, los pulmones no funcionan y se produce la asfixia. En un envenenamiento menos repentino puede causar dolor de cabeza, vómitos, tos irritación en los ojos y ampollas en los labios.

Características principales:

Densidad: 1,2 veces la densidad relativa del vapor de aire.

Umbral mínimo de percepción olfativa: 0,005 ppm.

Límite LIE en el aire: 4,3% = 43.000 ppm.

Límite de exposición ACGIH TWA (8h/día): 10 ppm.

Límite de exposición ACGIH STEL (15 minutos): 15 ppm.

Concentración inmediatamente peligrosa para la vida humana: 300 ppm.

Efectos sobre el ser humano

0,005-4,6 Olor perceptible.

4,6 Olor moderado, fácilmente detectable.

10 Comienzo de la irritación ocular. Nivel permisible de exposición de 8 horas.

15 Nivel permisible de exposición 15 minutos.

50 Olor potente, exposición máxima 10 minutos.

100 Tos, irritación ocular, pérdida del olfato después de una hora de exposición.

200 a 300 Conjuntivitis notable e irritación de las vías respiratorias después de una hora de exposición. Posible muerte.

500 a 700 Pérdida del sentido y posible muerte en 30 minutos.

700 a 1000 Pérdida rápida del sentido, cese de la respiración y muerte.

Más de 1000 Pérdida inmediata del sentido con cese rápido de la respiración y muerte en pocos minutos. La muerte puede ocurrir aún cuando se retire al herido a un sitio ventilado.

El monóxido de carbono CO:

Es un gas tóxico, incoloro, inodoro generado por combustiones incompletas o bien con un suministro insuficiente de aire. Llamado el asesino silencioso, el envenenamiento por CO puede ocurrir repentinamente.

El monóxido de carbono entra en la circulación sanguínea a través de los pulmones y tiene una extremada afinidad por la hemoglobina de la corriente sanguínea, que es de 200 a 300 veces mayor que la del oxígeno.

Como resultado de esto, el monóxido de carbono desplaza al oxígeno de la circulación sanguínea y causa la asfixia.

Características principales:

Densidad: Casi igual al aire $d_v=1$.

Umbral mínimo de percepción olfativa: inodoro.

Índice de valoración olfativa (IVO): menor de cero, por tanto muy peligroso, ya que es un gas altamente tóxico e indetectable por el olfato.

Concentración a partir de la cual no es detectable por el olfato y empieza a ser peligroso para la vida humana

(TLV): 50ppm

Límite LIE en el aire: 12,5%.

Límite de exposición ACGIH TWA (8h/día): hasta 25 ppm.

Límite de exposición ACGIH STEL (15 minutos): 200 ppm.

Concentración inmediatamente peligrosa para la vida humana NIOSH IDCH: 1200 ppm.

CO

ppm

Efectos sobre el ser humano

25 Sin efectos aparentes durante las primeras 8 horas de exposición

65 Posibilidad de ligero dolor de cabeza en 2 a 3 horas de exposición.

200 Dolor de cabeza frontal leve en 2 a 3 horas.

400 Dolor de cabeza frontal y náuseas después de 1 a 2 horas. Occipital después de 2,5 a 3,5 horas

800 Dolor de cabeza, mareos y náuseas en 45 minutos. Colapso y muerte posible en 2 horas.

1200 Dolor de cabeza y mareos en 20 minutos. Pérdida del sentido y peligro de muerte en 2 horas.

3200 Dolor de cabeza y mareos en 5 a 10 minutos. Pérdida del sentido y peligro de muerte en 2 horas.

6400 Dolor de cabeza y mareos en 1 a 2 minutos. Pérdida del sentido y peligro de muerte en 10 a 15 minutos.

12800 Pérdida inmediata del sentido. Peligro de muerte de 1 a 3 minutos.

Equipo protector: para la protección de los tripulantes ocupados en las operaciones de carga y descarga habrá a bordo del buque equipo adecuado que comprenda amplios mandriles, guantes especiales con largos manguitos, calzado de seguridad, trajes de trabajo resistentes a los productos químicos y gafas que se ajusten bien o pantallas protectoras de la cara o ambas cosas. La indumentaria y el equipo protector cubrirán toda la piel de modo que ninguna parte del cuerpo quede sin protección.

Equipos de seguridad: los buques deberán llevar al menos tres equipos de seguridad completos cada uno de los cuales habrá de permitir al personal entrar en un compartimento lleno de gas y trabajar en él al menos durante 20 min. El equipo estará compuesto por: un aparato respiratorio autónomo, indumentaria protectora, botas, guantes y gafas de ajuste seguro, un cable salvavidas ignífugo con cinturón resistente a las cargas que se transporten, una lámpara antideflagrante.

Para evitar el riesgo de incendio deberán cumplir:

Lo prescrito acerca de los buques tanque en el capítulo II-2, de las enmiendas de 1983 al SOLAS se aplicará a los buques regidos por el presente código, independientemente de su arqueo, incluidos los de arqueo bruto inferior a 500 TRB, con las siguientes salvedades:

-la regla 56.2, es decir las prescripciones relativas a la ubicación del puesto principal de control de la carga, no se aplicará necesariamente

-la regla 4, en la medida en que sea aplicable a los buques de carga y la regla 7, se aplicarán tal como se aplicarían a los buques tanque de arqueo bruto o igual o superior a las 2000 TRB

-en lugar de la regla 61 se aplicará lo dispuesto en 11.3

-no obstante lo dispuesto en 11.1.1, los buques dedicados solamente al transporte de potasa cáustica en solución, ácido fosfórico e hidróxido sódico en solución no necesitarán cumplir lo prescrito en la parte D del capítulo II-2 de las enmiendas de 1983 al SOLAS siempre que cumplan con lo prescrito en la parte C de dicho capítulo, si bien no será necesario aplicarles la regla 53 ni aplicar lo dispuesto en 11.2 y 11.3

Las cámaras de bombas de carga de todo el buque estará provista de un sistema fijo de extinción de incendios como se indica a continuación:

Un sistema de anhídrido carbónico, como el especificado en la regla II-2/5.1 y .2 de las enmiendas de 1983 al SOLAS. En los mandos se colocará un aviso que indique que el sistema se puede utilizar únicamente para extinción de incendios y no con fines de inertización, dado el riesgo de ignición debido a la electricidad estática. Los dispositivos de alarma a que hace referencia la regla II-2/5.1.6 de las enmiendas de 1983 al SOLAS serán de un tipo seguro para funcionar en una mezcla inflamable de vapores de la carga y aire. A los efectos de la presente prescripción se proveerá un sistema de extinción de adecuado para los espacios de máquina. No obstante, el gas que se lleve habrá de ser suficiente para dar una cantidad de gas libre al 45% del volumen bruto de la cámara de bombas de carga en todos los casos o un sistema de hidrocarburos halogenados, como el especificado en la regla II-2/5.1 y .3 de las enmiendas de 1983 al SOLAS. En los mandos se indicará que sólo se utilizará para extinción de incendios. Los

dispositivos de alarma a que hace referencia la regla II-2/5.1.6 de las enmiendas de 1983 al SOLAS serán de un tipo seguro para funcionar en una mezcla de inflamable de vapores de la carga y aire. A efectos de la presente prescripción se proveerá un sistema de extinción adecuado para espacios de máquinas.

En los buques dedicados al transporte de un número limitado de cargas, las cámaras de bombas de carga estarán protegidas por un sistema adecuado aprobado por la administración.

La cámara de bombas de carga podrá ir provista de un sistema de extinción de incendios consistente en un sistema fijo de aspersión de agua a presión, o en un sistema de a base de espuma de alta expansión, si cabe demostrar ante la administración que se va a transportar cargas no aptas para extinción por medio de anhídrido carbónico o de hidrocarburos halogenados. En el certificado internacional de aptitud para el transporte de productos químicos peligrosos a granel deberá constar esta prescripción condicional.

Zona de carga: todo buque estará provisto de un sistema fijo a base de espuma instalado en cubierta que sea de un tipo de concentrado de espuma, el cual habrá de ser eficaz para el mayor número posible de cargas que se vayan a transportar. No se utilizarán espumas de proteínas regulares. Los dispositivos destinados a dar espuma podrán lanzar ésta sobre toda la superficie de cubierta correspondiente a tanques de carga y en el interior de cualquiera de éstos la parte de cubierta que le corresponda se suponga afectada por una brecha. El régimen de alimentación de solución espumosa deberá cumplir con lo especificado por el presente código. Deberá abastecerse concentrado de espuma para garantizar por lo menos 30 min. de duración utilizando la mayor de las tasas. Para la entrega de espuma del sistema fijo habrá cañones fijos y lanzaderas móviles. La capacidad del caudal de cada cañón será al menos de 10 l/min de solución espumosa por metro cuadrado de superficie cubierta. La distancia entre el sitio a proteger y el cañón no será superior al 75% del alcance del cañón.

1.LEGISLACIÓN

Buque quimiquero es aquel buque construido o adaptado para transportar mercancías o sustancias líquidas nocivas a granel.

Existen una serie de normativas por los cuales los buques quimiqueros están obligados a cumplir. Estas normativas son las siguientes.

- C.I.Q como normativa más importante "Código Internacional para la construcción y el equipo de buques que transporten productos químicos peligrosos a granel" para los buques construidos después del 1-7-86 y en virtud de las enmiendas de 1983 al Solas 74/78..
- Manuales de las Sociedades de Clasificación y el anexo II de Marpol 73/78, normativas que afectan a todos los buques quimiqueros.
- Para los buques construidos antes del 1-7-86 y en virtud del anexo II del Marpol el código BCH o CGrQ "Código para la construcción y el equipo de buques que transportan productos peligrosos a granel".

- Existen otra serie de normativas como son el SOLAS, MARPOL, IMDG, y RESOLUCIONES DE LA OMI.
- Aparte de las ya mencionadas aparecen también en ámbito internacional:
 - Notificación de mercancías peligrosas A.648(16).
 - Transporte de mercancías peligrosas MSC 642 del 1994.
 - Directrices para reducir al mínimo las fugas de los sistemas líquidos inflamables MSC 647.

2.TIPOS DE BUQUES QUÍMIQUEROS EN RELACIÓN A LA CARGA

Según el CIQ existen tres tipos de buques:

- **BUQUE 1:** buques quimiqueros que transportan productos que, según el Capítulo XVII del SOLAS, encierran riesgos graves para la salud, categoría A. Posee tanques independientes con una capacidad máxima de 1250 m³, con la imposibilidad de quedar residuo alguno en el tanque.
- **BUQUE 2:** buques quimiqueros destinados a transportar productos que según el capítulo XVII del SOLAS, encierran riesgos considerablemente graves, categoría B,C. Sus tanques independientes tienen una capacidad pasiva de 3000 m² pudiendo quedar al menos 0,1m³-0,3m³ de residuos.
- **BUQUE 3:** buques quimiqueros destinados a transportar productos que según el Capítulo XVII del SOLAS, suponen un riesgo mínimo para la salud lo que justifica tomar alguna exigen una adopción de medidas de contención,categoría D.

3.TIPOS DE TANQUES EN BUQUES QUIMQUEROS

De acuerdo al tipo de carga y al tipo de buque, manteniendo siempre el principio de segregación de carga, existen diferentes tipos de tanques:

- Tanque independiente :donde la envuelta de contención de la carga no está adosada a la estructura del buque ni forma parte de ella.
- Tanque estructurado:donde la envuelta de contención de la carga forma parte de la estructura del casco del buque y está sometido a todos los esfuerzos de las cargas.
- Tanque de gravedad: tanques cuya presión no es superior a 0,7 bar en la tapa del mismo.
- Tanque de presión: tanques cuya presión es superior a 0,7 bar en la tapa del mismo.

Ejemplos:

4.PROCEDIMIENTOS Y EQUIPOS DE CARGA Y DESCARGA

Los procedimientos de carga y descarga se dividirán en los siguientes apartados:

- Descargar y lastrar.
- Limpieza del tanque.
- Ventilación del tanque.
- Cargar y deslastrar.
- Mantenimiento de la carga durante la navegación.

4.1 DESCARGAR Y LASTRAR

La descarga se establecerá teniendo en cuenta las diversas categorías de las sustancias a descargar.

- Descarga de sustancias de categoría A: se han de descargar teniendo la máxima aspiración de la bomba, estando el buque apopado para que las bombas descarguen bien por el chupón los cuales están situados a popa. Posteriormente, una vez descargado el producto A se ha de limpiar el tanque y los residuos deben ser bombeados a tierra nunca al mar. Después secar el tanque por ventilación siempre que la carga tenga una presión superior a 5×10^3 Pascals a 20° .
- Descarga de sustancias de categoría B: si son buques nuevos hay que tener en cuenta si el lavado y limpieza se hacen en una zona restringida. Se siguen los mismos procedimientos y criterios que con las sustancias de categoría A con la única diferencia de que si las sustancias no son muy viscosas, una parte determinada de éstas se pueden lanzar a la mar. Para descargarla en la mar la velocidad del buque debe ser superior a 7 nudos y debe haber una sonda superior a 25 metros y estando a más de 12' de la costa más cercana. La concentración del producto viene dada por la fórmula:

$$C_s = N^\circ / V_r$$

C_s = concentración del producto

N° número de tanques

V_r volumen del residuo

Descarga de sustancias de categoría C y D: se aplicarán los mismos criterios que las sustancias de B

DESCARGAS SITUADAS EN EL COSTADO DEL BUQUE POR DEBAJO DE LA CUBIERTA DE FRANCOBORDO

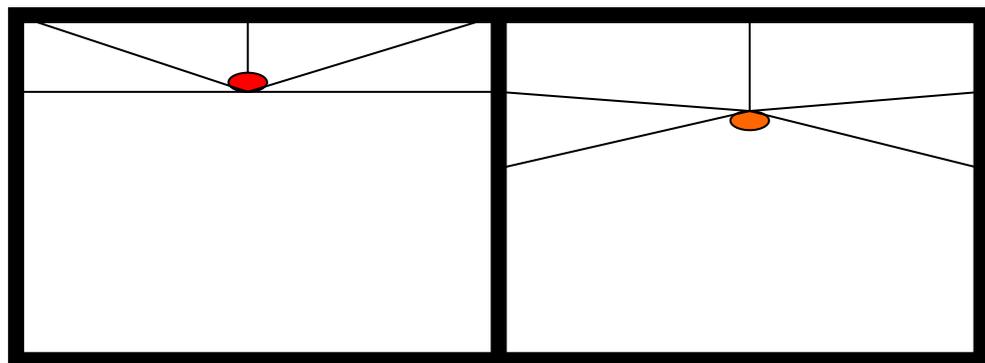
La provisión y la regulación de las válvulas instaladas en las descargas que atraviesen el forro exterior desde el espacios situados por debajo de la cubierta de francobordo o desde el interior de superestructuras y casetas de francobordo que lleven puertas estancas a la intemperie, satisfarán lo prescrito en la regla pertinente del Convenio Internacional sobre líneas de carga que haya en vigor, con la salvedad de que esas válvulas sólo serán:

- Una válvula automática de retención dotada de un medio positivo de cierre que se pueda accionar desde un punto situado por encima de la cubierta de francobordo.
- Cuando la distancia vertical desde la línea de carga de verano hasta el extremo interior del tubo de descarga exceda de 0,01 L, dos válvulas automáticas de retención sin medios positivos de cierre, a condición de que la válvula interior sea siempre accesible a fines de examen en circunstancias normales de servicio.

4.2 LIMPIEZA DE LOS TANQUES DE CARGA

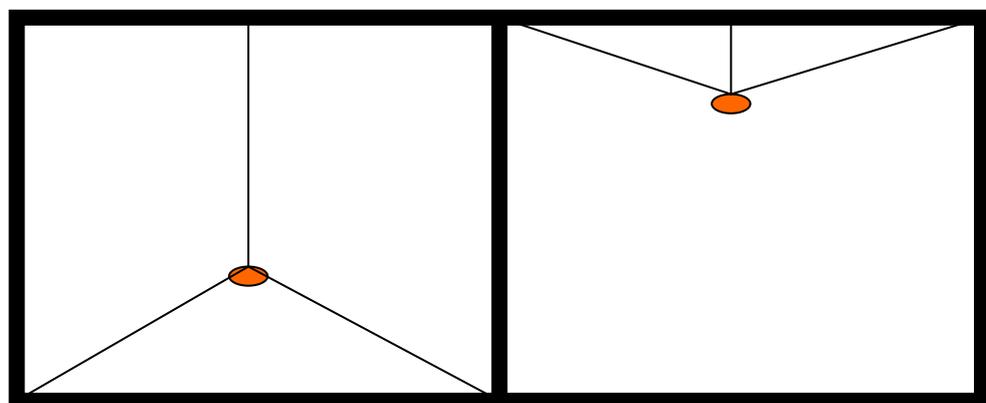
La limpieza de los tanques se emplean dos tipos de máquinas: fijas, las cuales pueden girar 290 grados o las manuales que giran 360°.

Sea cual sea el tipo de máquinas, el procedimiento de limpieza se efectúa por ciclos:



CICLO DEL TECHO

CICLO DE LOS MAMPAROS



CICLO DEL FONDO

CICLO COMPLETO

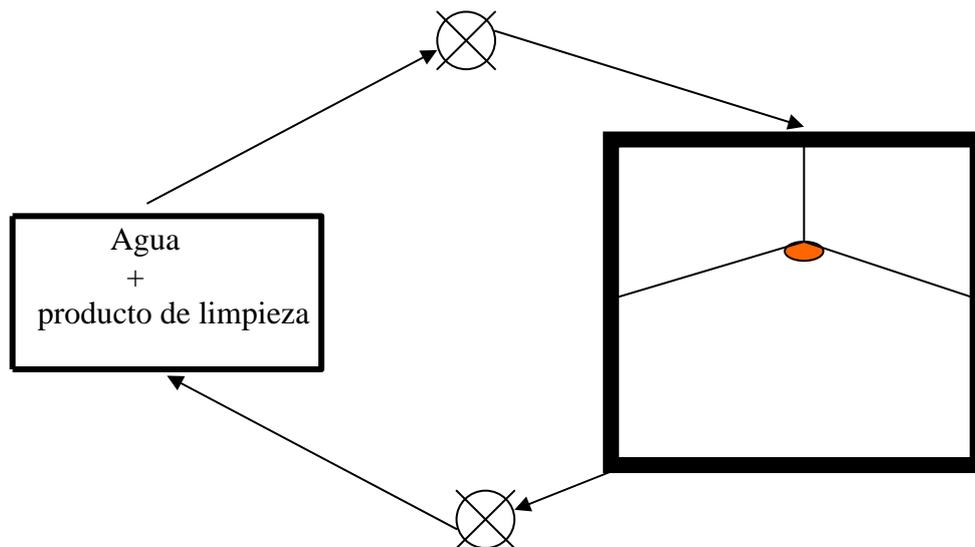
Dependiendo del tipo de sustancias deberemos realizar un determinado ciclo de limpieza. El procedimiento de lavado podrá ser:

- **PROCEDIMIENTO SIN RECIRCULACIÓN** que puede ser:
 - Método de flotación: se caracteriza por introducir un producto de limpieza en el tanque mezclándolo hasta alcanzar 50 cm. Posteriormente al introducirse agua el producto sube y al achicar, el producto se pega a los mamparos y actúa sobre el residuo. Posteriormente se realiza un ciclo de limpieza

- Método de vaporización: se introduce un producto de limpieza hasta cubrir el fondo, donde posteriormente, a través de los serpentines se da calefacción que al producir calor se desprenden vapores que arrastran fuera el residuo.
- Introducir directamente el producto: donde se introduce directamente por la línea de carga. Más tarde con agua se remueve y se va vaciando al mismo tiempo.

- **PROCEDIMIENTO CON RECIRCULACIÓN**

Donde en un tanque se mezcla agua con un producto de limpieza. Posteriormente desde ese tanque se manda el producto a la máquina de otro tanque y donde se va recogiendo y reutilizando.



4.3 SISTEMAS DE VENTILACIÓN DE LOS TANQUES DE CARGA

Todos los tanques de carga irán provistos de un sistema de ventilación apropiado para la carga que se transporte. Los sistemas de respiración de los tanques se proyectarán de modo que quede reducida al mínimo la posibilidad de que el vapor de la carga se acumule en las cubiertas, penetre en los espacios de alojamiento, de servicio o de máquinas y en los puestos de control y, tratándose de vapores inflamables, en cualquier espacio de carga en que haya fuentes de ignición.

Las dimensiones del sistema de respiración de todo tanque equipado con dispositivos de medición de tipo cerrado o de pase reducido se calcularán teniendo en cuenta las pantallas cortallamas, si las hubiere, a fin de que el embarque de la carga pueda efectuarse al régimen de proyecto sin que el tanque sufra sobrepresión.

Existen diversos tipos de sistemas de respiración de los tanques:

- Por sistema de ventilación abierta de los tanques, se entiende un sistema que no opone restricción, excepto las pérdidas por fricción y las pantallas cortallamas si las hay, al flujo libre de los vapores de la carga hacia los tanques de carga y desde éstos durante las operaciones normales. Tal sistema sólo debe usarse en relación con las cargas que tengan un punto de inflamación superior a 60°C (prueba en vaso cerrado).
- Por sistema de ventilación controlada de los tanques, se entiende un sistema en el cual cada tanque está provistos de válvulas aliviadoras de presión y vacío para

limitar la presión o el vacío dentro del tanque destinado a transportar cargas que no sean las cargas en relación con las cuales está permitido el uso de respiración abierta. Un sistema de respiración controlada puede consistir en instalar respiraderos separados para cada tanque o en agrupar tales respiraderos, en el lado sometido a presión únicamente, en uno o varios colectores, teniendo debidamente en cuenta la segregación de la carga. En ningún caso se instalarán válvulas de seccionamiento flujo arriba ni flujo debajo de las válvulas aliviadoras de presión.

Los motores eléctricos de los ventiladores se instalarán fuera de los conductos de ventilación si existe el propósito de transportar productos inflamables. Los conductos que correspondan a los ventiladores, estarán contruidos de modo que no desprendan chispas, como a continuación se indica:

1. Ventiladores impulsores o alojamiento, no metálicos, prestando la atención necesaria a la eliminación de electricidad estática
2. Ventiladores impulsores y alojamiento de materiales no ferrosos.
3. Ventiladores impulsores y alojamiento, de acero austénico inoxidable.
4. Ventiladores impulsores y alojamiento de materiales ferrosos, proyectados con huelgo no inferior a 13 mm en las puntas de las palas.

4.4 CARGAR Y DESLASTRAR

A la hora de comenzar las operaciones de carga se tendrán en consideración la categoría de las sustancias a cargar.

SEGREGACIÓN DE LA CARGA

Salvo que se disponga expresamente otra cosa, los tanques que contengan carga o residuos de carga regidos por el CIQ estarán segregados de los espacios de alojamiento, de servicio y de máquinas, así como del agua potable y de las provisiones de consumo humano por medio de un cofferdam.

Las cargas, los residuos de carga y las mezclas que contengan cargas que reaccionen de manera peligrosa con otras cargas, residuos o mezclas:

- Estarán segregadas de esas otras cargas por medio de un cofferdam, espacio perdido, cámara de bombas de carga, tanque vacío o tanque que contenga una carga compatible.
- Dispondrán de sistemas separados de bombeo y de tuberías que no pasen por otros tanques de carga que contengan dichas carga, a menos que el paso se efectúe por el interior de un túnel
- Dispondrán de sistemas separados de respiración de los tanques.

Es importante mencionar que ninguna de las tuberías de carga no pasarán por ningún espacio de alojamiento, de servicio o de máquinas salvo que se trate de cámaras de bombas de carga o de cámara de bombas.

MEDIOS DE BOMBEO DE SENTINA Y DE LASTRE

Las bombas, los conductos de lastre y de respiración y demás equipo análogo de los tanques de lastre permanente serán independientes del equipo de esa clase correspondiente a los tanques de carga y de éstos propiamente dichos.

Los medios de descarga de los tanques de lastre permanentes inmediatamente adyacentes a los tanques de carga estarán situados fuera de los espacios de máquinas y de alojamiento.

Los medios de llenado podrán encontrarse en el espacio de máquinas a condición de que garanticen el llenado desde el nivel de la cubierta de tanques y de que se instalen válvulas de retención.

QUIMIQUERO MONT BLANC CONSTRUIDO POR UNIÓN NAVAL **VALENCIA**

A continuación se describe todas las características(carga, descarga, etc) del buque quimiquero llamado MONT BLANC

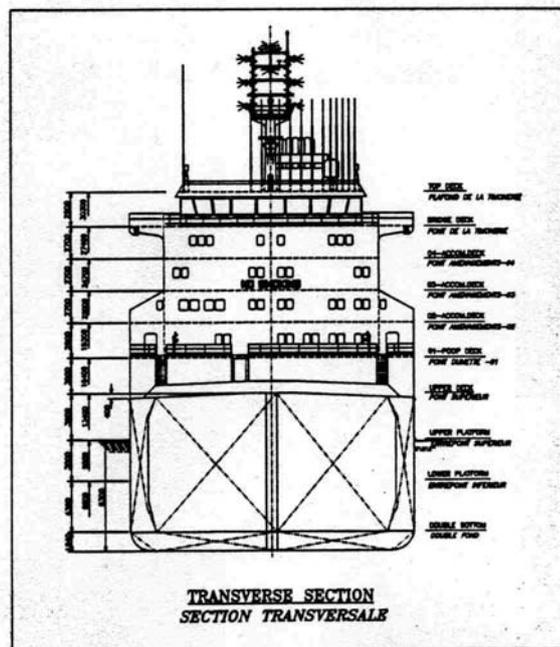
1.DISPOSICIÓN GENERAL

<i>CARACTERÍSTICAS GENERALES</i>	
<i>Eslora total</i>	151,48 m
<i>Eslora entre perpendiculares</i>	142,70 m
<i>Manga de trazado</i>	23,50 m
<i>Puntal de cubierta superior</i>	23,50 m
<i>Calado de proyecto</i>	9,30 m
<i>Calado de escantillonado</i>	10,075 m
<i>Arqueo bruto</i>	13.007 GT
<i>Arqueo neto</i>	5.941 NT
<i>Peso muerto al calado de escantillonado</i>	19.715 t
<i>Velocidad en pruebas</i>	16,9 nudos

<i>CAPACIDADES</i>	
<i>Productos químicos</i>	20.752,8 m ³
<i>Gases licuados</i>	10.732,8 m ³
<i>Tanques de carga sobre cubierta</i>	250 m ³
<i>Tanques de drenaje de carga</i>	30 m ³
<i>Lastre</i>	7.573 m ³
<i>Agua dulce técnica</i>	835 m ³
<i>Agua potable</i>	235 m ³
<i>Fuel oil</i>	1.270 m ³
<i>Gas-oil</i>	175 m ³
<i>Aceite lubricante</i>	80 m ³

La zona de los tanques de carga está subdividida, mediante mamparos longitudinales dobles, en una sección central para la carga y espacios laterales para los tanques de lastre.

La sección central se ha subdividido, por medio de mamparos transversales y longitudinales, en 28 tanques de carga en 10 secciones transversales. Además, se ha dispuesto un tanque de carga sobre la cubierta principal a proa del área del manifold. Así pues, se tienen en total 29 tanques existiendo cofferdams entre los tanques 2y3, 4 y5, 6 y 7, y 8 y 9



2.- MEMORIA.

2.1.- DESCRIPCIÓN GENERAL DEL BUQUE.

Nuestro buque será del tipo quimiquero, concretamente se trata de un quimiquero que transporta aceite y productos químicos.

2.1.1.- Dimensiones principales.

- Eslora total 140.000m
- Eslora entre perpendiculares 133.60 m
- Manga de trazado 22.00 m
- Puntal de trazado a la cubierta principal 23.800 m
- Calado de escantillonado 11.35 m
- Calado de diseño 15.800 m
- Calado en lastre 8.300 m

Nuestro buque estará constituido de una cubierta con cámara de máquinas, cámara de bombas principal, cámara de bomba auxiliar y acomodación situada a popa.

2.1.2.- Capacidades de diseño.

- Capacidad total de tanques de carga..... 18000 m³
- Capacidad tanque de residuos.....2x 200 m³
- Capacidad para lastre..... 5163,9 m³
- Capacidad para agua dulce.....200 m³

2.2.- DESCRIPCIÓN GENERAL FUNDAMENTAL DE LA LÍNEA DE BALDEO Y CONTRAINCENDIOS.

Una vez conocido el valor del caudal mínimo a suministrar por las bombas contraincendios, podremos diseñar la línea con los diámetros y espesores, que en función de las pérdidas de carga y de los esfuerzos en general a que se verá sometida, nos parezcan más apropiados.

2.2.1.- Bombas.

Como nos indica la regla 4 apartado 3.1.2, deberemos disponer como mínimo de dos bombas contraincendios de accionamiento independiente, ya que el arqueo bruto del barco rebasa las mil toneladas. (En el apartado Propulsión realizaremos la selección de bombas).

2.2.1.1.- Aspiración de las bombas de contraincendios.

Las tuberías de aspiración de las dos bombas de contraincendios, aspiraran por medio de sus correspondientes válvulas de pie de las cajas de mar. Constituidas por rejillas de bronce soldadas, y por soportes a partir de los cuales, unos de acero inoxidable atravesará las puntas de todos los tornillos de cada rejilla, para el frenado de sus tuercas.

La altura comprendida entre el centro del primer impulsor de las bombas y la línea base, será de 2m teniendo en cuenta las pérdidas de carga debidas principalmente a la instalación de las necesarias válvulas de pie, tendremos que tantear el diámetro de la tubería para que la pérdida de carga en la aspiración no sea excesiva

El sistema normalmente es usado con agua de mar o agua fresca, estan consideradas en las especificaciones dos líneas independientes, hemos estimado un consumo de $10 \text{ m}^3/\text{h}$, con 6 monitores funcionando al mismo tiempo y a la máxima temperatura. El sistema esta dimensionado para funcionar las dos bombas al mismo tiempo con una velocidad aproximada de 2,4 m/s.

Instalaremos un manómetro en la aspiración de cada bomba que nos ayudará a asegurarnos del buen funcionamiento del sistema

2.2.1.2.- Descarga de las bombas de contraincendios.

Fundamentalmente, consta de un colector principal por el que fluirá el agua hacia la cubierta superior, donde se dividirá para abastecer tanto al colector de espuma para el sistema contraincendios como al sistema de baldeo para la limpieza de tanque. Por supuesto, a éste colector se conectarán todas las tomas de las bocas contraincendios repartidas según la normalización en las diferentes plataformas.

2.2.1.2.1.- Sistema fijo de espuma.

Los principales propósitos del sistema fijo de espuma para la protección de la cubierta de tanques son:

- Ser capaz de extinguir incendios de combustibles derramados y también evitar la ignición de los derramados, que aun no arden.
- Ser capaz de combatir incendios dentro de tanques dañados.

Consta de un local de espuma, donde una bomba impulsa el líquido espumoso desde un tanque hacia el proporcionador o mezclador de dicho líquido con el agua salada que fluye por el colector de espuma, este colector abastecerá de solución espumosa a los cañones o monitores.

2.2.1.2.1.1.- Propiedades.

Cuando se extingue un fuego de aceite, petróleo o disolvente, es importante que el agente extintor sea más ligero que el líquido inflamado. El uso del agua sería inútil, por su comportamiento en los incendios alimentados por estos líquidos. El líquido inflamable flotaría en el agua y continuaría ardiendo, el empleo del agua puede incluso desarrollar el incendio.

Cuando un hidrocarburo está incendiado, no es el propio líquido el que arde, sino los vapores provenientes del combustible.

La espuma, que tiene baja densidad flota sobre el líquido, desarrollando rápidamente una especie de manta que cubre la zona incendiada, cortando el oxígeno necesario para mantener el fuego, logrando además enfriarla gracias al agua que contiene.

2.3.- DESARROLLO DEL PROYECTO.

Para la realización del trabajo es esencial el conocimiento de la normalización en la cual se basará la Administración para la inspección de la instalación. En nuestro caso, nos basaremos en las reglas de SOLAS (Convenio internacional para la seguridad e la vida humana en el mar), concretamente en SOLAS consolidado del año 2003 Capítulo II-2, de las cuales extraeremos en el apartado Normalización (Anexos) aquellas que estén relacionadas con nuestro caso.

Apoyándonos en lo que nos exige la normalización, podremos ya obtener el valor mínimo del caudal que alimentará la línea. Y una vez conocido el caudal, podremos diseñar la línea, estando el diámetro interior de las tuberías y colectores en función del caudal que los recorrerá.

En la medida de lo posible, y respetando siempre la normalización vigente, diseñaremos la línea de forma que sea lo más económica posible, es decir, valorando lo diminuto de las pérdidas en el fluir del líquido por las tuberías, teniendo en cuenta que la elección del diámetro del conductor lo efectuaremos en función del caudal y de la frecuencia de uso.

Ya diseñada la línea y conocido el caudal, podemos calcular las pérdidas de carga, cuyo valor, junto con los de las presiones que por norma deberemos mantener en determinados puntos, reflejados en la normalización; nos dejará en condiciones de calcular la energía que las bombas deberán suministrar al fluido.

Una línea de baldeo y contra incendios consta en si, de propulsión, distribución y regulación del líquido de trabajo. Las tres partes son principales y esenciales, influyendo directamente en el rendimiento de la instalación. De cada parte haremos un estudio en el que en función de los requerimientos, elegiremos los medios más adecuados.

En el apartado Propulsión, en función de unos valores mínimos de caudal y presión que ya conocemos, realizaremos la elección del tipo de bomba más adecuado a nuestra instalación. Y dentro de una selección de bombas pertenecientes al tipo elegido, y con ayuda de unos catálogos, que nos ofrecerán la curva característica así como las de rendimiento y potencia, elegiremos la que nos reporte mejores condiciones.

En el estudio Distribución, conociendo la capacidad corrosiva, tanto del agua salada como la del líquido espumoso, elegiremos el material que formará el entramado que nos reporte la mayor seguridad ante la corrosión y ante la resistencia mecánica que solicitarán la presión, las vibraciones, el propio peso de la tubería más el del líquido que circula por ella, etc....

La regulación de la presión, la llevaremos a cabo principalmente mediante el empleo de un sistema electrónico, compuesto de:

- Un transmisor de presión que controlará la presión en un punto determinado.
- Un regulador indicador de presión, que en función del valor de la presión que le demos a entender, queremos en el punto mencionado anteriormente, enviará una señal al siguiente elemento.
- Un variador de la frecuencia de la corriente eléctrica que alimenta a uno de los grupos motor-bomba, y por tanto, variador también de la velocidad de giro del mismo; con lo que variará tanto la presión como el caudal de descarga.

Tras éste punto clave, del cual conocemos su presión, ya que es el valor que presenta como consigna el regulador de presión. Contaremos con regulación manual accionando la válvula de compuerta correspondiente a cada boca contraincendios, de manera que, como pide la normalización SOLAS, la manguera sea controlable.

Incluiremos también una serie de apartados (anexos) de información general sobre contraincendios, que servirá para comprender mejor este tipo de proyecto de lucha contra el fuego.

El siguiente apartado con que contará el proyecto será el referente al presupuesto de la instalación. Tendremos que realizar unos cálculos de los costes totales de lo que a material se refiere, más los costes del montaje de los mismos, que darán como resultado la propia línea de contraincendios de agua.

En el apartado de Planos y detalles, incluiremos los planos de la instalación, así como diversos dibujos de componentes de la línea.

3.- CÁLCULOS.

3.1.- MÍNIMO CAUDAL A SUMINISTRAR POR LAS BOMBAS DE CONTRAINCENDIOS.

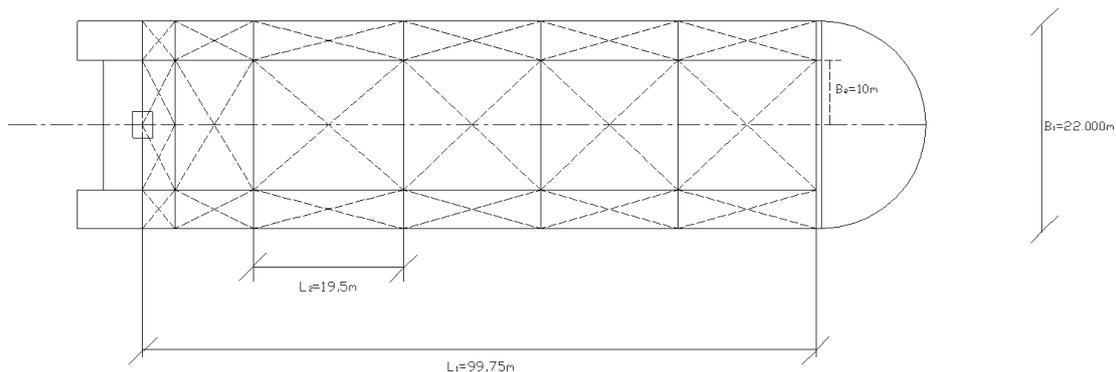
Será el caudal correspondiente al caso más extremo, es decir, cuando estando el buque en lastre, se produzca un incendio en la zona de tanques. Teniendo que entrar en acción el sistema de contraincendios por espuma.

Será la suma del caudal de agua A que junto con el de líquido espumoso, forman el caudal mínimo de solución espumosa, más el caudal B que suministrará los dos chorros de agua adicionales exigidos.

Basándonos en la regla 61, apartado 3 de SOLAS, podemos calcular el caudal mínimo de solución acuoespumosa que deberán arrojar los cañones de espuma. Y en base a éste, el caudal A, o porcentaje de agua que compone al anterior.

3.1.1.- Dimensiones del área protegida.

Es la superficie obtenida de multiplicar la máxima manga del barco (B_1), por la extensión longitudinal total de los espacios destinados a la carga (L_1).



$$A_1 = B_1 \times L_1 = 22.000 \times 99.75 = 2194,5 \text{ m}^2$$

3.1.1.2.- Área A_2 del tanque que presente mayor sección horizontal.

La obtendremos como resultado del producto de la extensión transversal (B_2) de dicho tanque, por el largo (L_2) de éste.

$$A_2 = B_2 \times L_2 = 9.425 \times 19.5 = 195 \text{ m}^2$$

3.1.2.- Cantidad de solución acuespumosa a suministrar.

No será menor que el mayor de los siguientes valores:

1.- $Q_1 = 2 \text{ l / min.}$ por metro cuadrado de área A_1 de cubierta de zona de tanques (regla 61, apartado 3.1).

$$Q_1 = 2 \times A_1 = 2 \text{ (l / min.)} \times 2194.5 \text{ (m}^2\text{)} = 4389 \text{ l} \times \text{m}^2 / \text{min.}$$

2.- $Q_2 = 20 \text{ l / min.}$ por metro cuadrado del área A_2 de la sección horizontal, del tanque que presente la mayor (regla 61, apartado 3.2.).

$$Q_2 = 20 \times A_2 = 20 \text{ (l / min.)} \times 195 \text{ (m}^2\text{)} = 3900 \text{ l} \times \text{m}^2 / \text{min.}$$

3.- $Q_3 = 10 \text{ l / min.}$ por metro cuadrado de la superficie protegida, por el mayor cañón lanzador, encontrándose toda esa superficie a proa de dicho monitor, y sin que la descarga pueda ser inferior a 1250 l / min (regla 61, apartado 3.3).es igual ver el Q4 si es una especificación para quimiqueros.

$$Q_3 = 10 \text{ l/min.} / \text{m}^2 \times A_3 = 10 \times 429 = 4290 \text{ l/min}$$

4.- $Q_4 = 10 \text{ l/min}$ por m^2 de Area de la zona de los calentadores (protección con toberas).

$$Q_4 = 10 \text{ l/min} \times \text{Area} \quad \text{Area Calentadores} = 27 \text{ m}^2$$

$$Q_4 = 10 \text{ l/min.} / \text{m}^2 \times 27 \text{ m}^2$$

$$Q_4 = 279 \text{ l/min}$$

$$q \text{ tobera} = 80 \text{ l/min}$$

$$\text{Cantidad de toberas} = Q_4 / q = 279 / 80 = 3.5 \text{ (4 Toberas)}$$

$$Q_{4(\text{REAL})} = N \times q = 4 \times 80 = 360 \text{ l/min}$$

Total capacidad del sistema asumida, un monitor de espuma y toberas de los calentadores en acción. $Q_3 + Q_4$.

$$Q_t = 4650 \text{ l/min}$$

LA DISTANCIA ENTRE MONITORES SERÁ CALCULADA DE ACUERDO CON ESTE REQUERIMIENTO, (en apartado 3.3.3).

3.1.2.1.- Elección del mayor valor entre Q₁ y Q₂.

Caudal requerido ; A = 4389 l / min. De solución acuoespumosa.

3.1.2.2.- Cantidad de agua, A, componente de la solución acuoespumosa.

$$A = \frac{Q \times 97}{100} = \frac{4389 \times 97}{100} = 4257.33 \text{ l / min.}$$

3.1.2.3.- Cantidad de líquido espumoso, L, y tamaño del tanque.

El porcentaje de líquido espumoso es del 3%, y teniendo en cuenta que la instalación cuenta con sistema de gas inerte, se deberá mantener el régimen de evacuación durante treinta minutos (ver punto 4 de la regla 61 de SOLAS).

$$L = Q \times 3 \% \times 20 = \frac{4389 \times 3 \times 20}{100} = 2633.4 \text{ l}$$

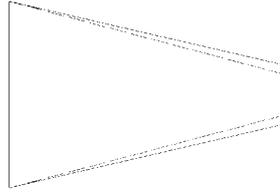
Luego, el tanque tendrá una capacidad estándar mínima de 4.5 m³.

3.1.3.- Cálculo de B o caudal necesario para cubrir los dos chorros de agua mínimo, en la situación más desfavorable.

Según la regla 61, apartado 10 de SOLAS (ver normalización, en Anexos), se cubrirán los dos chorros de agua mínimos, a la presión de 0.27 N / mm², a través del colector contraincendios, cuando esté en funcionamiento el sistema contraincendios por espuma.

El sistema se diseñará de forma que podamos contar con este servicio mínimo en la situación más desfavorable, que será cuando las bocas de contraincendios a abastecer, sean las dos últimas bocas del colector de contraincendios instalado en la cubierta principal. Estas bocas serán usadas con lanzas con boquillas de 19 mm de diámetro.

Con la ayuda de Bernouilli, y conociendo el diámetro de la boquilla de la lanza, así como el de la boca contraincendios y la presión mínima que imperará en ésta, calcularemos el caudal de agua que arrojará cada boca.



$$P_1 = 270000 \text{ n} / \text{mm}^2$$

$$\varnothing_{\text{int}} = 53.10 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{nominal}} = 50 \text{ mm}$$

$$P_2 = P_{\text{atm}}$$

$$\varnothing_{\text{lanza}} = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Según Bernouilli: } p + \frac{\rho \times v^2}{2} + (\rho \times g \times h) = \text{cte}$$

El primer término es la presión ejercida sobre el fluido. El segundo y tercer término representan, la presión producida por la velocidad del fluido y la debida al desnivel respectivamente.

En nuestro caso, considerando despreciable la pérdida de presión debida al rozamiento del agua en su recorrido a través de la manguera y de la lanza tendremos:

$$P_1 + \left(\rho \times v_1^2 \times \frac{1}{2} \right) + (\rho \times g \times h) = P_2 + \left(\rho \times v_2^2 \times \frac{1}{2} \right) + (\rho \times g \times h)$$

Siendo la densidad del fluido, en este caso agua salada cuya densidad es de $1.026 \text{ kg} / \text{dm}^3$.

3.1.3.1.- Situación más desfavorable.

Considerando: P en N / m^2 ; ρ en Kg / m^3 ; v en m / s

$$(0.270 \times 10^6) + (1.026 \times v_1^2 \times \frac{1}{2}) = (10.134 \times 10^4) + (1.026 \times v_2^2 \times \frac{1}{2})$$

Como además:

$$V_1 \times S_1 = v_2 \times S_2 \quad \longrightarrow \quad v_1 = \frac{v_2 \times S_2}{S_1} = \frac{v_2 \times D_2^2}{D_1^2}$$

Siendo S_1 , D_1 y S_2 , D_2 la sección y el diámetro respectivos de la boca contraincendios y de la lanza usada.

Sustituyendo v_1 en la sección (1) obtenemos:

$$(27 - 10.134) \times 10^4 \times 2 \times 53.100^4 + ((19^4 - 53.100^4) \times 1.026 \times v_2^2) = 0$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{[(10.134 - 27) \times 10^4 \times 2 \times 53.100^4]}{[(19^4 - 53.100^4) \times 1.026]}} = 18.28 \text{ m/s}$$

$$B_1 = v_2 \times S_2 \times 2_{\text{chorros}} = \frac{18.282 \times \pi \times 19^2 \times 2 \times 3600}{4 \times 16^6} = 37.320 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.1.4.- Mínimo caudal a suministrar por las bombas contraincendios.

Caudal a suministrar por proporcionador de espuma: 4650 l/min por lo que la mínima capacidad de las bombas de agua serán;

M= 3%

Q= 4650 l/min

$$C_f = \frac{Q(l/\text{min}) \times 60 \text{ min} \times (100 - M)}{1000 \times 100} = 271 \text{ m}^3/\text{h}$$

Nota; Esta es la capacidad mínima de una bomba de agua, como en este caso tenemos dos bombas funcionando independientemente, tendríamos que multiplicar este valor por 2 unidades.

3.1.4.1.- Mínimo caudal a suministrar para la situación más desfavorable.

Será pues la suma del caudal exigido para el sistema contraincendios por espuma más el correspondiente a los dos chorros de agua:

$$Q_{\text{min}} = Q_{\text{esp}} + Q_{\text{agua}} = A + B = 542.000 + 37.320 = 579.320 \text{ m}^3/\text{h}$$

3.2.- PRESIÓN CORRESPONDIENTE AL CAUDAL SUMINISTRADO.

Según la curva característica de las bombas contraincendios (Ver apart. 3.7):

$$Q_1 = 579.320 \text{ m}^3/\text{h} \rightarrow \text{ATM} = 110 \text{ mca} = 11.505 \text{ kg/cm}^2 = 11.290 \text{ bars}$$

(ver punto 2.7)

3.3.- NÚMERO DE MONITORES.

3.3.1.- Capacidad mínima del monitor.

Al menos 50 % (Q_{min}) del caudal Q de solución espumosa (Mínimo caudal a suministrar por las bombas de contraincendios, apartado 3.4), podrá ser liberado por cada uno de los monitores (Anexos (Normalización regla 61, apartado 5)).

$$Q_{\text{min}} = Q \times 0.500 = 4389 \times 0.500 = 2194.5 \text{ l/min.}$$

3.3.2.- Radio de cobertura del monitor.

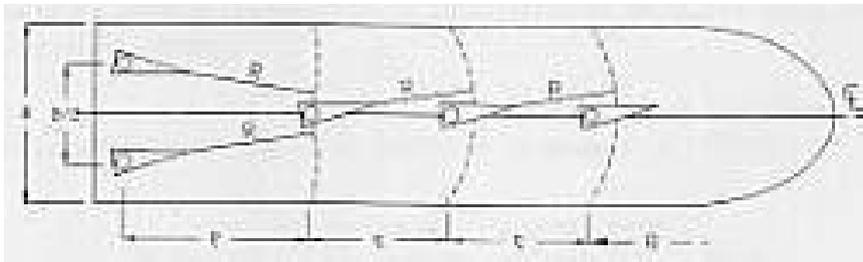
La distancia desde el monitor al punto más extremo del área protegida por el monitor, no será mayor del 75 % de R_o (Ver (Anexo, Normalización, regla 61, apartado 6.2.) y (apartado 3.4.7.1. Características del monitor):

$$R = R_o \times 0.750 = 60 \times 0.750 = 45.000 \text{ m.}$$

3.3.3.- Distancia entre monitores.

3.3.3.1.- Distanciamiento de los monitores en función de la capacidad mínima por metro cuadrado de los mismo.

Según el párrafo 6.1 de la regla 61 de SOLAS (Anexo, normalización): La capacidad de todo cañón (Q_m) no será inferior a 3 l / min. Por metro cuadrado de superficie protegida por él, estando dicho área delante del monitor. Y nunca menor a 1250 l / min.



3.3.3.1.1.- Componente longitudinal, P_1 , de la distancia comprendida entre los monitores situados a la fachada de la toldilla, y el cañón colocado a popa de la cubierta de tanques.

Como contamos, en la misma línea transversal al eje del empuje del buque, tendremos que dividir entre dos la manga del mismo, que compondrá el segmento corto de la superficie rectangular a proteger por el monitor. También contamos con la capacidad de cada monitor $Q_m = 5000 \text{ l / min.}$ (Ver apartado 3.3.1.), así que podemos hallar en función del apartado 3.3.1, el segmento largo del rectángulo, que es lo que buscamos:

$$P_1 = \frac{Q_m}{10 \times B / 2} = \frac{4290(\text{l / min.})}{10(\text{l / min.} \times \text{m}^2) \times 42 / 2(\text{m})} = 39 \text{ m}$$

3.3.3.1.2.- Distancia, P_2 , entre los monitores de la cubierta de tanques.

$$P_2 = \frac{Q_m}{10 \times B} = \frac{4290(\text{l / min.})}{10(\text{l / min.} \times \text{m}^2) \times 43} = 19.5 \text{ m}$$

3.3.3.2.- Distancia ente los monitores en función del alcance R de los mismos.

3.3.3.2.1.- Componente longitudinal, P_1' , de la distancia comprendida entre los monitores situados a la fachada de la toldilla, y el cañón colocado a popa de la cubierta de tanques.

Según el teorema de Pitágoras, conociendo la longitud de la hipotenusa R y la del segmento corto, que es un cuarto de la manga B. P_1' , valdrá:

$$P_1' = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B}{4}\right)^2} = \sqrt{45.87^2 - \left(\frac{42}{4}\right)^2} = 44.66m$$

3.3.3.2.2.- Distancia, P_2' , entre los monitores de la cubierta de tanques.

$$P_2' = \sqrt{R^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2} = \sqrt{45.870^2 - \left(\frac{43}{2}\right)^2} = 43.63m$$

3.3.3.3.- Elección entre P_1 y P_1' .

Para P_1 usaremos el valor más bajo entre P_1 y P_1' : $P_1' = 39$ m

3.3.3.4.- Elección ente P_2 y P_2' .

Para P_2 usaremos el valor mas bajo ente P_2 y P_2' : $P_2' = 19.5$ m

3.3.4.- Número de monitores.

Siendo L_1 la eslora entre perpendiculares, tendremos:

$$N^\circ = \frac{L_1 - P_1'}{P_2} + 2 = \frac{99.75(m) - 39(m)}{19.5(m)} + 2 = 5.115 ; N^\circ = 6$$

3.4.- Perdida de carga en el tramo de aspiración.

3.4.1.- Cálculo de las pérdidas de carga en la situación más desfavorable (Ver punto 3.1.3. de Cálculos).

En realidad, bombearemos agua salada a una temperatura media de 5° C. Como a dicha temperatura, la viscosidad cinemática del agua salada es muy aproximada a la del agua dulce; consideraremos las longitudes equivalentes a los accesorios, que nos proporcionan las tablas anexas, como si estuviesen referidas al agua salada.

3.4.1.1.- Pérdida de carga en el tramo de aspiración.

Como se trata de dos tramos de aspiración iguales ($\phi_{\text{ext}} = 193.700 \text{ mm}$; $e = 6.300 \text{ mm}$), tanto en dimensiones como en el caudal que los circulará, calcularemos la pérdida de carga en un tramo y lo doblaremos.

1) Caudal:

$$Q = \frac{Q_t}{2} = \frac{579.32}{2} = 289.66 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{Q \times 4}{\pi \times D^2} = \frac{289.66 \times 4}{\pi \times 181.100^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 3.124 \text{ m / s}$$

3) N° de Reynolds (viscosidad cinemática del agua salada 5° C = 1.5614 m²/s):

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{3.124 \times 181.100 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 362432$$

4) Rugosidad relativa:

$$Er = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{181.100} = 8.283 \times 10^{-4}$$

5) Coeficiente de fricción:

$$f = 0.014$$

6) Pérdida por accesorios:

Válvula de pie ----- 1 x 155.520 m
Codo 90° radio largo ----- 1 x 4.150 m
Válvula de compuerta ----- 1 x 1.250 m

Con lo cual la longitud equivalente a la pérdida de carga en los accesorios en metros de tubería recta del mismo diámetro será:

$$Le = 160.920 \text{ m}$$

7) Pérdida de carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.014 \times (1.57 + 160.92) \times 3.124^2}{181.100 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.81} = 6.253 \text{ mca}$$

La pérdida de carga total en la aspiración será:

$$h_t = h \times 2 = 6.253 \times 2 = 12.507 \text{ mca} \quad \text{Nota : ya que los dos tramos son simetricos.}$$

3.4.1.2.- Pérdida de carga en la descarga.

3.4.1.2.1 Tramo comprendido entre las descargas de las bombas y la 1ª plataforma.

Tramo 1.1.

Se trata de la tubería de descarga de la bomba. Como cada bomba suministrará la mitad del caudal y las tuberías de descarga son simétricas, hallaremos las pérdidas de carga en una de ellas y doblaremos el resultado.

$$\varnothing_{\text{nominal}} = 150 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{ext}} = 168.300 \text{ mm}$$

$$\varnothing_{\text{int}} = 157.100 \text{ mm}$$

$$\text{Caudal} = 289.66 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Viscosidad cinemática del agua salada a } 5^\circ \text{C, } \nu = 1.5614 \times 10^{-6} \text{ m}^2 / \text{s}$$

1) Velocidad:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{289.66 \times 4}{\pi \times 157.100^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 4.150 \text{ m / s}$$

2) N° de Reynolds:

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{4.150 \times 157.100 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 417757$$

3) Rugosidad Relativa:

Según las tablas de rugosidad E para el acero galvanizado es 0.150 mm (ver diagrama de Moody en Anexo), luego Er será:

$$Er = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{157.100} = 9.550 \times 10^{-4}$$

4) Coeficiente de Fricción:

Con el valor de Er y del nº de Reynolds, acudimos al diagrama de Moody, según el cual:

$$f = 0.0205$$

5) Pérdidas por Accesorios:

Válvula de compuerta	1 x 1.050 m
Antiretorno	1 x 86.300 m
Curva de 90 radio largo.....	1 x 3.450 m
Te (paso de ramal a colector).....	1 x 13.300 m

$$L_e = 104.100 \text{ m}$$

6) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0205 \times (7.25 + 104.10) \times 4.150^2}{157.100 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 12.755 \text{ mca}$$

Como se trata de 2 tramos idénticos, doblaremos el resultado:

$$h = 12.755 \times 2 = 25.55 \text{ mca}$$

Tramo 1.2.

Este segundo tramo de $\varnothing_{\text{ext}} = 168.300 \text{ mm}$ y espesor 5.600 mm , acoge los caudales de las tuberías de descarga de las bombas.

1) Velocidad:

$$v = \frac{Q}{S} = \frac{579.32 \times 4}{\pi \times 157.100^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 8.3041 \text{ m / s.}$$

2) N° de Reynolds:

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{8.3041 \times 157.100 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 835730$$

3) Rugosidad Relativa:

$$Er = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{157.100} = 9.550 \times 10^{-4}$$

4) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.0198$$

5) Pérdida por Accesorios:

Válvula accionada hidráulicamente..... 1.050m

$$L_e = 1.050 \text{ m}$$

6) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0198 \times (1.95 + 1.050) \times 8.3041^2}{157.100 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 1.532 \text{ mca}$$

Tramo 1.3.

1) Velocidad:

$$v = \frac{v_{ant} \times D_{ant}^2}{D^2} = \frac{8.304 \times 157.100^2}{309.700^2} = 2.136 \text{ m / s}$$

2) N° de Reynolds:

$$R = \frac{v \times D}{\nu} = \frac{2.136 \times 309.700 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 423931$$

3) Rugosidad Relativa:

$$Er = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{309.700} = 4.840 \times 10^{-4}$$

4) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.018$$

5) Pérdidas por Accesorios:

Codo 45° 2 x 7.100 m

$$L_e = 14.200 \text{ m}$$

6) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.018 \times (1.70 + 14.200) \times 2.136^2}{309.700 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.214 \text{ mca}$$

3.4.1.2.2.- Tramo comprendido ente 1ª y la 2ª plataforma.

Como el diámetro y el caudal son iguales a los del tramo anterior, la velocidad, rugosidad relativa, N° de Reynolds y por tanto el coeficiente de fricción permanecerán constantes, hasta que no exista un cambio en el diámetro de la tubería.

$$V = 2.136 \text{ m/s} ; Er = 4.840 \times 10^{-4} ; f = 0.018 ; R = 423931$$

1) Pérdida por Accesorios:

Accesorios:

Te (paso de colector a ramales) 1 x 21.250 m
Codo 45° 1 x 7.100 m

$$Le = 35.45 \text{ m}$$

2) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.018 \times (1.615 + 35.45) \times 2.136^2}{309.700 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.503 \text{ mca}$$

3.4.1.2.3.- Tramo comprendido entre 2ª y cubierta principal (incluyendo la “T” de la cbta principal).

$$V = 2.136 \text{ m/s} ; Er = 4.840 \times 10^{-4} ; f = 0.018 ; R = 423931$$

1) Pérdida por Accesorios:

Te (paso de colector a ramales) 1 x 21.250 m
Codo 90° radio largo 2 x 7.9 m

$$Le = 37.3 \text{ m}$$

2) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.018 \times (4.25 + 37.3) \times 2.136^2}{309.700 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.562 \text{ mca}$$

NOTA ACLARATORIA:

En este punto es necesario introducir una serie de aclaraciones, para justificar el uso de varios datos que se necesitan para seguir calculando la pérdida de carga en cubierta.

Al llegar el caudal a cubierta es necesario dividirlo. Una parte se dirigirá al local de baldeo y el resto hacia el de espuma, el caudal es dividido de la siguiente forma:

Siendo;

Q_T = Caudal total.

Q_b = Caudal para baldeo.

Q_e = Caudal para local de espuma.

$Q_T = Q_b + Q_e$

Necesitamos saber para el cálculo de los caudales la presión en la Te (P_T) y en la entrada del proporcionador.

Presión en la Te (P_T).

$P_T = ATM - h_a - h_i - H_{gt}$

$ATM = 112.86$ mca

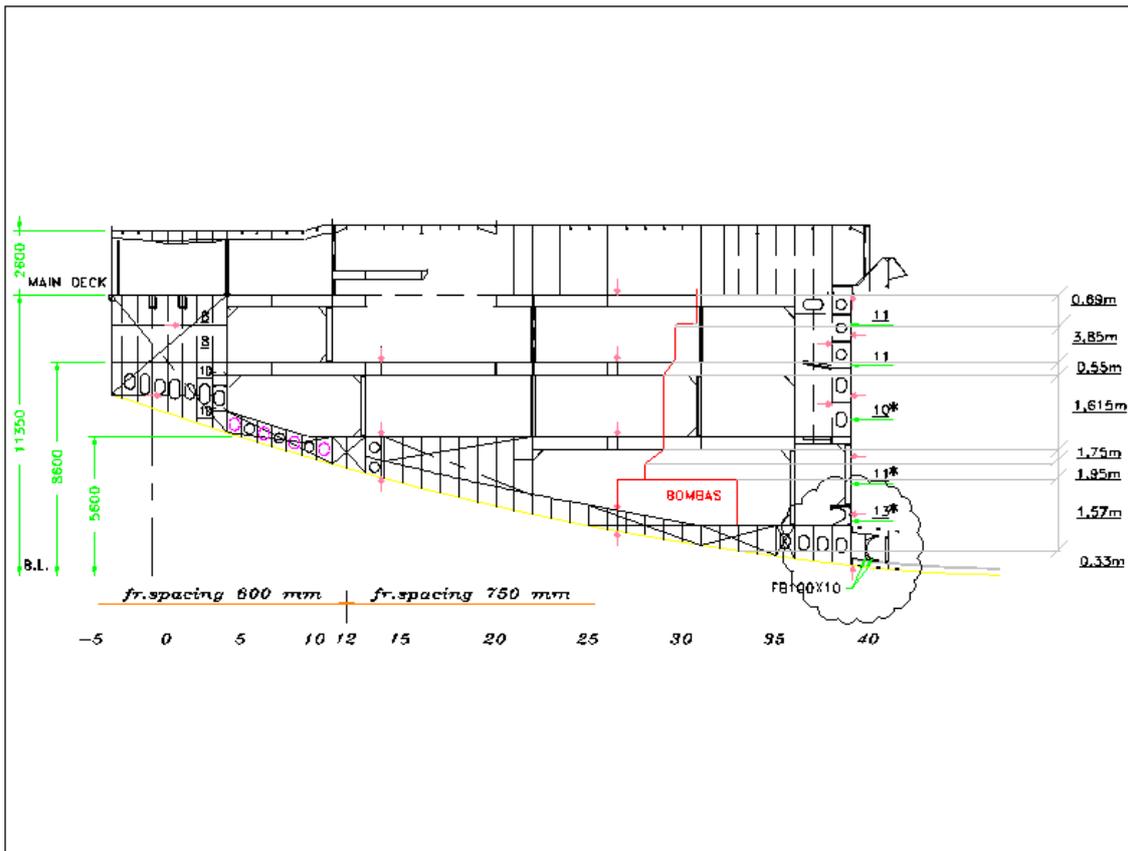
$H_{gi} = 9.835 \times 1.026 = 10.085$ mca ; (Multiplicamos por 1.026, porque en realidad la columna estará llena de agua salada).

$H_{ga} = 1.55 \times 1.026 = 1.5903$ mca

$h_i = 25.55 + 1.532 + 0.214 + 0.503 + 0.562 = 27.858$ mca

$h_a = 12.507$ mca

$P_T = 112.86 - 10.085 + 1.5903 - 27.858 - 12.507 = 63.99$ mca



Ya tenemos la presión en la Te ($P_T = 63.99$ mca), la presión del proporcionador será la de la Te, menos la pérdida de carga hasta el proporcionador. Calculamos la pérdida de carga dividiendo la distancia en los dos siguientes tramos:

1.- Desde la Te hasta la disminución de diámetro antes del proporcionador.

Al no haber cambiado el diámetro desde el tramo anterior seguiremos teniendo idénticos valores de velocidad, rugosidad relativa, N° de Reynolds y coeficiente de fricción.

$V = 2.136$ m/s ; $Er = 4.840 \times 10^{-4}$; $f = 0.018$; $R = 423931$

1) Pérdida por Accesorios:

Te (paso de colector a ramales).....	1 x 21.25 m
Válvula de retención.....	1 x 28.60 m
Válvula de compuerta.....	1 x 2.4 m

$L_e = 52.25$ m

2) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L \times L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.018 \times (0.50 + 52.25) \times 2.136^2}{309.700 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.712 \text{ mca}$$

2.- Desde el comienzo de la disminución de diámetro, hasta la llegada al proporcionador de espuma.

En este caso cambia el diámetro por lo que tendremos que calcular los datos que antes permanecían constantes, de la forma que sigue:

1) Velocidad:

$$V = \frac{V_{ant} \times D_{ant}^2}{D^2} = \frac{2.136 \times 309.7^2}{206.5^2} = 4.804 \text{ m / s}$$

2) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{4.804 \times 206.5 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 635973$$

3) Rugosidad Relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{206.5} = 7.263 \times 10^{-4}$$

4) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.019$$

5) Pérdida por Accesorios:

No existen accesorios en este tramo, por lo que $L_e = 0 \text{ m}$

6) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L \times L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.019 \times (0.5 + 0) \times 4.804^2}{206.5 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.0541 \text{ mca}$$

7) Presión en el proporcionador:

Para conocer la presión en cualquier punto tenemos que saber la presión en un punto anterior y sumarle la pérdida de carga desde ese punto anterior hasta el punto que deseamos saber la presión. En este caso tendremos:

$P_T =$ Presión en la Te que llega a cubierta.

P_e = Presión en el proporcionador.

h' = Perdida de carga entre los dos puntos

$$P_e = P_T - h' = 61.140 - 0.482219 = 60.65 \text{ mca}$$

Una vez conocidas las presiones aplicamos Bernouilli:

$$\frac{P_T}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \times g} = \frac{P_e}{\gamma} + \frac{V^2}{2 \times g} + \frac{f \times (L + L_e) \times V^2}{2 \times g \times D}$$

$$\frac{6.140 \times 10^4}{1026} = \frac{6.065 \times 10^4}{1026} + \frac{f \times 53.25 \times V^2 \times 10^3}{2 \times 9.81 \times 309.7}$$

$$\text{y } V = \frac{R \times v}{D}$$

$$R \times \sqrt{f} = \frac{D}{v} \times \sqrt{\frac{2 \times g \times (P_T - P_e) \times D}{L + L_e}}$$

$$R \times \sqrt{f} = \frac{309.7 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} \times \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 0.48 \times 309.7}{53.25 \times 10^3}} =$$

$$= 198347.6367 \times 0.2340 = 46413.3469$$

$$R \times \sqrt{f} = 1.4679 \times 10^4$$

$$\frac{e}{d} = 4.84 \times 10^{-4}$$

Siendo;

e = Tamaño de las imperfecciones superficiales en cm, que para el hierro galvanizado será 0.015.

d = Diámetro interior de la tubería.

Entrando en el diagrama de Moody obtendremos:

$$f = 0.0175$$

Por lo que con los datos obtenidos podremos calcular la velocidad de la forma que sigue:

$$V = \sqrt{\frac{2 \times g \times (P_T - P_e) \times D}{(L + L_e) \times f}} = \sqrt{\frac{2 \times 9.81 \times 309.7 \times 0.48}{53.25 \times 10^3 \times 0.0175}}$$

$$V = 1.769 \text{ m / s}$$

Y con la velocidad y la sección podremos calcular el caudal:

$$Q_e = V \times S = \frac{1.76 \times 3600 \times 309.7^2 \times 10^{-6} \times \pi}{4} = 479.736 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$\text{Por tanto } Q_e = 479.736 \text{ m}^3 / \text{h}$$

Este valor del caudal es el que nos interesa, para poder saber el diámetro del orificio que nos dará la mezcla adecuada en el proporcionador. Como tras el mezclador, ambos colectores se intercomunican, nos apoyaremos en la regulación manual, mediante la válvula que acompaña a cada boca de contraincendios, de manera que evacue el caudal de diseño y sea controlable.

Una vez aclarada la procedencia de una serie de datos que se utilizarán a continuación, continuamos con los cálculos de pérdida de carga de la línea.

3.4.1.2.5.- Tramos en cubierta principal. Sistema de espuma.

Para su cálculo dividiremos la línea en los siguientes tramos:

1-. Desde la Te que llega a cubierta, hasta la disminución de diámetro antes del proporcionador.

1) Velocidad:

$$V = 1.769 \text{ m / s}$$

2) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{1.769 \times 309.7 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 350928$$

3) Rugosidad Relativa:

$$E_r = 4.840 \times 10^{-4}$$

4) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.0182$$

5) Pérdida por Accesorios:

Te (paso de colector a ramales)..... 1 x 21.25 m
Válvula de retención..... 1 x 28.60 m

$$L_e = 49.85 \text{ m}$$

6) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L \times L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0182 \times (0.50 + 49.85) \times 1.769^2}{309.7 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.471 \text{ mca}$$

2.- Entre el comienzo de la disminución hasta el proporcionador (Disminución de diámetro).

En este tramo el caudal aumenta $13.2 \text{ m}^3 / \text{h}$ correspondiente al caudal de líquido espumoso que las bombas de dicho líquido incorporan al colector de espuma. Aunque este caudal es impulsado por las bombas de líquido espumoso, consideramos que el caudal total es impulsado sólo por las bombas contraincendios, como medida de seguridad. Teniendo en cuenta además que el caudal incorporado en el proporcionador es sólo el 3 % del total. Con lo cual será un error despreciable continuar con la misma densidad de fluido.

1) Caudal:

$$Q = Q_{\text{agua}} + Q_{\text{liq}} = 479.736 + 13.200 = 492.936 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{492.936 \times 4}{\pi \times 206.5^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 4.084 \text{ m / s}$$

3) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{4.084 \times 206.5 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 539258$$

4) Rugosidad Relativa:

$$E_r = 7.260 \times 10^{-4}$$

5) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.0188$$

6) Pérdida por Accesorios:

Te (paso de colector a ramales)..... 1 x 4.850 m

$$L_e = 4.850 \text{ m}$$

7) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L \times L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0188 \times (0,95 + 4.850) \times 4.084^2}{206.500 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.4492 \text{ mca}$$

3-. Desde la salida del proporcionador hasta la Te que conecta con el penúltimo cañón, que es el más cercano a las bombas de los dos monitores mas lejanos.

1) Caudal:

$$Q = 492.936 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$V = \frac{V_{ant} \times D_{ant}^2}{D^2} = \frac{4.084 \times 206.5^2}{309.7^2} = 1.8156 \text{ m / s}$$

3) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{1.815 \times 309.7 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 360093$$

4) Rugosidad Relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{309.7} = 4.840 \times 10^{-4}$$

5) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.018$$

6) Pérdida por Accesorios:

Te (paso a través del colector).....10 x 7.900 m

Válvula de compuerta..... 7 x 2.400 m

Codo 90°..... 6 x 7.900 m

$$L_e = 143.2 \text{ m}$$

7) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L \times L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.018 \times (72.12 + 143.2) \times 1.8156^2}{309.7 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 2.102 \text{ mca}$$

4.- Desde la Te anterior, hasta la disminución de diámetro.

El caudal que recorrerá este tramo será la diferencia entre el caudal total y el descargado por el cañón anterior, que es exactamente la mitad.

1) Caudal:

$$Q = \frac{Q_T}{2} = \frac{479.736}{2} = 239.868 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{239.868 \times 4}{\pi \times 309.7^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 0.8845 \text{ m / s}$$

3) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0.8845 \times 309.7 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 175483$$

4) Rugosidad Relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{309.7} = 4.840 \times 10^{-4}$$

5) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.0195$$

6) Pérdida por Accesorios:

Te (paso a través del colector)..... 3 x 7.900 m

Válvula de compuerta..... 2 x 2.400 m

$L_e = 220.9 \text{ m}$

7) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L \times L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0195 \times (35.06 + 28.5) \times 0.8845^2}{309.7 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.160 \text{ mca}$$

3.4.1.2.6.- Tramos en cubierta principal. Sistema de baldeo.

A través de este tramo, comienzo del colector de baldeo y contra incendios, circulará la otra parte del caudal dividido en la primera Te de cubierta, o sea, la diferencia entre el caudal total y el que circula a través del mezclador. (Ver apart. 3.4.1.2.5.).

1.- Desde la Te de llegada a cubierta, hasta la conexión al colector de la boca contra incendios.

1) Caudal:

$$Q_b = Q_T - Q_e = 579.320 - 479.736 = 99.58 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{99.58 \times 4}{\pi \times 157.1^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 1.427 \text{ m / s}$$

3) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{1.427 \times 157.1 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 143614$$

4) Rugosidad Relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{157.1} = 9.54 \times 10^{-4}$$

5) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.024$$

6) Pérdida por Accesorios:

Codo 90°.....	5 x 3.450 m
Te (paso del ramal al colector)	2 x 13.30 m
Te (paso a través del colector).....	8 x 3.450 m
Válvula de compuerta.....	1 x 197.2 m

$$L_e = 268.65 \text{ m}$$

7) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.024 \times (82.12 + 268.65) \times 1.427^2}{157.1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 5.565 \text{ mca}$$

2.- Desde la conexión al colector de la boca contraincendios, hasta la reducción de diámetro de la última.

En este tramo el caudal será la mitad del correspondiente al tramo anterior.

1) Caudal:

$$Q = \frac{Q_T}{2} = \frac{99.58}{2} = 49.79 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$V = \frac{Q}{S} = \frac{49.79 \times 4}{\pi \times 157.1^2 \times 10^{-6} \times 3600} = 0.7158 \text{ m / s}$$

3) N° de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{0.7158 \times 157.1 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 72044$$

4) Rugosidad Relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{157.1} = 9.55 \times 10^{-4}$$

5) Coeficiente de Fricción:

$$f = 0.0175$$

6) Pérdida por Accesorios:

Te (paso a través del colector).....	1 x 3.450 m
Válvula de retención horizontal.....	1 x 86.30 m
Válvula de compuerta	1 x 1.050 m

$$L_e = 90.8 \text{ m}$$

7) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0175 \times (9.18 + 90.8) \times 0.7158^2}{157.1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 0.291 \text{ mca}$$

3.- Desde la disminución hasta la boca contraincendios.

1) Caudal:

$$Q = 49.79 \text{ m}^3 / \text{h}$$

2) Velocidad:

$$V = \frac{V_{ant} \times D_{ant}^2}{D^2} = \frac{0.7158 \times 157.1^2}{53.1^2} = 6.265 \text{ m / s}$$

3) Nº de Reynolds:

$$R = \frac{V \times D}{\nu} = \frac{6.26 \times 53.1 \times 10^{-3}}{1.5614 \times 10^{-6}} = 212944$$

4) Rugosidad Relativa:

$$E_r = \frac{E}{D} = \frac{0.150}{53.1} = 2.82 \times 10^{-3}$$

5) Coefficiente de Fricción:

$$f = 0.015$$

6) Pérdida por Accesorios:

Válvula de compuerta..... 1 x 0.280 m
Codo 90°..... 2 x 1.700 m

$$L_e = 3.68 \text{ m}$$

7) Pérdida de Carga:

$$h = \frac{f \times (L + L_e) \times v^2}{D \times 2 \times g} = \frac{0.0155 \times (10.5 + 3.68) \times 6.26^2}{53.1 \times 10^{-3} \times 2 \times 9.810} = 8.273 \text{ mca}$$

3.5.- CÁLCULO DE LA ALTURA NETA POSITIVA DISPONIBLE EN LA ASPIRACIÓN, NSHD.

La altura neta positiva disponible en la aspiración es igual a la diferencia entre la altura total en la aspiración y la tensión de vapor del fluido a la temperatura en que se encuentre, o sea:

$$NPSHd = H_a - H_{\text{vapor}} \text{ (ver Anexos, Propulsión, apartado 4.2.2.6.)}$$

Como $H_a = P_a + H_{ga} - h_a$; y la tensión de vapor correspondiente al agua fría, como es nuestro caso, se puede considerar despreciable (Ver Anexos, Propulsión, apartado 4.2.2.6.), y aclarando que, h_a es para el cálculo de NPSHd, la pérdida de carga en la aspiración correspondiente a cada bomba (2 bombas en paralelo), o sea, la mitad de la total. De manera que:

$$NPSHd = P_a + H_{ga} - h_a = 10.330 + 1.5903 - \frac{10.864}{2} = 6.4883 \text{ mca}$$

Como NPSHd es mayor con creces a NPSHr ya que

$$NPSHr = 3.240 \text{ mca}$$

Con lo cual, tendremos asegurado un buen funcionamiento de las bombas.

Nota; NPSHr depende sólo de Δh y $v_a^2/2g$ que son características propias de la bomba, siendo un dato que nos facilitará el constructor.

3.6.- ELECCIÓN DE LA BOMBA.

La elección de la bomba que cubrirá el servicio acoplada en paralela con otra idéntica a ella, la llevaremos a cabo en función del caudal, la altura a que hay que elevarlo y de la altura neta positiva en la aspiración requerida o NPSHr.

Mediante un catálogo de bombas centrífugas, en el cual podemos observar la curva característica caudal-altura correspondiente a cada bomba, nos decidimos por la bomba centrífuga cuya curva característica encontraremos en el apart. 3.7. Según la cual, cubriremos el servicio (para una sola bomba, la mitad del caudal elevado a la misma altura), ya que además, $NPSHr < NPSHd$.

3.7.- POTENCIA CONSUMIDA AL CALADO DE LASTRE.

El grupo motor-bomba no regulador (ver apartado 3.9. Regulación), consumirá la mayor potencia en esta situación de lastre, que presenta el calado más desfavorable. Así podremos hallar la potencia mínima exigible del motor accionador.

Hemos de tener en cuenta que bombearemos agua salada a una temperatura media supuesta de 5° C, cuya viscosidad cinemática es de 1.5614 mm² / s, no diferenciándose mucho de 1.5169 mm² / s correspondiente al agua dulce a la misma temperatura. De manera que considerando la misma viscosidad cinemática, la altura a la

que las bombas impulsarán el fluido será la misma, pero como el peso específico del agua salada es mayor, esa altura representará una presión manométrica mayor, es decir, 110 mca (metros de columna de agua salada) que equivalen en cuanto a presión se refiere a 112.86 mca.

Los 110 m a que las bombas impulsan el caudal, nos indica en realidad energía que emplean en el impulso, ya que esos metros son en realidad Kg x m / Kg de líquido bombeado. De manera que para conocer la energía consumida por unidad de tiempo, o sea, la potencia, tenemos que multiplicar los 110 Kg x m / Kg de agua salada por todos los kilogramos bombeados en la unidad de tiempo, es decir, el caudal bombeado según la curva característica multiplicado por el peso específico correspondiente.

La potencia hidráulica a este calado será:

$$P_h = ATM \times Q \times \gamma_s = \frac{110(m) \times 289.66(m^3/h) \times 1026(Kg/m^3)}{3600 \times 75} = 121.07 \text{ C.V.}$$

(Caudal, Q, ver punto 2.1.4.1.).

La potencia en el eje del motor accionador será:

$$P_m = \frac{P_h}{\eta_{bomba}} = \frac{121.07}{0.750} = 148.43 \text{ C.V.}$$

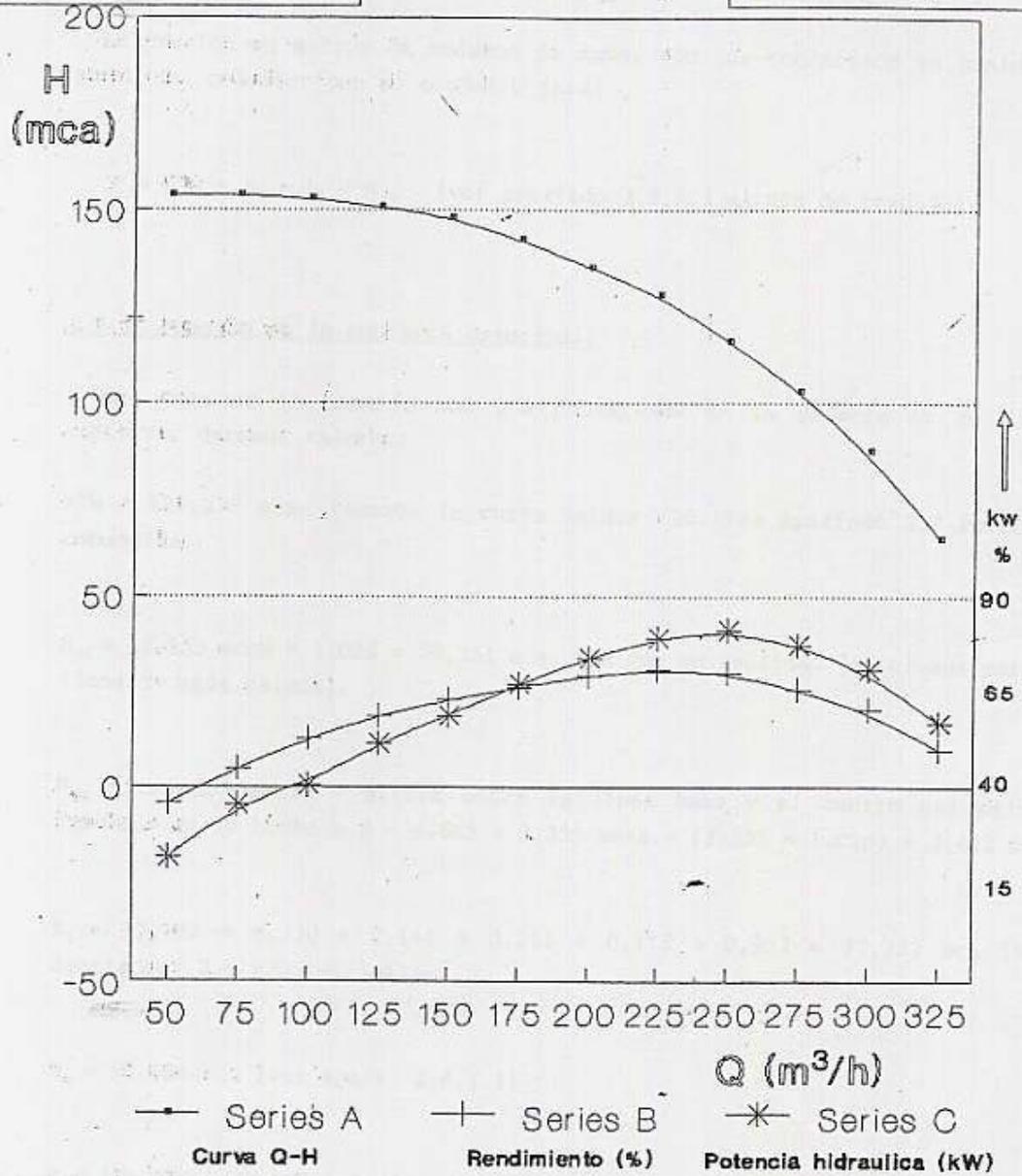
(η_{bomba} en curva característica, página siguiente).

N (rpm)	1.750
Líquido	Agua (temp. media 5 ° C)

THUNE - EUREKA

CURVA CARACTERISTICA

Coef. viscosidad (mm ² /s)	1,52
Densidad (kg/m ³)	1.000



3.8.- PRESIÓN EN LA LÍNEA CUANDO EL CALADO SEA EL DE LASTRE.

En las mediciones de la presión, una vez calculadas las pérdidas de carga, partiremos de la peor condición en cuanto a calado en la que se podría encontrar el buque en caso de incendio. Esta sería cuando el barco se encontrase en lastre, cuyo calado corresponde a 8.300 (Ver apart. 2.1.).

La presión en metros de columna de agua, con que contaremos en cualquier punto del colector con el caudal Q será:

$$P = ATM - h_a - h_i - H_{gt} \text{ (ver apart. 4.2.2.3. **Altura de Trabajo**).$$

3.8.1.- Presión en la cubierta principal.

Para conocer la presión con que contaremos en la primera te de dicha cubierta, tendremos que tener en cuenta los siguientes valores:

$ATM = 112.86 \text{ mca}$ (Aunque la curva marque 110. Ver apartado 3.7. Potencia consumida)

$H_{gi} = 9.835 \text{ mcas} \times 1.026 = 10.090 \text{ mca}$ (Ya que en realidad la columna estará llena de agua salada).

$H_{ga} = \text{calado lastre} - \text{altura entre la línea base y el centro del primer impulsor de la bomba}$
 $1.55 = (1.55 \times 1.026) = 1.5903 \text{ mca}$

$h_i = 25.55 + 1.532 + 0.214 + 0.503 + 0.562 = 27.858 \text{ mca}$ (Ver apartados : 3.4.1.2.1.-2-3-4).

$h_a = 12.507 \text{ mca}$ (Ver apart. 3.4.1.1.).

$$P = 112.86 - 10.090 + 1.5903 - 27.858 - 12.507 = 63.99 \text{ mca}$$

3.8.2.- Presión en el proporcionador de líquido espumoso.

Para obtener la presión en el proporcionador, tenemos que hallar la pérdida de carga, desde el último punto del tramo que precede a éste, y del cual conocemos su presión ($P_{ant} = 63.99 \text{ mca}$), hasta el proporcionador.

$P = P_{ant} - h$; siendo h la pérdida de carga del tramo.

$H = 0,471 + 0.44 = 0.91 \text{ mca}$ (ver apart. 3.4.1.2.5.).

$$P = 63.99 - 0.91 = 63.08 \text{ mca} = 6.308 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 6.190 \text{ bars.}$$

Hay que tener en cuenta que la presión máxima de agua en el proporcionador es de 8.550 bars, para que las bombas de líquido espumoso puedan introducir en el colector de espuma, el líquido proporcional al caudal de agua correspondiente. En el apartado **3.9 Regulación**, exponemos la forma de conseguir dicha presión de forma continua.

La presión que tomaremos como consigna para el sistema de regulación automática, será la que conseguimos en el proporcionador cuando bombeamos mediante ambas bombas el caudal exigido ($Q = 579.66 \text{ m}^3 / \text{cm}^2$). O sea, 6.190 bars.

3.8.3.- Presión en el último monitor.

De la misma forma que en el apartado anterior, restaremos la pérdida de carga desde el mezclador hasta el último monitor, a la presión existente en el proporcionador ($P_{\text{prop}} = 6.190 \text{ bars} = 6.308 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 63.08 \text{ mca}$).

$$P = P_{\text{prop}} - h;$$

$$h = 2.102 + 0.160 + 0.4492 = 2.711 \text{ mca} \text{ (Ver apartado 3.4.1.2.5.)}$$

h es la suma de las pérdidas de carga desde la salida del proporcionador hasta el último monitor.

$$P = 63.08 - 2.711 = 60.36 \text{ mca} = 6.036 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 5.923 \text{ bars.}$$

3.8.4.- Presión en la última boca contraincendios de cubierta.

Para calcularla, partimos también de la presión existente en la primera te del colector en la cubierta superior, te que divide el caudal, y cuya presión es $P_T = 63.99 \text{ mca}$.

$$P = P_T - h;$$

$$h = 5.8877 + 0.319 + 8.273 = 14.469 \text{ mca. (Ver apart. 3.4.1.2.5.)}$$

$$P = 63.99 - 14.469 = 49.521 \text{ mca} = 4.952 \text{ Kg} / \text{cm}^2 = 4.859 \text{ bars}$$

La presión que SOLAS exige en las bocas contraincendios es de $0.270 \text{ N} / \text{mm}^2$, que equivalen a $2.752 \text{ Kg} / \text{cm}^2$. De manera que en este caso, también deberemos producir una pérdida de carga adicional, mediante la válvula de compuerta. Cuando consigamos la presión requerida en la boca, esta evacuará el caudal previsto en los cálculos; pasando el resto del fluido al colector de espuma, encontrándose entonces el sistema en equilibrio.

3.8.5.- Cálculo del golpe de ariete en parada imprevista.

La teoría la encontramos en el apartado 4.3.2. Golpe de ariete.

3.8.5.1.- Cálculo de la velocidad de propagación de la onda.

$$C = \frac{9900}{\sqrt{48.300 + \frac{K \times D}{e}}} = \frac{9900}{\sqrt{48.300 + \frac{0.500 \times 309.7}{7.100}}} = 1182 \text{ m / s}$$

3.8.5.2.- Cálculo del tiempo de anulación del caudal, T.

$$T = C + \frac{K \times L \times v}{g \times H'}$$

Para conocer el valor tanto de C como de k, debemos acudir a los diagramas situados en el apartado 4.3.2. Golpe de ariete.

3.8.5.2.1.- Pendiente, H' / L.

H' o ATM, cuyo valor lo estudiamos en el apartado **4.2. Propulsión.**

$$\frac{H'}{L} = \frac{112.86}{294.775} = 0.382 ; \text{ luego C según el diagrama es nulo.}$$

$$T = 0 + \frac{1.8438 \times 294.775 \times 2.136}{9.810 \times 112.86} = 1.042 \text{ s}$$

3.8.5.3.- Longitud crítica, L_c.

$$L_c = \frac{T \times c}{2} = \frac{1.042 \times 1182}{2} = 616.409 \text{ m} > 294.775 \text{ m} \Rightarrow \text{Impulsión corta.}$$

3.8.5.4.- Fórmula de Micheaud.

$$\Delta H = \frac{2 \times L \times v}{g \times T} = \frac{2 \times 294.775 \times 2.136}{9.810 \times 1.042} = 123.192 \text{ mca}$$

3.8.6.- Techo de presiones.

Al tener el colector de 300 mm de diámetro nominal, un espesor de 7.100 mm, y teniendo en cuenta que el módulo de elasticidad del acero, $E = 1200 \text{ Kg / cm}^2$; la tubería en si podría soportar una presión de unos 55 Kg / cm^2 . Según mostramos en el punto **Resistencia de tuberías**, del apartado **3.10 Resistencia de la distribución**. De manera que, las tubuladuras no presentarán problemas respecto a la presión. Sin embargo, hay que contar con las vibraciones que influyen de manera notable en la resistencia de la tubería. Así como otros ademanos: tensiones térmicas, corrosión, esfuerzos de flexión...

Las válvulas de compuerta situadas a la descarga de las bombas, tienen una presión máxima de trabajo de $16.300 \text{ Kg} / \text{cm}^2$. Y según la figura de la página siguiente, la suma que hacen la presión del golpe de ariete (Ver apartado anterior), y la presión correspondiente a la altura geométrica desde las válvulas de retención situadas en las descargas de las bombas, hasta la cubierta principal es:

$$H_{gi} = 10.090 \text{ mca}$$

$$\Rightarrow H_{gi} + \Delta H = 10.090 + 123.192 = 133.282 \text{ mca}$$

$$\Delta H = 133.282 \text{ mca}$$

Para poder calcular el punto desde donde instalaremos una segunda válvula de retención sin freno, que impedirá que a efectos de golpe de ariete en parada imprevista que las válvulas trabajen a una presión superior a $13.28 \text{ Kg} / \text{cm}^2$.

La presión máxima en el punto B (sin contar de momento con el golpe de ariete), punto de la descarga de las bombas donde irá colocada la válvula de retención sin freno (figura apart. 3.8.6.) será, recordando la fórmula anterior:

$P = ATM - H_{gi} + H_{ga} - h_i - h_a$; la presión será mayor cuando no exista flujo, ya que no habrá pérdida de carga.

$$ATM = 112.86 \text{ (ver apart. 3.7.)}$$

H_{gi} = Altura desde la descarga de las bombas a las válvulas de retención sin freno, colocadas posteriormente. Es igual a $0.513 \text{ mcas} = 0.526 \text{ mca}$ (ver plano Alzado del colector general de baldeo y contra incendios, plano 3).

$$H_{ga} = 1.55 \text{ mca (Ver apart. 3.8.1.)}$$

$$P = 112.86 - 0.526 + 1.55 = 113.884 \text{ mca}$$

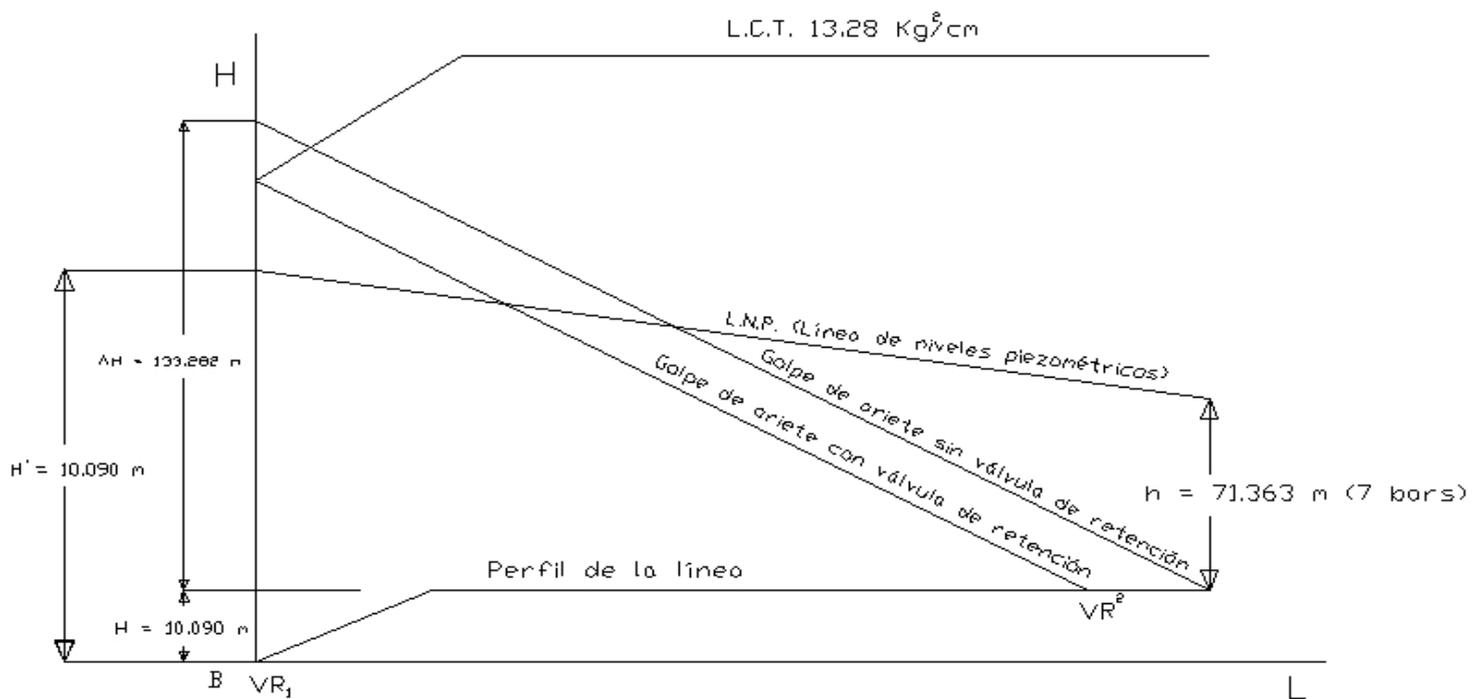
Del mismo modo, y sin tener en cuenta el golpe de ariete, la presión mayor en la cubierta principal será la misma en todos sus puntos por no existir pérdidas de carga:

La línea de carga de trabajo (L.C.T.) supuesta, será paralela al perfil de la línea a $13,28 \times 10 = 132.28 \text{ m}$ sobre el mismo.

Para conocer el punto de instalación de la válvula de retención sin freno, trazaremos una línea que representará el golpe de ariete entre las válvulas de retención sin freno, siendo paralela a la relativa al golpe de ariete inicial, pero siempre por debajo de la línea de carga de trabajo.

El techo de presiones, estará representado por una línea de trazo grueso, combinación entre la línea L.N.P. (línea de niveles piezométricos), que da el techo de presiones cuando la impulsión está funcionando, y la línea del golpe de ariete entre las válvulas de retención VR-1 y VR-2.

Situación de las válvulas de retención horizontal sin freno



3.9.- REGULACIÓN.

Para el correcto funcionamiento del sistema de espuma, se exige un caudal mínimo (Ver apart. 3.1.1), a una presión máxima de un bar menor que la correspondiente al líquido espumoso en el mismo punto.

En parte final de este apartado, podemos ver hasta cuatro curvas características correspondientes a otras tantas bombas. La que utilizaremos en nuestro trabajo será la curva denominada serie A, perteneciente a la bomba CR 16 – 50. Con ella contaremos en el proporcionador con líquido espumoso a una presión de 9.550 bars (9.736 Kg / cm²), relacionados a través de la curva característica con un caudal de 13.210 m³ / h. Luego, la presión de agua deberá ser como máximo de 8.550 bars (8.716) en el mezclador.

En el punto 3.8.2., hemos probado que haciendo funcionar las dos bombas al mismo régimen (ATM = 112.86 mca; Q = 289.66 m³ / h) y en la peor condición en cuanto a calado en que se encontrará el buque (calado en lastre 8 m), contamos en el proporcionador con una presión de 6.308 Kg / cm², (6.190 bars).

Partiendo de dicha presión, comprobamos que también contamos con presión de sobra y con el caudal necesario, tanto en el último monitor, como en la última boca contraincendios de cubierta (Ver apart. 3.8.3.-4.). De esta forma comprobamos que los dos grupos motor-bomba cubre el servicio.

El sistema de regulación lo llevaremos a cabo automáticamente hasta el proporcionador, en adelante, como vimos en el apartado 3.4.1.2.5., el caudal total, al llegar a cubierta se divide prácticamente en los caudales de diseño que alimentarán los colectores de espuma y de baldeo. De manera que sólo tendremos que toca las válvulas de las bocas contraincendios, para que estas sean controlables.

De manera que el objetivo de la regulación automática, será mantener una presión del agua de 6.190 bars ó 6.308 Kg / cm² en el proporcionador; actuado sólo sobre uno de los grupos motor-bomba. Existiendo una opción de intercambio inmediato de conexiones entre grupos, como podemos ver en la parte final de este apartado.

Dicho sistema electrónico se compone de un transmisor de presión que, colocado en la tubería anterior al proporcionador, enviará una señal eléctrica al regulador de presión en función de la presión existente. Este regulador, que cuenta con una consigna, o valor de la presión que deseamos en el punto predeterminado, le comunicará una nueva señal o un variador de frecuencia, que cambiará la velocidad de giro del motor del grupo de regulación al variar la frecuencia de la corriente eléctrica que lo abastece. Ya que la velocidad de giro del motor está en función de la frecuencia, según la expresión:

$$\omega = 2 \times \pi \times f$$

Con lo que la velocidad angular ω (radianes / segundos) pasará a ser tal, que la presión en el transmisor de presión sea la deseada.

Al variar la velocidad de giro del motor, y por tanto de la bomba que mueve, cambiamos de curva característica. De manera, que tanto la ATM como el caudal evacuado por la bomba, podría experimentar un cambio. Una disminución en el caudal, sería un factor negativo, ya que aunque esta variación no sería notable, no nos permitiría ser rigurosos ante la normalización. Luego, es preciso probar que dicha mengua no se llevará a cabo, en ninguna de las condiciones que se puedan dar, siendo siempre el caudal superior al mínimo.

Para ello, consideraremos a H_{ga1} y H_{ga2} como las alturas geométricas relativas al calado en lastre y al de escantillonado respectivamente. Tomamos como p_x las pérdidas de carga totales en la situación dada, la ATM respectiva será:

$$ATM_1 = P_{i1} - P_a + H_{gi} - H_{ga1} + p_{i1} + p_{a1}$$

$$ATM_2 = P_{i2} - P_{a2} + H_{gi} - H_{ga2} + p_{i2} + p_{a2}$$

El sistema de regulación hará P_{i1} y P_{i2} iguales (presión en el punto de la impulsión considerado). De manera que su diferencia de ATM será:

$$ATM_1 - ATM_2 = H_{ga2} + p_1 - H_{ga1} - p_2$$

A) Si $Q_1 = Q_2$; entonces las pérdidas de carga serán iguales, quedando:

$$ATM_1 - ATM_2 = H_{ga2} - H_{ga1}$$

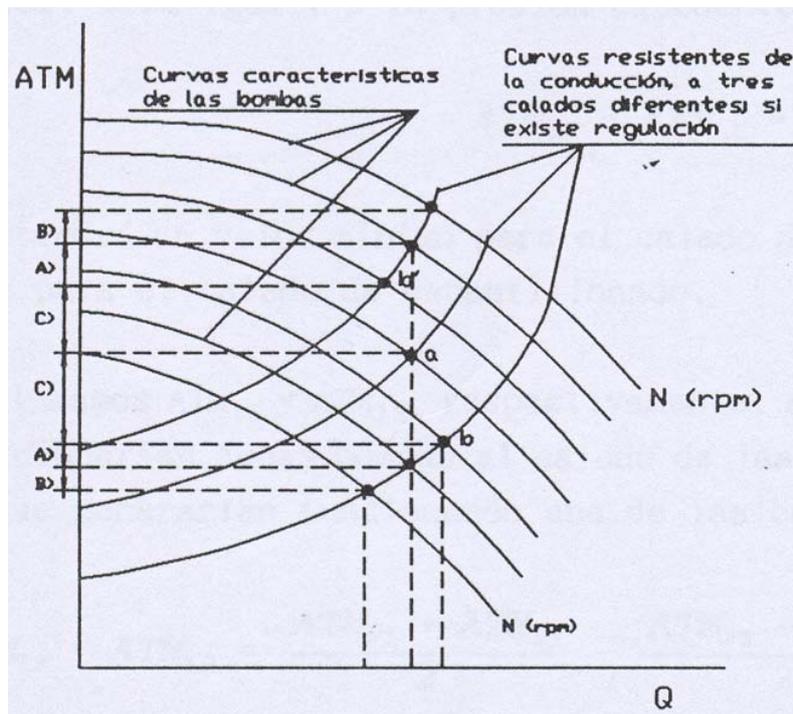
B) Si $Q_1 > Q_2$; entonces $p_1 > p_2$, luego:

$$ATM_1 - ATM_2 = (H_{ga2} - H_{ga1}) + p_1 - p_2 \Rightarrow (ATM_1 - ATM_2)_A < (ATM_1 - ATM_2)_B$$

C) Si $Q_1 < Q_2$; entonces $p_1 < p_2$, de manera que:

$$ATM_1 - ATM_2 = (H_{ga2} - H_{ga1}) + p_1 - p_2 \Rightarrow (ATM_1 - ATM_2)_A > (ATM_1 - ATM_2)_C$$

Suponiendo que estando trabajando el sistema en condiciones de lastre (punto a de la ilustración), hubiese un aumento del calado del barco, o sea, la altura geométrica de aspiración sufriese un incremento. Ese aumento de presión se transmitiría a lo largo de toda la conducción, resultando el mismo valor para la altura total manométrica. Al mismo tiempo entraría en acción el sistema de regulación, cuya función es traducir el incremento de H_{ga} , en un decremento de ATM (Disminuyendo el número de revoluciones de la bomba). Como hemos demostrado en el anterior punto B, el mínimo decremento de la altura total manométrica que el variador de frecuencia (Y por tanto de velocidad de giro) debería producir para compensar e aumento de presión, se corresponde con un aumento del caudal, así sabemos, que la curva característica resistente del sistema también cambia, siendo, la intersección con la nueva curva característica de las bombas a una velocidad menor, el punto de trabajo (Punto b de la ilustración) para las nuevas condiciones.



De esta forma, para un nuevo incremento del calado, se generaría por regulación otro punto de trabajo, de forma, que en el proporcionador, tendremos asegurado el caudal mínimo a la misma presión consignada.

Si tomásemos el punto a de la ilustración, como el punto de trabajo del sistema al calado de escantillonado, y se produjese una disminución del calado, la regulación actuaría elevando las revoluciones de la bomba, aumentando la altura total manométrica y disminuyendo el caudal (Punto b').

Ya en el apartado 3.8.2. Presión en el proporcionador, calculamos que funcionando ambas bombas al mismo régimen ($289.66 \text{ m}^3 / \text{h}$, 112.86 mca) contábamos ya en el proporcionador con la presión ($6.308 \text{ Kg} / \text{cm}^2$) a mantener en el mismo, luego, al calado de lastre, la excedencia de presión en el proporcionador, será pues de 0 Kg/cm^2 , sin embargo, a un mayor calado si contaríamos con una excedencia de presión. Considerando que el sistema regulador anulará dicha sobra de presión, aminorando la altura total manométrica de la bomba de regulación y aumentando el caudal. Podremos decir, que la diferencia de alturas transmitidas por grupos de régimen fijo, o con regulación en uno de ellos, será igual, a la presión excedente, es decir, tendremos:

$$ATM_{1F} - ATM_{2R} = \Delta P$$

ΔP , tendrá un valor mínimo para el calado de lastre (7.981 mca), y un valor máximo para el calado de escantillonado.

Si llamamos ATM_{1F} y ATM_{2R} , respectivamente, a la altura total manométrica que proporcionarían ambas bombas al calado de lastre, funcionando a régimen fijo, y la que generarían funcionando una de las bombas como reguladora.

$$ATM_{1F} - ATM_{1R} = \frac{ATM_{F1} + ATM_{F1}}{2} - \frac{ATM_{F1} + ATM_{R1}}{2} = \frac{ATM_{F1} - ATM_{R1}}{2} = \Delta P$$

Por tanto, el grupo motor-bomba deberá girar a un número de revoluciones por minuto, tal, que comunique al agua una energía de ATM_{R1} (Kgm / Kg), para conseguir en el proporcionador la presión deseada respetando el caudal mínimo.

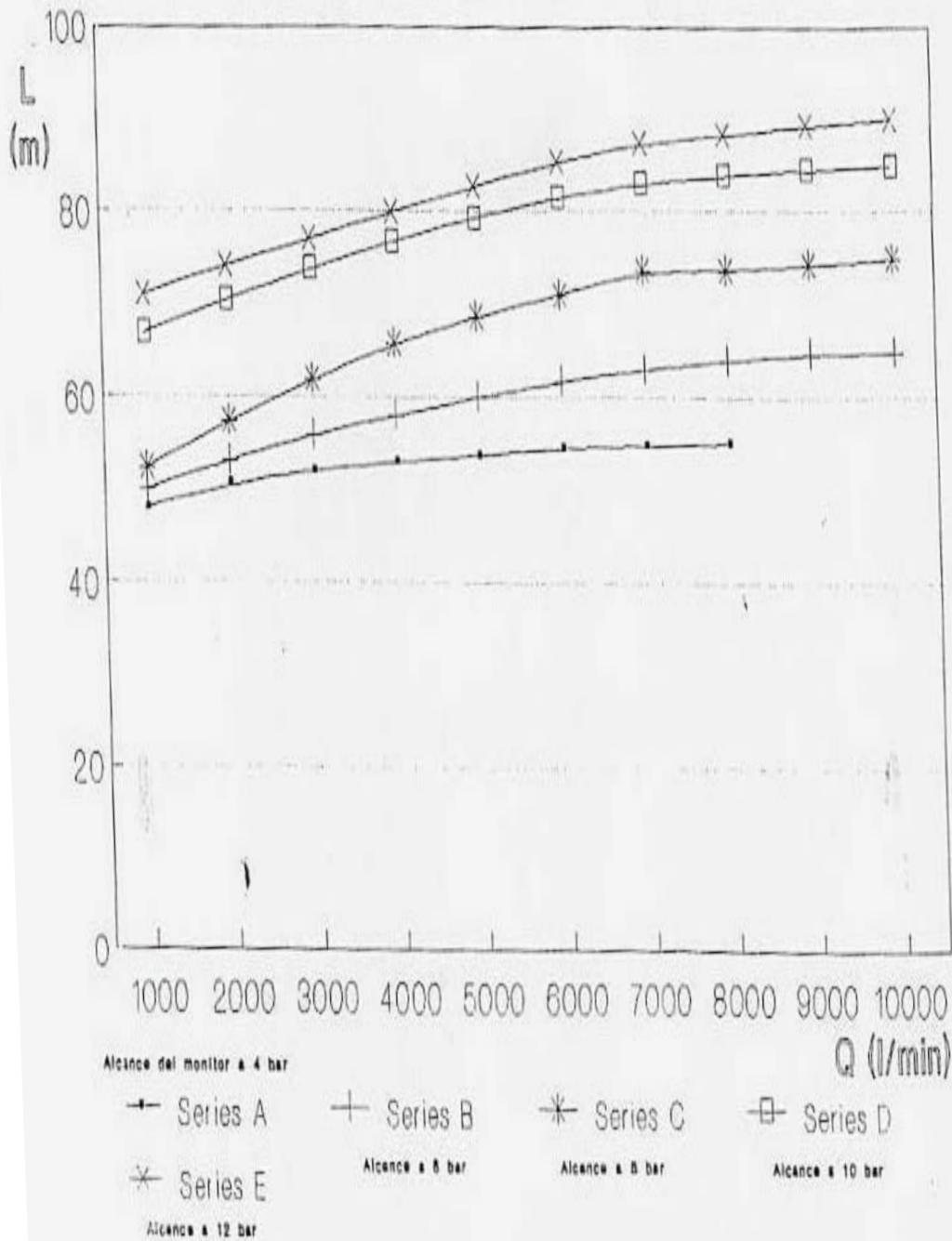
$$ATM_{R1} = ATM_{F1} - 2\Delta P$$

A medida que aumenta el calado del barco, se irá incrementando el caudal y decrementando la ATM_{R1} . Contaremos con una medida doble de compensación por un lado, y por otro, habremos de tener en cuenta que la diferencia entre el calado mínimo (Lastre), y el calado máximo (Escantillonado) es de poca importancia $[(11.350 - 8.300) \times 1.026 = 3.591mca]$. Luego, la diferencia entre el caudal mínimo, y el evacuado al calado de escantillonado será pequeña.

En las páginas que siguen, podemos ver, tanto el esquema del sistema de regulación, como el circuito eléctrico abastecedor de los grupos motor-bomba, que permite teleaccionarlo desde el puente de gobierno.

UNITOR

Alcance del chorro del monitor en funcion de la presion



3.10.- RESISTENCIA DE LA DISTRIBUCIÓN.

Definiremos distribución como el conjunto de conductos, válvulas y medidores de presión, a partir del cual estaremos en condiciones de repartir caudales adecuados en los tramos precisos. Todo el conjunto debe estar formado por materiales que resistan las condiciones más extremas que en el trabajo se puedan presentar. Serán resistentes a la corrosión, que si es activa al agua salada, lo es aún más en el líquido espumoso. Aparte de ser resistente químicamente, también lo han de ser a la hora de soportar las solicitaciones a la que estarán expuestos.

3.10.1.- Materiales.

De acero galvanizado serán todos los conductos de la instalación, es un material muy resistente mecánicamente, presenta además, y gracias al tratamiento electroquímico, un elevado poder anticorrosivo.

Las válvulas, que en nuestro proyecto son prácticamente todas de compuerta, están formadas por bronce tanto en lo que respecta al cuerpo como a la guarnición, y soportarán una presión máxima de trabajo de $16.300 \text{ Kg} / \text{cm}^2$ a una temperatura de hasta 200°C .

3.10.2.- Cálculo de la fuerza en los codos.

Calcularemos la fuerza en un codo de cada diámetro, el que presente las condiciones más desfavorables, o sea, el que tenga que soportar la mayor presión en una de las siguientes circunstancias:

- 1º) Debido a la presión normal de trabajo cuando circula fluido.
- 2º) Debido a la presión en caso de no flujo.
- 3º) En caso de golpe de ariete por parada imprevista.

Teoría en apartado 4.3.1. **Fuerza sobre el conducto.**

3.10.2.1.- Codo 90° radio largo situado en la 1ª plataforma.

Existe otro codo a 3.725 m y a la misma altura geométrica, de manera que la fuerza sobre el codo será la misma en módulo.

3.10.2.1.1.- Fuerza producida por la presión normal de trabajo cuando circula fluido.

$$\phi_{\text{int}} = 309.700 \text{ mm}; Q = 579.320 \text{ m}^3 / \text{h}$$

$$P = \text{ATM} - H_{\text{gi}} + H_{\text{ga}} - h_i - h_a$$

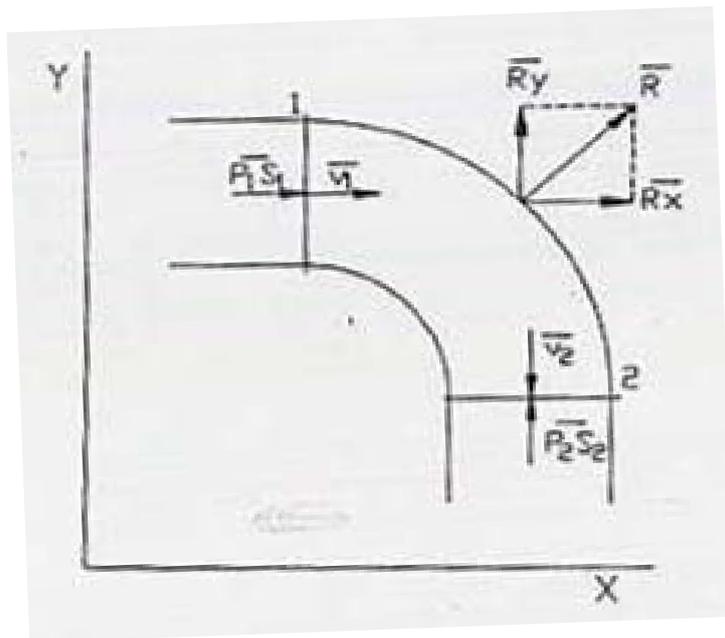
$$H_{\text{gi}} = 3.450 \text{ mca} \times 1.026 = 3.540 \text{ mca}$$

$$P = 112.86 - 3.540 + 1.5903 - 27.296 - 12.507 = 71.107 \text{ mca}$$

$$P = 71.107 \text{ mca} = 7.1107 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$R_x = \frac{Q \times \gamma \times (v_{1x} - v_{2x})}{g};$$

$$R_y = \frac{Q \times \gamma \times (v_{1y} - v_{2y})}{g};$$



$$R_x = \frac{579.320 \times 1026 \times (2.136 - 0)}{9.810 \times 3600} = 35.949 \text{ Kg}$$

$$R_y = \frac{579.320 \times 1026 \times [0 - (-2.136)]}{9.810 \times 3600} = 35.949 \text{ Kg}$$

Fuerza en el codo:

$$F_x = P_1 \times S_1 + 0 + R_x; \quad F_y = P_2 \times S_2 + 0 + R_y;$$

$$F_x \frac{7.110 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} + 35949 = 5355 \text{ Kg}$$

$$F_y \frac{7.110 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} + 35949 = 5355 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 5.355^2} = 7827 \text{ Kg}$$

3.10.3.1.2.- Fuerza debida a la presión en caso de no flujo.

$$P = \text{ATM} - H_{gi} + H_{ga} = 112.86 - 3.540 + 1.5903 = 110.910 \text{ mca} = 11.091 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_x = P_1 \times S_1 + 0 = \frac{11.091 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 8353 \text{ Kg}$$

$$F_y = 0 + P_2 \times S_2 = \frac{11.091 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 8353 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 8353^2} = 11812 \text{ Kg}$$

3.10.2.1.3.- Fuerza debida a la sobrepresión generada por un golpe de ariete, en una parada imprevista.

En el apartado 3.8.5. Calculo del golpe de ariete en parada imprevista, exponemos un esquema que nos muestra el perfil de la línea, así como la presión a soportar a lo largo de las mismas ya instaladas las válvulas de retención sin freno, en caso de un golpe de ariete generado por una parada imprevista.

Para este codo ($H_{gi} = 3.540 \text{ m}$), comprobamos que: $P = 142.771 \text{ mca} = 14.277 \text{ Kg} / \text{cm}^2$.

$$F_x = P_1 \times S_1 + 0 = \frac{13.32 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 10033 \text{ Kg}$$

$$F_y = 0 + P_2 \times S_2 = \frac{13.32 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 10033 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 10755^2} = 14189 \text{ Kg}$$

3.10.2.2.- Codo 90° de $\phi_{\text{nominal}} = 300 \text{ mm}$, situado a 1.026 m bajo cubierta principal.

3.10.2.2.1.- Fuerza generada en caso de parada imprevista.

$$H_{gi} = 10.085 \times 1.026 = 10.348 \text{ mca}$$

Para el cálculo de presión, acudimos de nuevo al esquema del apart. 3.8.6.

$$F_x = P_1 \times S_1 + 0 = \frac{8.4236 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 6345 \text{ Kg}$$

$$F_y = 0 + P_2 \times S_2 = \frac{8.4235 \times 10^4 \times \pi \times 309.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 6345 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 6345^2} = 8973 \text{ Kg}$$

3.10.3.2.2.- Fuerza producida por la presión en caso de no flujo.

$$P = \text{ATM} - H_{gi} + H_{ga};$$

$$P = 112.86 - 10.348 + 1.5903 = 104.102 \text{ mca}$$

$$P = 104.102 \text{ mca} = 10.41 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_x = P_1 \times S_1 + 0 = 0 + P_2 \times S_2 = F_y$$

$$F_x = F_y = \frac{10.41 \times \pi \times 309.700^2}{4 \times 10^2} = 7841 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 7841^2} = 11088 \text{ Kg}$$

Al igual que en el caso anterior, la presión generada por un golpe de ariete debido a una parada imprevista, no supera (Ver apart. 3.8.5. Cálculo del golpe de ariete en parada imprevista) el valor de la presión cuando no hay flujo, de manera que la fuerza en el codo será menor, al tener el mismo desarrollo el cálculo de dicha fuerza.

3.10.3.3.- Codo 90° de $\phi_{\text{nominal}} = 100 \text{ mm}$, situado a 1 m sobre el sobre fondo.

Nos limitaremos al cálculo de la fuerza en caso de parada imprevista, al ser en este caso cuando mayor es la fuerza sobre el conducto.

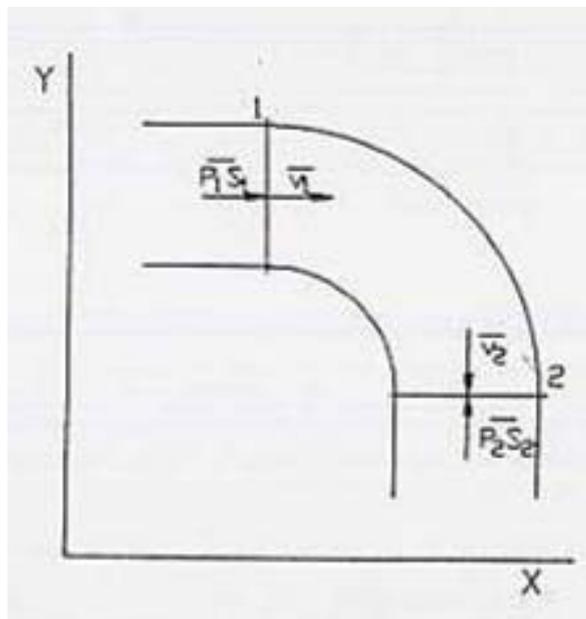
$$H_{gi} = - 0.375 \text{ mca} = - 0.385 \text{ mca}$$

Negativo por encontrarse por debajo del centro del primer impulsor de la bomba.

$$P = 136.60 \text{ mca} = 13.66 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_x = F_y = P_1 + S_1 = \frac{13.66 \times 10^4 \times \pi \times 105.300^2 \times 10^{-6}}{4} = 11188 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 11188^2} = 1680 \text{ Kg}$$



3.10.3.4.- Codo 90° de $\phi_{\text{nominal}} = 50 \text{ mm}$, situado a 1m sobre el doble fondo.

El codo deberá soportar la fuerza provocada por la misma presión del caso anterior, ya que presenta la misma altura geométrica.

$$P = 13.66 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$F_x = F_y = P_1 + S_1 = \frac{13.66 \times 10^4 \times \pi \times 57.700^2 \times 10^{-6}}{4} = 352 \text{ Kg}$$

$$F = \sqrt{F_x^2 + F_y^2} = \sqrt{2 \times 352^2} = 498 \text{ Kg}$$

3.10.3.- Resistencia de tuberías.

Para cada material existente una tensión llamada de trabajo, tal, que si hacemos trabajar al material a dicho esfuerzo es aprovechado óptimamente. El valor de la tensión de trabajo característica de cada material, es fruto de la experiencia. Para el acero en concreto, que es con lo que vamos a trabajar es $\sigma_t = 1200 \text{ Kg} / \text{cm}^2$.

En los ensayos a través de los cuales se halla la tensión de trabajo para un material en cuestión, se toma como medida de seguridad, el punto de fluencia como si fuese el de rotura, para evitar en condiciones normales, el material se deforme plásticamente.

En definitiva tantearemos el espesor de la tubuladura en función de la presión máxima, como de los esfuerzos que debido al peso de la propia tubería más al de su contenido, esfuerzos generados por las fuerzas en los codos, tensiones térmicas...

3.10.3.1.- Puntos críticos.

En toda línea existente siempre unos puntos que, debido a determinadas circunstancias (Mayor presión, esfuerzo mecánico, esfuerzo debido a influencias térmicas...), son más susceptibles de experimentar una rotura.

3.10.3.1.1.- Primer punto crítico.

El primer punto crítico está situado en la toma de 114.300 mm de diámetro exterior y 4.500 mm de espesor que suministra agua a dos de las bocas contraincendios situadas en el doble fondo.

Para el cálculo de la presión en dicho punto nos apoyaremos en el esquema del perfil de la línea, que figura en el apart. 3.8.6., según el cual, la presión en la línea hasta superada la cubierta principal, es mayor cuando es debida al golpe de ariete producido por una parada imprevista. En el apartado anterior (3.10.3), podemos comprobar, como para cada codo, la presión máxima se corresponde precisamente a ese fenómeno.

Puesto que la presión máxima la obtendremos en caso de golpe de ariete, provocado por una parada imprevista. Tendremos que calcular dicha presión mediante el gráfico del apart. 3.8.6.

Como el punto se encuentra a la misma altura geométrica que los codos de los apartados 3.10.3.-4., la presión correspondiente será la ya calculada en dichos apartados:

$$P = 136.600 \text{ mca} = 13.66 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

$$\sigma_{p1} = \frac{P_1 \times D_{\text{interior}}}{2 \times e} = \frac{13.66 \times [114.30 - (2 \times 4.50)]}{2 \times 4.500} = 159.822 \text{ Kg} / \text{cm}^2$$

3.10.3.1.2.- Segundo punto crítico.

Se encuentra en la tuberías de 60.300 mm de diámetro exterior y 3.600 mm de espesor, situadas a un metro sobre el doble fondo, que alimentan las bocas de contraincendios de la sala de máquinas.

Al igual que en el caso anterior, la presión será la misma, al coincidir las alturas geométricas respectivas. Y sin contar con pérdidas de carga, ya que lo habitual, siendo la situación en que la presión es mayor, en estos dos puntos críticos sea la inexistencia de flujo. No siendo esto óbice, para la transmisión a través de la temperatura de las variaciones de presión que se produzcan.

$$\sigma_{p2} = \frac{P_2 \times D_{\text{interior}}}{2 \times e} = \frac{13.66 \times [60.30 - (2 \times 3.60)]}{2 \times 3.600} = 100.7425 \text{ Kg / cm}^2$$

3.10.4.1.3.- Tercer punto crítico.

Se halla en el primer metro del colector principal por el cual fluirá el agua hacia cubierta.

$$H_{gi} = 1.800 \text{ mcas} = 1.847 \text{ mca}$$

Luego el valor de la presión será, según el mencionado gráfico del apart. 3.8.6., la diferencia de la presión correspondiente a la descarga de la bomba y la altura geométrica correspondiente a dicho punto, ya que se encuentran en la misma línea vertical.

$$P = 132.8 - 1.847 = 130.953 \text{ mca} = 13.095 \text{ Kg / cm}^2$$

El esfuerzo será igual a:

$$\sigma_{p3} = \frac{P_3 \times D_{\text{interior}}}{2 \times e} = \frac{13.095 \times [323.900 - (2 \times 7.100)]}{2 \times 7.100} = 285.600 \text{ Kg / cm}^2$$

3.10.4.2.- Resistencia de los tramos de tuberías horizontales a la flexión generada por su propio peso.

Los colectores de espuma y contraincendios, situados a lo largo de la cubierta principal, serán los puntos más susceptibles de padecer con mayor intensidad los esfuerzos provocados por la flexión.

Tantaremos, en función de los esfuerzos una óptima distancia entre apoyos, **l**, de manera que la tensión resultante no rebase los 700 Kg / cm².

3.10.4.2.1.- Colector de espuma.

- El diámetro exterior del tubo es de 323.900 mm, con un espesor de 7.100 mm.
- Comenzaremos con una longitud entre apoyos de $l = 15$ m.
- La suma del peso del tubo, mas el agua salada que conduce por metro de longitud será q (Kg / m).

3.10.4.2.1.1.- Cálculo del peso de un metro de colector, que a la postre será q .

$$\phi_{\text{ext}} = 323.900 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{int}} = 323.900 - (2 \times 7.100) = 309.700 \text{ mm}$$

γ del hierro y del agua salada son respectivamente: 7800 y 1026 Kg / m³

Volumen de hierro en un metro de tubo:

$$V_{\text{Fe}} = \frac{\pi \times (D_{\text{ext}}^2 - D_{\text{int}}^2) \times L}{4} = \frac{\pi \times (323.90^2 - 309.70^2)}{4 \times 10^6} = 7.0663 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Volumen interior del tubo:

$$V_{\text{agua}} = \frac{\pi \times D_{\text{int}}^2 \times L}{4} = \frac{\pi \times 309.700^2 \times 10^{-6} \times 1}{4} = 7.533 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

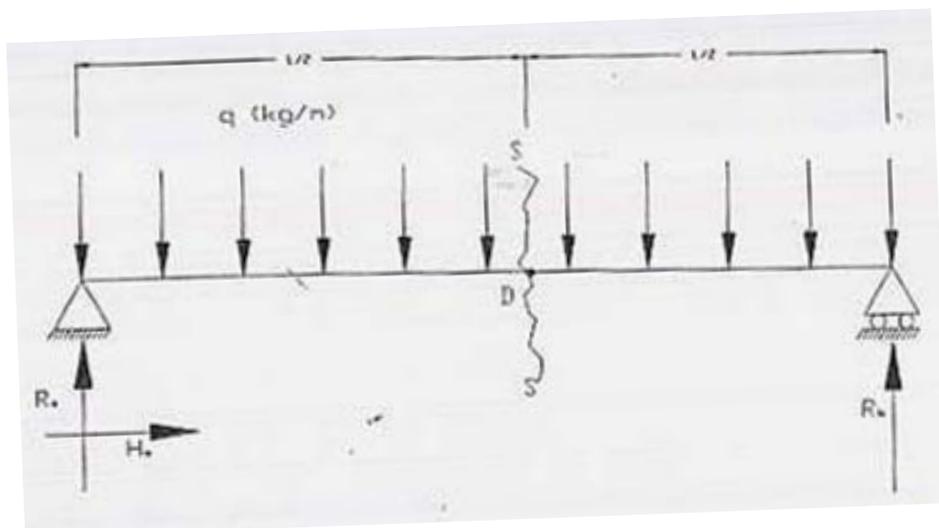
$$P_{\text{Fe}} = V_{\text{Fe}} \times \gamma_{\text{Fe}} = 7.0663 \times 10^{-3} \times 7800 = 55.120 \text{ Kg / m}$$

$$P_{\text{agua}} = V_{\text{agua}} \times \gamma_{\text{agua}} = 7.533 \times 10^{-2} \times 1026 = 77.290 \text{ Kg / m}$$

La suma de ambos pesos por unidad de longitud será q :

$$Q = P_{\text{Fe}} + P_{\text{agua}} = 55.120 + 77.290 = 132.410 \text{ Kg / m}$$

3.10.4.2.1.2.- Cálculo de las reacciones en los apoyos.



$$\Sigma F_x = 0; H_a = 0;$$

$$\Sigma F_y = 0; R_a + R_b - (q \times l) = 0;$$

$$R_a + R_b - (132.410 \times 15) = 0$$

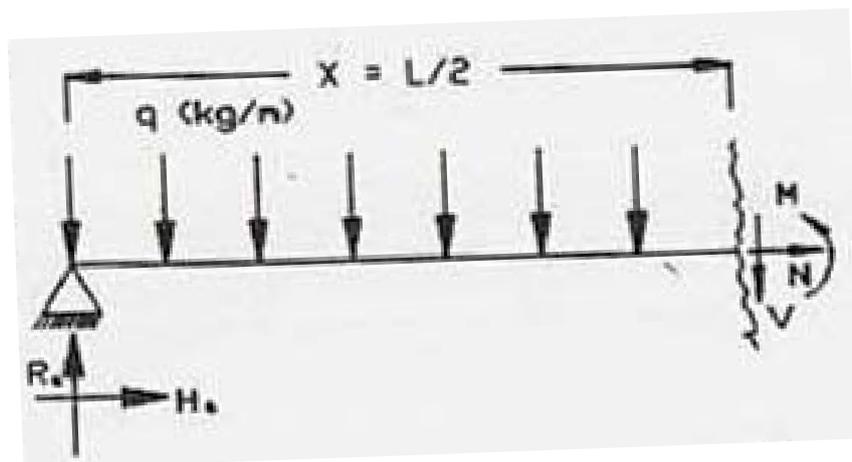
$$\Sigma M_a = 0; \frac{q \times l^2}{2} - (R_b \times l) = 0 \quad (\text{Ecuación de una parábola})$$

$$\frac{132.410 \times 15^2}{2} - (R_b \times 15) = 0$$

$$R_b = \frac{q \times l^2}{2 \times l} = \frac{132.410 \times 15^2}{2 \times 15} = 993.075 \text{ Kg}$$

$$R_a = (q \times l) - R_b = (132.410 \times 15) - 993.075 = 993.075 \text{ Kg}$$

3.10.4.2.1.3.- Solicitaciones.



$$\Sigma F_n = 0; H_a + N = 0$$

$$\Sigma F_v = 0;$$

$$R_a - (q \times X) - V = 0$$

$$\Sigma M = 0;$$

$$R_a \times X - \frac{q \times X^2}{2} = 0$$

$$H_a = 0 ; N = 0;$$

$V = 993.075 - (132.41 \times 15) = -9930.75 \text{ Kg}$ (V, en sentido contrario al considerado inicialmente).

M está en función de X:

$X = 0 \text{ m} \dots\dots\dots M = 0 \text{ Kgm}$

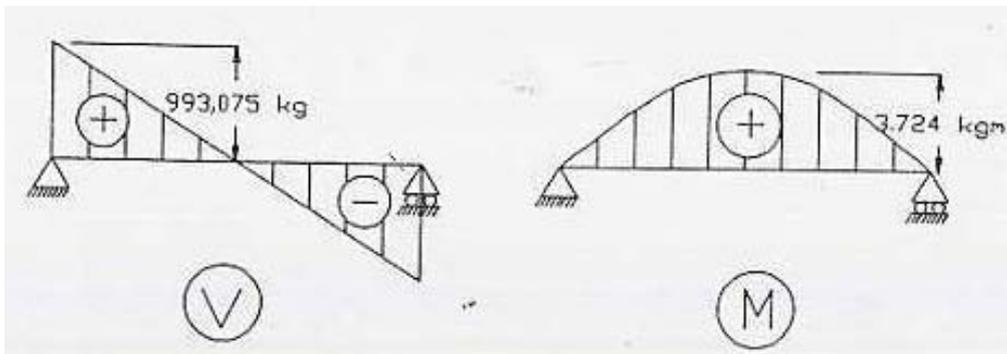
$X = 3.750 \text{ m} \dots\dots\dots M = 2793 \text{ Kgm}$

$X = 7.500 \text{ m} \dots\dots\dots M = 3724 \text{ Kgm}$

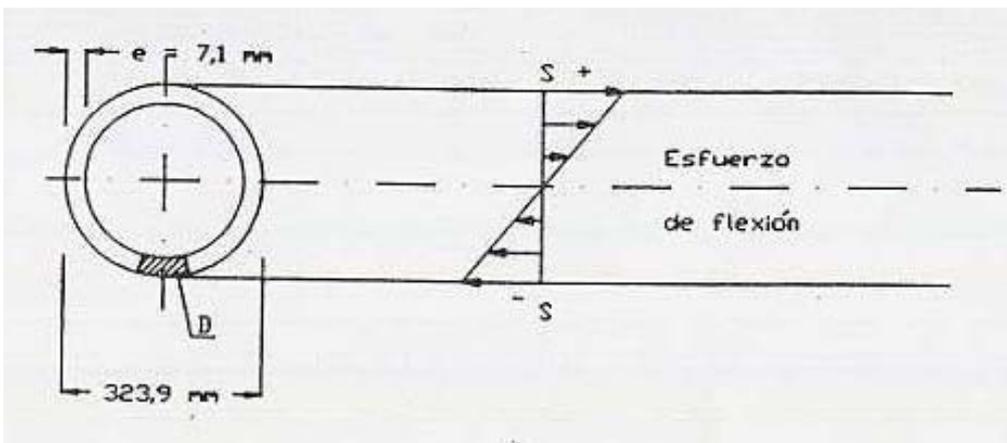
$X = 11.250 \text{ m} \dots\dots\dots M = 2793 \text{ Kgm}$

$X = 15 \text{ m} \dots\dots\dots M = 0 \text{ Kgm}$

3.10.4.2.1.4.- Diagrama de solicitaciones.



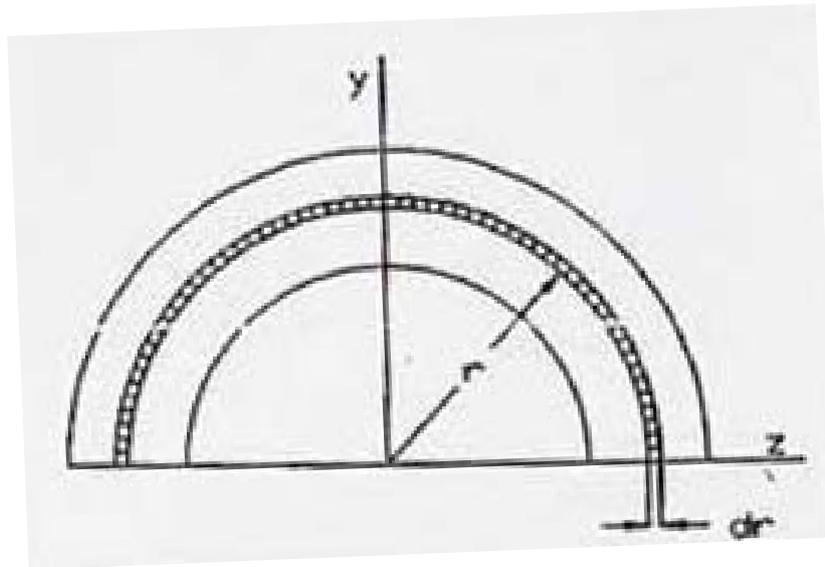
3.10.4.2.1.5.- Esfuerzos en la sección S.



3.10.4.2.1.6.- Esfuerzo normal resultante.

$$I_o = I_{yy} + I_{zz}; \quad I_{zz} = I_{yy}; \quad I_{zz} = I_o \times 1/2;$$

$$I_o = \int 2 \times \pi \times r^3 \times dr$$



$$I_0 = 2 \times \pi \times \left[r^4 \times \frac{1}{4} \right]_{15.485}^{16.195} = 17739 \text{ cm}^4$$

$$I_{zz} = I_0 \times \frac{1}{2} = 17739 \times \frac{1}{2} = 8869 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_x = \sigma_f + \sigma_n = \sigma_f + 0 = \sigma_f$$

$$\sigma_f = \frac{M \times y}{I_{zz}} = \frac{372400 \times 16.195}{8869} = 680 \text{ Kg / cm}^2$$

$$\tau = \frac{M_e \times V}{b \times I_{zz}};$$

Como $M_e = 0$; entonces no existe esfuerzo cortante, o sea σ_f es el esfuerzo principal.

3.10.4.2.1.7.- Elemento de esfuerzo en el punto D.

Al ser σ_f el esfuerzo máximo o principal, también lo será la cara del elemento sobre la que actúa, siguiendo la dirección del eje principal X.

3.10.4.2.2.- Colector de contraincendios a lo largo de la cubierta principal.

- El diámetro exterior del tubo es de 168.300 mm, con un espesor de 5.600 mm.
- La longitud entre apoyos será $l = 12$ m.

3.10.4.2.2.1.- Cálculos de q, o peso de un metro de colector.

$$\phi_{\text{ext}} = 168.300 \text{ mm}$$

$$\phi_{\text{int}} = \phi_{\text{ext}} - (2 \times e) = 168.300 - (2 \times 5.600) = 157.100 \text{ mm}$$

$$\gamma_{Fe} = 7800 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

$$\gamma_{\text{agua salada}} = 1026 \text{ Kg} / \text{m}^3$$

3.10.4.2.2.1.1.- Volumen de hierro en un metro de tubo.

$$V_{Fe} = \frac{\pi \times (D_{ext}^2 - D_{int}^2) \times L}{4} = \frac{\pi \times (168.30^2 - 157.10^2)}{4 \times 10^6} = 2.862 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

3.10.4.2.2.1.2.- Volumen interior del tubo.

$$V_{\text{agua}} = \frac{\pi \times D_{int}^2 \times L}{4} = \frac{\pi \times 157.100^2 \times 10^{-6} \times 1}{4} = 1.938 \times 10^{-2} \text{ m}^3$$

$$P_{Fe} = V_{Fe} \times \gamma_{Fe} = 2.862 \times 10^{-3} \times 7800 = 22.324 \text{ Kg} / \text{m}$$

$$P_{\text{agua}} = V_{\text{agua}} \times \gamma_{\text{agua}} = 1.938 \times 10^{-2} \times 1.026 = 19.884 \text{ Kg} / \text{m}$$

Como suma de ambos pesos tendremos q:

$$q = P_{Fe} + P_{\text{agua}} = 22.324 + 19.884 = 42.208 \text{ Kg} / \text{m}$$

3.10.4.2.2.2.- Cálculo de las reacciones en los apoyos.

Al igual que en el apartado 2.10.4.2.1.2., R_b y R_a serán:

$$R_b = \frac{q \times l^2}{2 \times l} = \frac{42.208 \times 12^2}{2 \times 12} = 253.248 \text{ Kg}$$

$$R_a = (q \times l) - R_b = (42.208 \times 12) - 253.248 = 253.248 \text{ Kg}$$

3.10.4.2.2.3.- Solicitaciones.

Recordamos las expresiones usadas en el punto 2.10.4.2.1.3., tenemos:

$$V = R_a - (q \times X) = 253.248 - (42.208 \times 12) = -253.248 \text{ Kg} \text{ (V, en sentido contrario).}$$

Para $X = 6$; $V = 0$;

$$M = R_a \times X - \frac{q \times X^2}{2} = 253.248 \times X - \frac{42.208 \times X^2}{2};$$

X = 0 m	M = 0 Kgm
X = 3 m	M = 569.808 Kgm
X = 6 m	M = 759.744 Kgm
X = 9 m	M = 569.808 Kgm
X = 12 m	M = 0 Kgm

2.10.4.2.2.4. Esfuerzo normal resultante:

$$I_o = I_{yy} + I_{zz}; \quad I_{zz} = I_{zz}$$

$$I_{zz} = \frac{I_o}{2}; \quad I_o = \int 2 \times \pi \times r^3 \times dr;$$

$$I_o = 2 \times \pi \times \left[r^4 \frac{1}{4} \right]_{7.855}^{8.415} = 1.896 \text{ cm}^4$$

$$\sigma_x = \sigma_f + \sigma_n = \sigma_f + 0 = \sigma_f$$

$$\sigma_f = \frac{M \times y}{I_{zz}} = \frac{75.974 \times 8.415}{948} = 674.393 \text{ Kg / cm}^2$$

Estos esfuerzos debidos a la flexión, son ortogonales a las tensiones producidas en el mismo punto considerado respecto a la presión interna del tubo.

Aunque son tensiones lejanas a la correspondiente al módulo de elasticidad, hemos de tener en cuenta, que la instalación se presta a las vibraciones, que pueden llegar a reducir muy notablemente la tensión de rotura del material. Material, que también es propicio al ataque químico, tanto del agua salada, como del líquido espumoso; que irán rebajando continuamente el espesor de las tuberías.



RESISTENCIA DE ACCESORIOS

Section 2 Page 7
 W-483 Page 31 December 1948
 Supersedes W-483 Page 21 April 1943

LONGITUD EQUIVALENTE DE NUEVA TUBERIA DE ACERO RECTA EN METROS

MATAGORDA

DIAMETRO NOMINAL DE TUBO CORRIENTE	VALVULA COMPLETAMENTE ABIERTA	VALV. DE GLOBO COMPLETAMENTE ABIERTA (Disco aleado o asiento con bisel)	VALV. DE GLOBO COMPLETAMENTE ABIERTA (Disco obturador)	VALV. ANGL. COMPLETAMENTE ABIERTA	VALVULA DE RETENCION DE CHARNELA	VALVULA DE RETENCION HORIZONTAL	VALVULA DE RETENCION DE BOLA	CODO NORMAL ROSCADO 90°
1/2"	0,06	3,45	4,40	1,30	0,70	5,00	33,80	0,40
3/4"	0,08	4,90	6,30	1,85	1,00	7,20	48,50	0,50
1"	0,12	6,60	8,70	2,57	1,40	9,90	66,80	0,70
1-1/4"	0,17	9,60	12,25	3,60	2,00	14,00	94,50	1,10
1-1/2"	0,20	11,70	14,90	4,40	2,50	17,00	115,20	1,30
2"	0,28	15,95	20,40	6,00	3,40	23,30	157,00	1,70
2-1/2"	0,33	19,80	25,30	7,50	4,20	28,90	195,00	2,20
3"	0,46	25,90	33,20	9,80	5,50	37,80	—	2,80
4"	0,64	36,30	46,30	13,70	7,70	52,70	—	4,00
5"	0,82	47,50	—	18,10	10,10	63,50	—	5,20
6"	1,05	59,10	—	22,40	12,50	86,30	—	6,50
8"	1,46	82,90	—	31,40	17,50	120,70	—	9,00
10"	1,80	102,70	—	39,00	21,70	150,00	—	11,20
12"	2,40	135,00	—	51,20	28,60	197,20	—	14,80
14"	2,60	147,20	—	56,80	31,00	215,20	—	16,20
16"	3,07	176,20	—	66,80	37,50	257,00	—	19,30

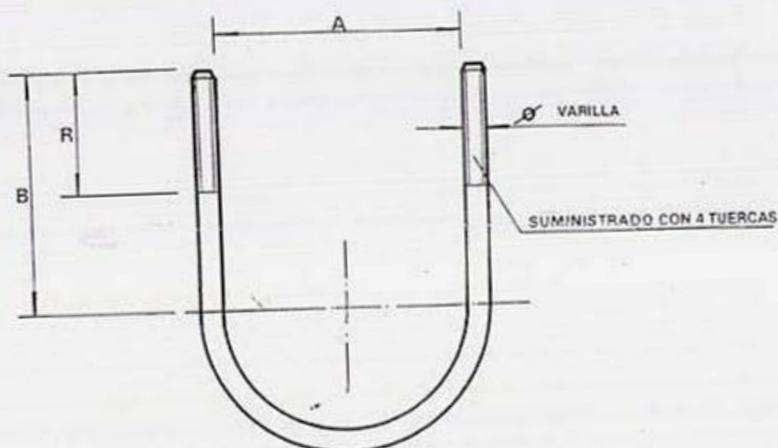
DIAMETRO NOMINAL DE TUBO CORRIENTE	CODO NORMAL ROSCADO 90° RADIO LARGO	TE ROSCADA NORMAL			CODO NORMAL ROSCADO 45°	CODO ROSCADO DE 180°	ENTRADA A ESCUADRA EN EXTREMO	TUBO PROYECTADO HACIA EL INTERIOR	VALVULA DE PIE
		(Paso a través del Colector)	(Paso Ramal al Colector)	(Paso Colector al Ramal)					
1/2"	0,20	0,20	0,76	0,55	0,18	0,70	0,26	0,40	7,50
3/4"	0,28	0,28	1,10	0,76	0,26	1,05	0,36	0,60	10,80
1"	0,40	0,40	1,50	1,05	0,37	1,50	0,52	0,80	14,85
1-1/4"	0,55	0,55	2,16	1,50	0,52	2,10	0,70	1,10	21,00
1-1/2"	0,70	0,70	2,60	1,80	0,60	2,50	0,90	1,40	25,60
2"	0,95	0,95	3,60	2,50	0,85	3,45	1,20	1,90	34,75
2-1/2"	1,15	1,15	4,45	3,10	1,03	4,20	1,50	2,35	43,30
3"	1,50	1,50	5,80	4,10	1,38	5,60	1,95	3,00	56,70
4"	2,10	2,10	8,10	5,70	1,90	7,80	2,70	4,30	79,25
5"	2,80	2,80	10,70	7,50	2,50	10,30	3,60	5,60	104,55
6"	3,45	3,45	13,30	9,40	3,10	12,75	4,45	7,00	129,55
8"	4,85	4,85	18,60	13,00	4,35	17,80	6,20	9,80	181,50
10"	6,00	6,00	23,00	16,10	5,40	22,10	7,70	12,10	224,95
12"	7,90	7,90	30,30	21,25	7,10	29,10	10,15	16,00	295,70
14"	8,60	8,60	33,00	23,20	7,75	31,70	10,10	17,40	322,80
16"	10,30	10,30	39,60	27,70	9,30	38,10	13,25	20,85	385,60

ACCESORIOS CON BRIDAS

MULTIPLICAR VALORES DE ACCESORIOS ROSCADOS POR:

Codo normal con bridas a 90°	0,34
Codo radio largo con bridas a 90°	0,46
Codo radio largo con bridas a 45°	0,53
Codo con bridas a 180°	0,26
Codo radio largo con bridas a 180°	0,17

D _{nom.} (mm)	Ang.	F (Kg)	F _{xx} (Kg)	F' (Kg)	D. Varilla normalizada (mm)	Soportes a cada lado del codo
300	30	11328	5864	3035	24	1
	45	11328	8670	4692	24	1
	90	11328	16020	11328	24	3
250	30	8009	4146	2146	20	1
	45	8009	6130	3318	20	1
	90	8009	11326	8009	20	3
200	30	5036	2607	1349	16	1
	45	5036	3854	2086	16	1
	90	5036	7122	5036	16	3
175	30	3874	2005	1038	16	1
	45	3874	2965	1605	16	1
	90	3874	5479	3874	16	2
150	30	2915	1509	781	16	1
	45	2915	2231	1207	16	1
	90	2915	4122	2915	16	2
125	30	1987	1029	533	16	1
	45	1987	1521	823	16	1
	90	1987	2810	1987	16	1
100	30	1310	678	351	12	1
	45	1310	1003	543	12	1
	90	1310	1853	1310	12	2
80	30	773	400	207	12	1
	45	773	592	320	12	1
	90	773	1093	773	12	1
50	30	333	172	89	10	1
	45	333	255	138	10	1
	90	333	471	333	10	1
25	30	88	46	24	8	1
	45	88	67	36	8	1
	90	88	124	88	8	1



N.º	DIAMET. TUBERIA	A (mm)	B (mm)	R (mm)	Ø (mm)	CARGA (Kg)
1	1/2"	24	40	35	M6	300
2	3/4"	29	45	40	M6	300
3	1"	36	50	40	M8	500
4	1 1/2"	51	55	45	M10	700
5	2"	64	70	55	M10	700
6	2 1/2"	76	80	65	M12	1000
7	3"	92	90	65	M12	1000
8	4"	118	115	75	M12	1000
9	6"	172	155	95	M16	2200
10	8"	223	180	95	M16	2200
11	10"	277	215	100	M20	3500
12	12"	328	245	105	M24	5000
13	14"	360	260	105	M24	5000
14	16"	411	285	105	M24	5000
15	18"	462	320	120	M24	5000
16	20"	512	350	120	M24	5000
17	24"	614	400	120	M24	5000
18	30"	766	475	120	M24	5000

APLICACION.— Sujeción de tubería a estructura mediante colocación de cuatro tuercas.

FORMA DE PEDIDO.— Nombre
 — Figura
 — Diámetro de tubería

0	21/9/81	INFORMACION	JRS	EAR	EAR	L.S.	L.O.	
REV.	FECHA	EDITADO PARA	DIBUJ.	COMP.	APROBACION			

4.- ANEXO I.

4.1.- NORMALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.

Para la realización de este proyecto hemos tenido que seguir unas pautas para normalizar la instalación según ordena la administración, utilizando concretamente las reglas del SOLAS (Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar), concretamente en SOLAS consolidado del año 2003 Capítulo II-2. Adaptadas a nuestro caso en concreto.

Regla 4

Bombas, colector, bocas y mangueras contraincendios.

2.- Capacidad de las bombas contraincendios.

2.1.- Las bombas contraincendios prescritas deberán poder dar, a fines de extinción y a la presión estipulada en el párrafo 4, el caudal de agua siguiente:

2.1.2.- Las de los buques de carga, aparte de toda bomba de emergencia, un caudal de agua que exceda al menos en un tercio el caudal que, según la Regla II-1/21, debe evacuar cada una de las bombas de sentina independientes de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se le emplee en operaciones de achique, aunque no será necesario que en ningún buque de carga la capacidad total exigida de las bombas contraincendios exceda de 180 m³/hora.

2.2.- Cada una de las bombas contraincendios prescritas (aparte de cualquier bomba de emergencia prescrita en el párrafo 3.3.2 para buques de carga) tendrá una capacidad no inferior al 80 por ciento de la capacidad total exigida dividida por el número mínimo de bombas contraincendios prescritas, que nunca será de menos de 25 m³/hora; en todo caso cada una de esas bombas podrá suministrar por lo menos los dos chorros de agua prescritos. Estas bombas contraincendios podrán alimentar el sistema del colector contraincendios en las condiciones estipuladas. Cuando el número de bombas instaladas sea superior al mínimo prescrito, la capacidad de estas bombas adicionales habrá de ser satisfactoria a juicio de la Administración.

3.- Disposición de las bombas contraincendios y del colector contraincendios.

3.1.- Los buques de irán provistos de bombas contraincendios de accionamiento independiente en la proporción siguiente:

*Buques de carga de arqueado bruto, igual o superior a 1.000 Tm, dispondrán por lo menos de dos.

3.3.2.- En los buques de carga de arqueado bruto igual o superior a 2 000 toneladas, dado que un incendio declarado en un compartimiento cualquiera pueda inutilizar todas las bombas, habrá además otro medio, constituido por una bomba fija de emergencia de accionamiento independiente con capacidad para suministrar dos chorros de agua que a juicio de la Administración sean suficientes. La bomba y su ubicación cumplirán con las siguientes prescripciones:

3.3.2.1.- La capacidad de la bomba no será inferior al 40 por ciento de la capacidad total de las bombas contraincendios prescritas en la presente Regla, y en todo caso no será de menos de 25 m³/hora;

3.3.2.2 .-Cuando la bomba esté descargando la cantidad de agua prescrita en el párrafo 3.3.2.1., la presión en cualquiera de las bocas contraincendios no será inferior a las presiones mínimas especificadas en el párrafo 4.2;

3.3.2.5.- La altura de aspiración total y la altura de aspiración neta positiva de la bomba serán tales que se satisfagan las prescripciones de los subpárrafos 3.3.2, 3.3.2.1, 3.3.2.2 y 4.2 de la presente regla cualesquiera que sean las condiciones de escora, asiento, balanceo y cabeceo que quepa esperar en servicio."

3.4.3.- En los buques de carga provistos de espacios de máquinas sin dotación permanente o cuando sólo sea necesario que haya una persona de guardia, se podrá obtener en el acto agua que entregue el sistema del colector contraincendios a una presión adecuada, ya poniendo en marcha por telemando una de las bombas principales contraincendios teleaccionada desde el puente de navegación y desde el puesto de control contraincendios, si lo hay, ya mediante la presión permanente a que se someta el sistema del colector contraincendios con una de las bombas principales contraincendios, aunque en el caso de los buques de carga de arqueo bruto inferior a 1600 toneladas la Administración podrá dispensar del cumplimiento de esta prescripción si la disposición del acceso al espacio de máquinas hace innecesario ese cumplimiento;

3.5.- Se instalarán válvulas de desahogo para todas las bombas contraincendios si éstas pueden desarrollar una presión que exceda de la prevista para las tuberías, bocas contraincendios y mangueras. La ubicación y el ajuste de estas válvulas serán tales que impidan que la presión sea excesiva en cualquier parte del sistema del colector contraincendios.

3.6.- En los buques tanque se instalarán válvulas de aislamiento en el colector contraincendios frente a la toldilla, situándolas en un emplazamiento protegido, y en la cubierta de tanques a intervalos de 40 m como máximo, a fin de preservar la integridad del sistema del colector en caso de incendio o explosión.

4.- Diámetro y presión del colector contraincendios.

4.1.- El diámetro del colector y de las tuberías contraincendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua prescrito respecto de dos bombas contraincendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de 140 m³/hora.

4.2.- Cuando las dos bombas descarguen simultáneamente, por las lanzas de manguera especificadas en el párrafo 8, el caudal de agua especificado en el párrafo 4.1, a través de cualesquiera bocas contraincendios adyacentes, se mantendrán la de $P=0.270 \text{ N/mm}^2$

4.3.- En ninguna de las bocas contraincendios excederá la presión máxima de aquélla a la cual quepa demostrar que la manguera contraincendios puede controlarse eficazmente.

5.- Número y distribución de las bocas contraincendios.

5.1.- El número y la distribución de las bocas contraincendios serán tales que por lo menos dos chorros de agua no procedentes de la misma boca contraincendios, uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza, puedan alcanzar cualquier parte del buque normalmente accesible a los pasajeros o a la tripulación mientras el buque navega, y cualquier punto de cualquier espacio de carga cuando éste se encuentre vacío, cualquier espacio de carga de buque de transbordo rodado o cualquier espacio de categoría especial; en este último caso los dos chorros alcanzarán cualquier punto del espacio, cada uno de ellos lanzado por una manguera de una sola pieza. Además, estas bocas contraincendios estarán emplazadas cerca de los accesos a los espacios protegidos.

6.- Tuberías y bocas contraincendios.

6.1.- No se emplearán para los colectores y bocas contraincendios materiales que el calor inutilice fácilmente, a menos que estén convenientemente protegidos. Las tuberías y bocas contraincendios estarán situadas de modo que se les puedan acoplar fácilmente las mangueras. La disposición de las tuberías y bocas contraincendios será tal que se evite la posibilidad de su congelación. En los buques autorizados para transportar mercancías en cubierta las bocas contraincendios serán siempre, por su emplazamiento, fácilmente accesibles, y en lo posible las tuberías irán instaladas de modo que no haya peligro de que dichas mercancías las dañen. A menos que se disponga de una manguera con su lanza por cada boca contraincendios, todos los acoplamientos y lanzas de manguera serán completamente intercambiables.

6.2.- Se instalará una válvula por cada manguera contraincendios, de modo que en pleno funcionamiento de las bombas contraincendios quepa desconectar cualquiera de las mangueras.

6.3.- Las válvulas de aislamiento destinadas a separar del resto del colector contraincendios la sección de éste situada dentro del espacio de máquinas en que se hallen la bomba o las bombas principales contraincendios, se instalarán en un punto fácilmente accesible y a salvo de riesgos fuera de los espacios de máquinas. El colector contraincendios irá dispuesto de tal forma que cuando las válvulas de aislamiento estén cerradas pueda suministrarse agua a todas las bocas contraincendios del buque, excepto a las del espacio de máquinas antes citado, por medio de una bomba contraincendios que no se halle situada en este espacio de máquinas, a través de tuberías que no penetren en dicho espacio. Excepcionalmente la Administración podrá autorizar que penetren en el espacio de máquinas tramos cortos de las tuberías de aspiración y descarga de la bomba de emergencia contraincendios cuando sea impracticable disponer estas tuberías en el exterior, a condición de que se mantenga la integridad del colector contraincendios dotando a dichas tuberías de un fuerte revestimiento de acero.

7.- Mangueras contraincendios.

7.1.- Las mangueras contraincendios serán de materiales no percederos aprobados por la Administración y tendrán longitud suficiente para que su chorro de agua alcance cualquiera de los puntos que puedan necesitarlo. En los buques construidos el 1 de febrero de 1992 o después de esta fecha se instalarán mangueras contraincendios hechas de materiales no percederos y en los buques construidos antes del 1 de febrero de 1992

se instalarán dichas mangueras cuando se sustituyan las mangueras existentes. Tendrán como longitud máxima la que la Administración juzgue suficiente. Cada manguera estará provista de una lanza y de los acoplamientos necesarios. Las mangueras consideradas en el presente Capítulo como "mangueras contra incendios", así como los accesorios y herramientas necesarios, se mantendrán listos para uso inmediato y colocados en lugares bien visibles, cerca de las conexiones o bocas contra incendios. Además, en buques de pasaje que transporten más de 36 pasajeros las mangueras estarán permanentemente acopladas a las bocas contra incendios en emplazamientos interiores.

7.2.- Los buques llevarán mangueras contra incendios en número y de un diámetro que la Administración juzgue satisfactorios.

7.4.1.- En los buques de carga de arqueo bruto igual o superior a 1000 toneladas se proveerán mangueras contra incendios a razón de una por cada 30 m de eslora del buque, y una de respeto, pero en ningún caso será su número inferior a cinco. En este número no se incluirán las mangueras que se exijan en cualquiera de las cámaras de máquinas o de calderas. La Administración podrá disponer un aumento en el número de mangueras necesarias de modo que en todo momento haya disponible y accesible una cantidad suficiente de ellas, considerados el tipo del buque y la naturaleza del tráfico a que esté dedicado.

8.- Lanzas.

8.1.- A los efectos del presente Capítulo los diámetros normales de lanza serán de 12 mm, 16 mm y 19 mm, o de medidas tan próximas a éstas como resulte posible. Cabrá utilizar diámetros mayores si la Administración juzga oportuno autorizarlos.

8.2.- En los alojamientos y espacios de servicio no será necesario que el diámetro de lanza exceda de 12 mm.

8.3.- En los espacios de máquinas y emplazamientos exteriores el diámetro de lanza será tal que dé el mayor caudal posible con dos chorros suministrados por la bomba más pequeña a la presión indicada en el párrafo 4, y no será necesario que ese diámetro exceda de 19 mm.

8.4.- Todas las lanzas serán de un tipo aprobado de doble efecto (es decir, de aspersion y chorro) y llevarán dispositivo de cierre.

Regla 19

Conexión internacional a tierra.

- 1.- Los buques de arqueo bruto igual o superior a 500 toneladas estarán provistos al menos de una conexión internacional a tierra que cumpla con lo dispuesto en el párrafo 3.
- 2.- Se dispondrá de los medios necesarios para poder utilizar esa conexión en ambos costados del buque.
- 3.- Las dimensiones normalizadas de las bridas de la conexión internacional a tierra serán las indicadas en el cuadro siguiente:

Referencia	Dimensiones
Diámetro exterior	178 mm
Diámetro interior	64 mm
Diámetro de círculo de pernos	132 mm
Ranuras en la brida	4 agujeros de 19 mm de diámetro, espaciados con distancias intermedias iguales en el círculo de pernos del diámetro citado, y prolongados por una ranura hasta la periferia de la brida
Espesor de la brida	14.5 mm como mínimo
Pernos y tuercas	4 juegos, 16 mm de diámetro de 50 mm de longitud

Regla 60

Protección de los tanques de carga.

- 1.- En los buques tanque de un peso muerto igual o superior a 20 000 toneladas a fin de proteger la zona de cubierta en que se encuentran los tanques de carga y estos mismos tanques, habrá un sistema fijo de extinción a base de espuma instalado en cubierta y un sistema fijo de gas inerte ajustados, respectivamente, a lo dispuesto en las Reglas 61 y 62. No obstante, en lugar de dichos sistemas, tras examinar la disposición del buque y su equipo la Administración podrá aceptar otras combinaciones de sistemas fijos si éstos ofrecen una protección equivalente, de conformidad con lo dispuesto en la Regla I/5.

Regla 61

Sistema fijo a base de espuma instalado en cubierta.

- 1.- Los dispositivos destinados a dar espuma podrán lanzar ésta sobre toda la superficie de cubierta correspondiente a los tanques de carga y en el interior de uno cualquiera de éstos cuando la parte de cubierta que le corresponda haya sufrido daños.
- 2.- El sistema de espuma instalado en cubierta operará con simplicidad y rapidez Su puesto principal de control estará en una posición convenientemente situada fuera de la

zona de la carga, adyacente a los espacios de alojamiento, y será fácil llegar a él y utilizarlo si se declara un incendio en las zonas protegidas.

3.- El régimen de alimentación de solución espumosa no será inferior a la mayor de las tasas siguientes:

3.1.- 0,6 l/minuto por metro cuadrado de superficie de cubierta de carga, entendiéndose por superficie de cubierta correspondiente a tanques de carga la manga máxima del buque multiplicada por la extensión longitudinal total de los espacios destinados a tanques de carga;

3.2.- 6 l/minuto por metro cuadrado de la sección horizontal del tanque que tenga la mayor área de sección horizontal; o

3.3.- 3 l/minuto por metro cuadrado de la superficie protegida por el mayor cañón lanzador, encontrándose toda esa superficie a proa de dicho cañón, y sin que la descarga pueda ser inferior a 1 250 l/minuto.

4.- Deberá abastecerse concentrado de espuma en cantidad suficiente para asegurar por lo menos 20 minutos de generación de espuma en los buques tanque provistos de un sistema de gas inerte, o 30 minutos de generación de espuma en los buques tanque que no estén provistos de dicho sistema, utilizando la mayor de las tasas estipuladas en los párrafos 3.1. 3.2 ó 3.3. La relación de expansión de la espuma (es decir, la relación entre el volumen de espuma generada y el volumen de la mezcla de agua y concentrado espumógeno suministrado) no excederá en general de 12 a 1. Cuando los sistemas produzcan esencialmente espuma de baja expansión, pero según una relación de expansión ligeramente superior a la de 12 a 1, la cantidad de solución espumosa disponible se calculará como para los sistemas cuya relación de expansión sea de 12 a 1. Si se emplea una relación media de expansión de espuma (entre 50 a 1 y 150 a 1), el régimen de aplicación de espuma y la capacidad de la instalación de cañones lanzadores responderán a criterios que la Administración juzgue satisfactorios.

5.- Para la entrega de espuma del sistema fijo habrá cañones fijos y lanzaespumas móviles. Cada uno de los cañones podrá abastecer el 50 por ciento al menos del caudal correspondiente a las tasas señaladas en los párrafos 3.1 y 3.2. En buques tanque de un peso muerto inferior a 4 000 toneladas la Administración podrá no exigir instalación de cañones y aceptar lanzaespumas únicamente. En este caso, no obstante, cada lanzaespumas tendrá una capacidad equivalente al 25 por ciento al menos de las tasas señaladas en los párrafos 3.1 ó 3.2.

6.1.- El número y el emplazamiento de los cañones cumplirá con el párrafo 1. La capacidad de todo cañón será al menos de 3 l/minuto de solución espumosa por metro cuadrado de superficie de cubierta protegida por el cañón de que se trate, encontrándose toda esa superficie delante de él, y no podrá ser de menos de 1250 l/minuto.

6.2.- La distancia desde el cañón hasta el extremo más alejado de la zona protegida, situada delante del cañón, no será superior al 75 por ciento del alcance del cañón con el aire totalmente en reposo.

7.- Se situarán un cañón y una conexión de manguera para lanzaespuma a babor y a estribor, en la fachada de la toldilla o de los espacios de alojamiento encarados con la cubierta correspondiente a tanques de carga. En los buques tanque de un peso muerto inferior a 4 000 toneladas se situará una conexión de manguera para lanzaespuma a babor y estribor en la fachada de la toldilla o de los espacios de alojamiento encarados con la cubierta correspondiente a tanques de carga.

8.- Los lanzaespumas quedarán dispuestos de modo que aseguren flexibilidad de operación en la extinción de incendios y cubran las zonas que los cañones no puedan alcanzar porque estén interceptadas. Todo lanzaespuma tendrá una capacidad no inferior a 400 l/minuto y un alcance, con el aire totalmente en reposo, no inferior a 15 m. Se proveerán cuatro lanzaespumas por lo menos. El número y el emplazamiento de los orificios de descarga del colector de espuma serán tales que al menos con dos de los lanzaespumas quepa dirigir la espuma hacia cualquier parte de la superficie de la cubierta correspondiente a tanques de carga.

9.- Se instalarán válvulas en el colector de espuma, y en el colector contraincendios cuando éste sea parte integrante del sistema de espuma instalado en cubierta, inmediatamente delante de la posición de cada cañón, para poder aislar cualquier sección averiada de dichos colectores.

10.- El funcionamiento, al régimen prescrito, del sistema de espuma instalado en cubierta, permitirá la utilización simultánea del número mínimo de chorros de agua exigido, a la presión prescrita, proporcionados por el colector contraincendios.

4.2.- PROPULSIÓN.

4.2.1.- Elección del tipo de bomba.

El buque destinatario del proyecto es un gasero, y según la normalización, el sistema de contraincendios constará de una línea de baldeo y contraincendios y un sistema de contraincendios por espuma.

El sistema de contraincendios por espuma exige para su funcionamiento, unos valores relativamente altos tanto para el caudal (Aproximadamente $579 \text{ m}^3 / \text{h}$ a $11.20 \text{ Kg} / \text{cm}^2$). Valores que prácticamente sólo encontraríamos en la curva característica de una bomba alternativa o de una centrífuga.

Sopesando las ventajas e inconvenientes de uno y otro tipo, encontramos más favorable el empleo de una bomba centrífuga, ya que, aunque la alternativa presenta una ventaja importante sobre la centrífuga, que es la de ser autocebante, los inconvenientes como un mayor mantenimiento (Hay que arrancar la bomba frecuentemente para mantenerla en buen estado), un mayor peso y empacho para el mismo caudal a la misma presión, desnivelan la balanza a favor de la bomba centrífuga.

4.2.2.- La bomba centrífuga.

4.2.2.1.- La aspiración como punto clave.

Un elevado tanto por ciento de todos los problemas y dificultades que surgen en el funcionamiento de las bombas centrífugas, tiene su origen en condiciones de aspiración defectuosas. De aquí el interés que ha de concederse a esta parte de los sistemas de bombeo en su proyección.

A continuación analizaremos someramente los diferentes factores que influyen en la aspiración de una bomba centrífuga. Utilizaremos para ello el concepto de “ altura neta positiva en la aspiración “ o NPSH, concepto nacido en el campo de las refinerías, donde los problemas de aspiración son especialmente importantes, y extendido, más tarde a todas las bombas centrífugas, como medio práctico de evaluación y comparación de capacidades de aspiración.

4.2.2.2.- Equivalencia entre altura y energía.

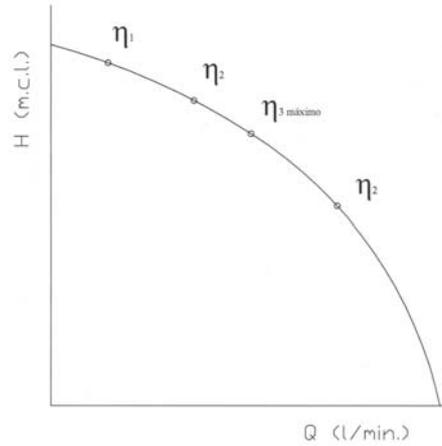
Existen cuatro variables esenciales en el trabajo de una bomba centrífuga: caudal bombeado Q, altura desarrollada H, rendimiento μ y velocidad de giro N.

El caudal Q, al ser la unidad del sistema técnico m^3 / s demasiado grande para las necesidades usuales, suele medirse en l / min ó m^3 / h ; el rendimiento en tanto por ciento y la velocidad de giro en revoluciones por minuto. En una bomba determinada y para una velocidad de giro N fija, el caudal y la altura desarrollada pueden variar según una curva que es la característica caudal-altura de la bomba, variando también el rendimiento a lo largo de ella.

La curva característica caudal-altura desarrollada por una bomba centrífuga a una velocidad N, es la misma para todos los líquidos de igual viscosidad cinemática. Luego para una velocidad y caudal fijo, la bomba elevará líquido igualmente viscosos a la misma altura, cualquiera que sea su peso específico. En otras palabras, la bomba dará presiones o alturas manométricas (En metros de columnas de agua) diferentes según sea el peso específico del líquido manejado; mayores presiones para líquidos más pesados. La potencia absorbida será mayor por tanto para estos últimos.

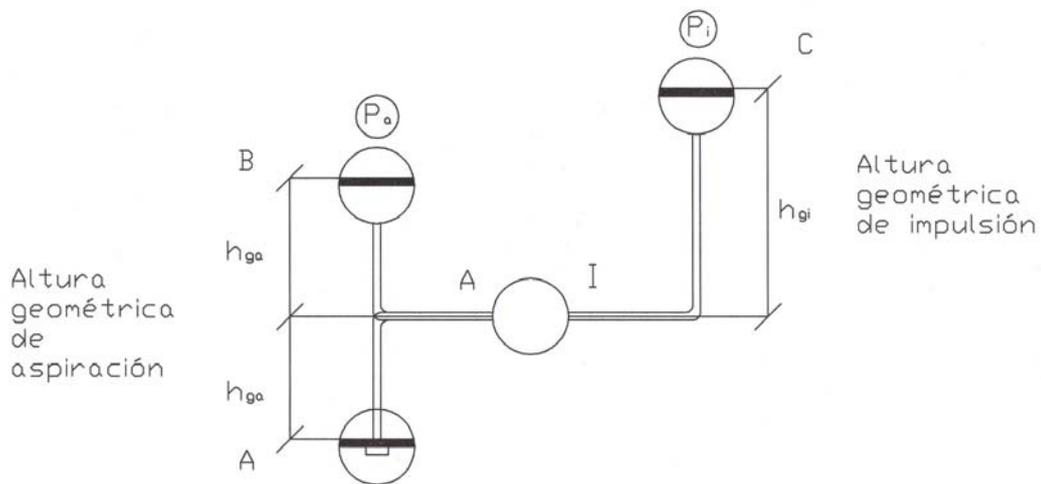
La constancia de la altura desarrollada por una bomba es debida a que la energía cedida por el impulsor al líquido es directamente proporcional a la masa de éste, y en consecuencia es constante la energía cedida por unidad de masa, y también por lo tanto, la altura en columna de líquido. Por ello, es conveniente expresar H en metros de columna de líquido y tener en cuenta siempre su significado de energía en kilográmetros por kilogramo (Kgm / Kg) de líquido bombeado. Se puede decir por el contrario, que es incorrecto hablar de presión desarrollada por una bomba centrífuga, ya que ésta es variable con el líquido, dependiendo del peso específico de éste.

$$P (kg / cm^2) = \frac{H(mcl) \times \gamma_1 (kg / m^3)}{10^4}$$



4.2.2.3.- Alturas de trabajo.

Generalmente la bomba aspira de un depósito bajo una presión absoluta P_a , a un nivel h_{ga} con respecto al eje de la bomba, o respecto al centro del primer impulsor si es bomba vertical, e impulsa el líquido a otro depósito a nivel h_{gi} y a una presión absoluta P_i .



Expresando las presiones como energía, es decir, en metros de columna de líquido, tendremos:

- Altura geométrica de aspiración (H_{ga}).
- Altura geométrica de impulsión (H_{gi}).
- Altura geométrica total (H_{gt}).

El valor de H_{gt} depende del valor de la presión en la brida de aspiración. Si ésta es negativa o sea, menor que la presión atmosférica, entonces el valor de la altura geométrica total será: $H_{gt} = H_{gi} + H_{ga}$. En tal caso, se dice que la bomba trabaja con

aspiración. Por el contrario cuando la presión en la brida de aspiración, es mayor que la presión atmosférica, la bomba trabaja con carga. Siendo $H_{gt} = H_{gi} - H_{ga}$.

“En nuestro caso, las bombas siempre trabajarán en carga puesto que la superficie del mar siempre estará por encima de las bombas (Excepto la bomba de emergencia cuando el barco se encuentre en lastre), y diseñaremos la aspiración de las bombas de manera que las pérdidas de carga en la aspiración sean mínimas”.

Llamando h_a a las pérdidas de carga en el conducto de aspiración y h_i a las del conducto de impulsión, tendremos:

- Altura total en la aspiración. $H_a = P_a + H_{ga} - h_a$
- Altura total en la impulsión: $H_i = P_i + H_{gi} - h_i$
- Altura total manométrica: $ATM = P_i - P_a + H_{gt} - h_i - h_a$

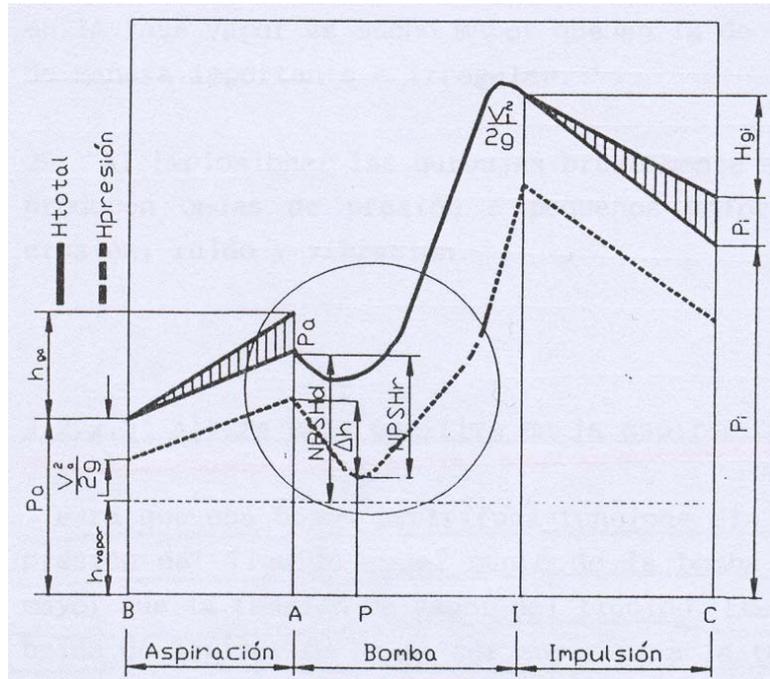
La altura total en la aspiración es la energía total del líquido en la brida de aspiración, y la altura total en la impulsión es la energía del líquido en la brida de descarga. Siendo pues, la altura total manométrica, la diferencia entre ambas, o sea, la energía cedida por la bomba al líquido por unidad de masa. Si se dispone un manómetro industrial en la brida de aspiración y en la de descarga, la altura total desarrollada por la bomba será la diferencia de sus lecturas, más la diferencia de alturas cinéticas $\frac{v_e^2 - v_s^2}{2g}$

que a menudo es despreciable y no se considera.

4.2.2.4.- Cavitación.

La presión o altura estática a que un líquido puede estar sometido, ha de ser siempre mayor o igual que su tensión de vapor. Si se hiciera menor, el líquido se vaporizaría en cantidad suficiente para restablecer una presión igual a su tensión de vapor. Por esto, si la altura de presión del líquido en la brida de aspiración, igual a $H_a - \frac{v_a^2}{2g}$ (Altura total en la aspiración (Energía) menos la energía cinética del líquido,

nos queda la presión, altura estática o altura de presión) fuera menor que la tensión de vapor, debido a una altura geométrica de aspiración negativa excesiva o a elevadas pérdidas de carga en el conducto de aspiración, el líquido se vaporizaría a la entrada de la bomba. Al seguir ésta desarrollando la misma altura en metros de columna de fluido, la presión bajaría en la proporción densidad líquido / densidad vapor y en muchos casos sería insuficiente para sostener la tubería de aspiración llena de líquido, vaciándose, y por consiguiente descebando la bomba. Las bombas centrífugas además, no están previstas para funcionar en seco, ya que necesitan del líquido como lubricante en los juegos de empaquetadura con eje y aros rozantes entre si, luego la bomba se deterioraría.



No basta, sin embargo, que la presión en la aspiración sea igual o mayor que la tensión de vapor para un funcionamiento correcto de la bomba. En la siguiente figura representamos el diagrama de las variaciones de presión en el sistema.

En el podemos ver que en el interior de la bomba se produce una caída de presión Δh antes de empezar ésta a aumentar por la acción del impulsor. Las causas de esta caída de presión interna Δh , llamada también depresión dinámica o altura de presión crítica, son las pérdidas de carga internas y los aumentos de velocidad en el codo de entrada del impulsor, en el borde de los álabes y en la cara superior de éstos. Todas estas pérdidas locales de presión, difíciles de evaluar exactamente, se pueden considerar proporcionales al cuadrado de ω_i , que es la velocidad relativa del líquido con respecto al impulsor, y su suma Δh se puede hacer igual a:

$$\Delta h = \frac{\lambda \times \omega_i^2}{2g}$$

donde λ es un coeficiente experimental que depende del acabado superficial, forma de la bomba y forma del comienzo del perfil del álabe.

La presión en la brida de aspiración, aun siendo mayor que la tensión de vapor, puede no ser lo suficiente para evitar la formación de vapor en el interior de la bomba. En este caso el líquido, al llegar a los alrededores de la zona donde la presión es más baja (Suele hallarse cerca del borde interno en la cara posterior de la álabes) y su presión disminuir por las pérdidas de carga y aumentos de velocidad por debajo de la tensión de vapor, comienza a vaporizarse, creando en el seno del líquido burbujas o cavidades (De aquí el nombre de cavitación).

Estas burbujas, que serán mayores cuanto mayor sea el defecto de presión, son arrastradas por el líquido, y al aumentar la presión por encima de la tensión de vapor llega un momento en que éste vuelve a condensarse de forma brusca, haciendo implosionar las burbujas.

Los efectos más importantes de la cavitación son los siguientes:

- 1.- Al formarse las cavidades o burbujas, debido a que el volumen específico en la fase vapor es mucho mayor que en la de líquido, la capacidad disminuye de manera importante e irregular.
- 2.- Al implosionar las burbujas bruscamente en las zonas de alta presión, se producen ondas de presión o pequeños golpes de ariete, que dan lugar a erosión, ruido y vibración.

4.2.2.5.- Altura neta positiva en la aspiración NPSH.

Para que una bomba centrífuga funcione sin cavitación es necesario que la presión del líquido en el punto de la bomba en que es mínima, sea igual o mayor que la tensión de vapor del líquido. Luego la presión del líquido en la brida de aspiración ha de ser superior a la tensión de vapor en una cantidad mínima Δh , caída de presión interna, es decir:

$$H_{\text{presión,a}} - H_{\text{vapor}} > \Delta h$$

Si nos referimos, en vez de a la presión, a la altura total en la aspiración, su diferencia con la tensión de vapor para funcionamiento sin cavitación, tendrá que ser $> \Delta h + v_a^2$, siendo v_a la velocidad en la brida de entrada.

$$H_{\text{presión,a}} = \frac{v_a^2}{2g} - H_{\text{vapor}} > \Delta h + \frac{v_a^2}{2g}$$
$$H_a - H_{\text{vapor}} > \Delta h + \frac{v_a^2}{2g} \quad (1)$$

La altura total del líquido menos la tensión de vapor, se llama altura neta y expresa la máxima energía por unidad de peso que el líquido puede perder sin evaporarse.

Así a $H_a - H_{\text{vapor}}$ o altura total en la aspiración, menos tensión de vapor, se le llama altura neta positiva en la aspiración (NPSH). Es la altura neta que el sistema deja disponible en la brida de aspiración a la que va acoplada la bomba. Por ello, se le llama NPSH disponible, siendo:

$$\text{NPSH} = H_a - H_{\text{vapor}} = P_a + H_{\text{ga}} - h_a - H_{\text{vapor}}$$

La NPSH disponible depende por tanto, de las características del sistema de conducción. Es por tanto, un dato que podemos calcular tan solo en función del sistema de conducción.

Por otra parte, la bomba para funcionar sin cavitación, únicamente requiere una NPSH en su brida de entrada igual al segundo miembro de la inecuación (1). Es decir, la NPSH requerida será:

$$NPSHr = \Delta h + \frac{v_a^2}{2g} = \frac{\lambda \times \omega_i^2}{2g} + \frac{v_a^2}{2g}$$

NPSHr depende sólo de Δh y $v_a^2/2g$ que son características propias de la bomba, siendo un dato que nos facilitará el constructor.

En definitiva, para que una bomba funcione sin cavitación, la $NPSHd \geq NPSHr$: que no es más que otra forma de expresar la inecuación (1), siendo:

$$NPSHd = H_a - H_{\text{vapor}}$$

$$NPSHr = \Delta h + \frac{v_a^2}{2g}$$

4.2.2.6.- Altura neta positiva disponible en la aspiración o NPSHd.

En el exceso de energía o altura total del líquido en la brida de aspiración sobre su presión de vapor:

$$NPSHd = H_a - H_{\text{vapor}} = P_a + H_{\text{ga}} - h_a - H_{\text{vapor}}$$

Conviene disponer en la aspiración de la bomba un NPSHd lo más grande posible. Ya que además de proporcionarnos mayor seguridad de funcionamiento sin cavitación, nos da la posibilidad de emplear bombas en sí, relacionados con las condiciones de servicio y de la instalación:

- Presión en el depósito de aspiración P_a
- Altura geométrica de aspiración H_{ga}
- Pérdidas en el conducto de aspiración h_a
- Tensión de vapor del líquido H_{vapor}

A continuación analizaremos la influencia de cada uno de estos factores en el funcionamiento de la bomba.

4.2.2.6.1.- Presión en el depósito de aspiración, P_a .

Si el depósito es abierto, la presión P_a es igual a la presión atmosférica, que al nivel del mar, como ocurre en nuestro caso es de 1,033 Kg / cm² ó 10,330 mca.

Una misma instalación que funcione perfectamente a nivel del mar, puede tener problemas a una mayor altitud. Ya que NPSHd disminuye y puede llegar a ser menor que NPSHr.

Hemos de tener en cuenta, que en realidad trabajaremos con agua salada de densidad 1.026 Kg / m³. Con lo cual, los 10,330 mca equivaldrán a 10,068 mcas.

4.2.2.6.2.- Altura geométrica de aspiración, H_{ga} .

Es la diferencia de niveles entre la superficie del líquido a aspirar y el eje de la bomba (O centro del primer impulsor si es vertical) . Si la bomba se halla por encima del líquido, H_{ga} es negativa.

La máxima altura geométrica de aspiración negativa que una bomba puede vencer será aquella que haga $NPSHr = NPSHd$, por lo tanto:

$$\text{máx. } (-H_{ga}) = P_a - h_a - H_{\text{vapor}} - NPSHr$$

En consecuencia, siempre que la tensión de vapor sea despreciable, como ocurre con agua fría, se puede obtener una aproximación del máximo desnivel que una bomba puede vencer en su aspiración, incluidas las pérdidas de carga en ésta, restando su $NPSHr$ de P_a :

$$\text{máx. } (-H_{ga} + h_a) \approx P_a - NPSHr$$

De aquí se desprende que la profundidad de que una bomba centrífuga puede sacar agua de un depósito abierto, no podrá ser nunca mayor de $P_a = 10,330$ m, cuando $NPSHr = 0$. Sin embargo, existen bombas centrífugas que hacen recircular parte del caudal por un eyector colocado en la aspiración bajo el nivel del líquido, siendo una solución económica para pequeños caudales, ya que de esta forma pueden llegar a vencer aspiraciones de hasta 40 m.

Generalmente conviene colocar la bomba lo más baja posible respecto al nivel del líquido, haciendo H_{ga} lo mayor posible para obtener $NPSHd$ grandes.

4.2.2.6.3.- Pérdidas de carga en el conducto de aspiración, h_a .

Es un factor negativo en la expresión de $NPSHd$, por lo que conviene hacerlas mínimas. Para ello es recomendable que la tubería de aspiración sea de diámetro D mayor que el de descarga e incluso que el del orificio de aspiración, de longitud L lo más corta posible y libre de válvulas, codos, estrechamientos, etc.... La válvula de pie, si produce muchas pérdidas, hay que ponerla de diámetro superior al de la tubería o eliminarla. También es conveniente que el valor de la rugosidad relativa de la tubería sea mínimo.

El único factor influyente en la $NPSHd$ que aumente junto con el caudal, es h_a .

Las pérdidas para un caudal determinado no varían con líquidos diferentes, siempre que éstos tengan la misma viscosidad cinemática, pero crecen si ésta aumenta.

Estas dos últimas circunstancias son especialmente desfavorables, pues mayores viscosidades y caudales, además de disminuir $NPSHd$, aumenta $NPSHr$, facilitando así de doble manera la posibilidad de situaciones de cavitación ($NPSHd < NPSHr$).

4.2.2.6.4.- Tensión de vapor del líquido, H_{vapor} .

Este también es un factor con carácter negativo respecto a NPSHd, solo es necesario recordar la expresión que las relaciona $\text{NPSHd} = H_a - H_{\text{vapor}}$.

La tensión de vapor de un líquido viene expresada normalmente en Kg / cm^2 . Para pasarla a metros de columna de líquido, la dividiremos por el peso específico relativo del líquido a la temperatura de bombeo, multiplicando por una decena para ajustar unidades. Por esto, la tensión de vapor crece con la temperatura doblemente, ya que con ésta aumenta la presión de vapor y disminuye al mismo tiempo su peso específico.

Es conveniente a menudo, tomar un valor de H_{vapor} superior al real, ya que si el líquido lleva gases disueltos, éstos se empiezan a desprender a presiones por encima de H_{vapor} . Luego al ir disminuyendo la presión, las primeras burbujas que se producen están formadas por los gases que se encontraban en disolución. Tales burbujas no pueden, por tanto, sufrir la condensación brusca, causa de vibraciones y erosión, aunque si disminuyen el caudal de líquido desarrollado, dando lugar a bolsas de gases en el centro del impulsor que pueden llegar incluso a descebar el sistema.

Recordando los factores que afectan a las condiciones de aspiración. Resulta que la altura neta disponible en ésta, o NPSHd, disminuye al aumentar:

- 1.- Altura de la bomba sobre el líquido (Proporciona menos H_{ga}).
- 2.- Altura geodésica de la bomba (Menor P_a).
- 3.- Densidad del líquido (Menor P_a).
- 4.- Estrechez de la tubería de aspiración (Mayor h_a).
- 5.- Longitud de la tubería de aspiración (Mayor h_a).
- 6.- Rugosidad de la tubería de aspiración (Mayor h_a).
- 7.- N° de válvulas, codos y accesorios de la tubería de aspiración (Mayor h_a).
- 8.- Caudal (Mayor h_a).
- 9.- Viscosidad (Mayor h_a).
- 10.- Volatilidad del líquido (Mayor H_{vapor}).
- 11.- Temperatura del líquido (Mayor H_{vapor}).

4.3.-DISTRIBUCIÓN.

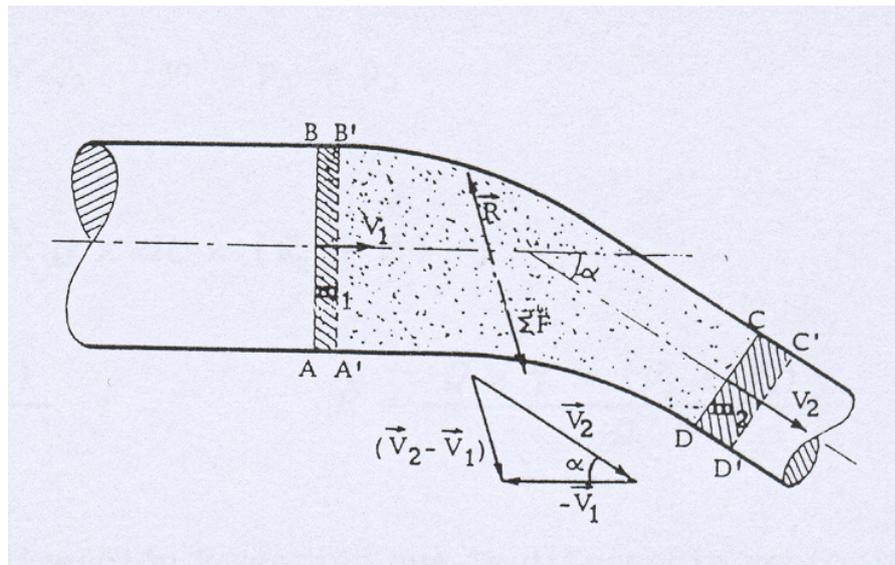
4.3.1.- Fuerzas sobre el conducto.

4.3.1.1.- Ecuación de la cantidad de movimiento.

Cuando se obliga a un flujo a variar su velocidad, bien sea en magnitud o en dirección, se origina en el mismo un desequilibrio de fuerzas, como corresponde a la aceleración provocada:

$$\sum \vec{F} = m \times a$$

De la misma manera que cuando se acelera un recipiente lleno de líquido aparece en sentido contrario una fuerza de reacción que actúa sobre éste, cuando se acelera un flujo se provoca también una reacción $(\vec{R} = -\sum \vec{F})$ que actuará sobre el conducto. Esta reacción será capaz de poner en movimiento al conducto.



4.3.1.1.1.- Dedución de la fórmula.

En el flujo de la figura anterior, fijemos un volumen de control: el comprendido entre las secciones AB y CD. La masa, que en un instante dado ocupe este volumen de control, ocupará, después del tiempo dt , una posición más avanzada, infinitamente próxima a la anterior: entre A'B' y C'D'. La suma de fuerzas $(\sum \vec{F} \neq 0)$, que actúa sobre el sistema, da un impulso al mismo, $\sum \vec{F} \times dt$ que causará la variación correspondiente en su cantidad de movimiento:

$$\sum \vec{F} \times dt = d(m \times \vec{v}) = d\vec{M}$$

La variación $d\vec{M}$ será igual a la diferencia de la \vec{M} del sistema, después y antes de transcurrido el tiempo dt :

$$d\vec{M} = \vec{M}_{A'B'C'D'} - \vec{M}_{ABCD} = \vec{M}_{A'B'CD} + \vec{M}_{CDC'D'} - \vec{M}_{ABA'B'} - \vec{M}_{A'B'CD} ;$$

El primer y el último término del último miembro representan la cantidad de movimiento de la masa comprendida entre A'B' y CD, después y antes respectivamente del tiempo dt ; sólo serán iguales si el régimen es "permanente". Para este régimen resulta.

$$d\vec{M} = \vec{M}_{CDC'D'} - \vec{M}_{ABA'B'} = m_2 \times \vec{v}_2 - m_1 \times \vec{v}_1 = \rho_2 \times Q_2 \times dt \times \vec{v}_2 - \rho_1 \times Q_1 \times dt \times \vec{v}_1$$

Para el régimen permanente, la ecuación de continuidad es:

$$Q_1 = Q_2 \quad \text{y} \quad \rho_1 = \rho_2$$

Así pues:

$$\sum \vec{F} \times dt = d\vec{M} = \rho \times Q \times dt \times (\vec{v}_2 - \vec{v}_1) ;$$

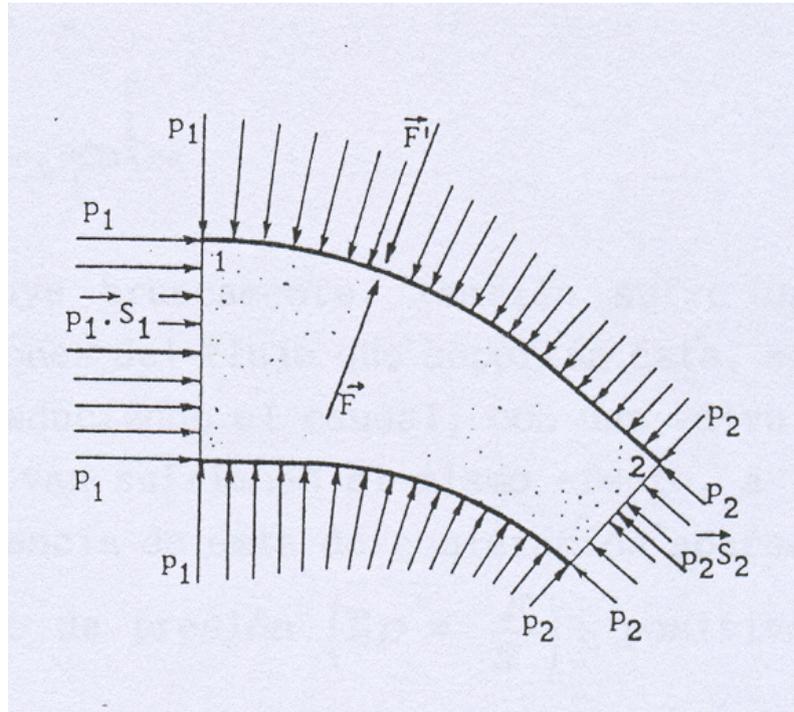
$$\sum \vec{F} = \frac{Q \times \rho \times (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{g} ; \quad \vec{R} = \frac{Q \times \rho \times (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)}{g} ;$$

Luego $\sum \vec{F}$ presenta la misma dirección y sentido que la diferencia vectorial:

$$\vec{v}_2 - \vec{v}_1 .$$

4.3.1.2.- Fuerza sobre el conducto.

Cuando un conducto es recto y de sección constante, las presiones laterales, que actúan perpendicularmente a las paredes, dan una resultante, que queda compensada con la componente del peso del fluido. En cualquier otro tipo de conducto, las presiones quedan desequilibradas y dan lugar a una resultante, F , sobre el conducto.



Si el fluido no está circulando, la suma de fuerzas sobre la masa contenida en el trozo de conducto que estudiamos es nula; y si circula, será:

$$\vec{R} = \frac{Q \times \gamma \times (\vec{v}_1 - \vec{v}_2)}{g}$$

En el primer caso, las fuerzas que actúan sobre el sistema son las ejercidas sobre sus límites, $\vec{P}_1 \cdot S_1$, $\vec{P}_2 \cdot S_2$, y \vec{F} las fuerzas de campos exteriores, como gravitatorio, magnético, eléctrico. En nuestro caso sólo interviene el peso del sistema, que resulta despreciable en comparación con las demás fuerzas. La fuerza \vec{F}' es la que el conducto ejerce sobre el fluido, como reacción a la \vec{F} que el flujo ejerce sobre el conducto.

Así pues:

a) Cuando el fluido no circula:

$$\sum \vec{F} = 0 \quad ; \quad \vec{F} = \vec{P}_1 \cdot S_1 + \vec{P}_2 \cdot S_2$$

b) Cuando hay flujo:

$$\sum \vec{F} = -\vec{R} = \frac{Q \times \gamma \times (\vec{v}_2 - \vec{v}_1)}{g} \quad ; \quad \vec{F} = \vec{P}_1 \cdot S_1 + \vec{P}_2 \cdot S_2 + \vec{R}$$

En condiciones se presentan lógicamente las dos situaciones. Habría que ver en que caso la fuerza es más desfavorable. Generalmente será cuando no hay flujo, ya que la reacción \vec{R} no resultará muy grande comparada con las demás fuerzas; y en cambio las presiones de P_1 y P_2 serán mayores cuando no hay flujo, por no haber pérdidas de carga.

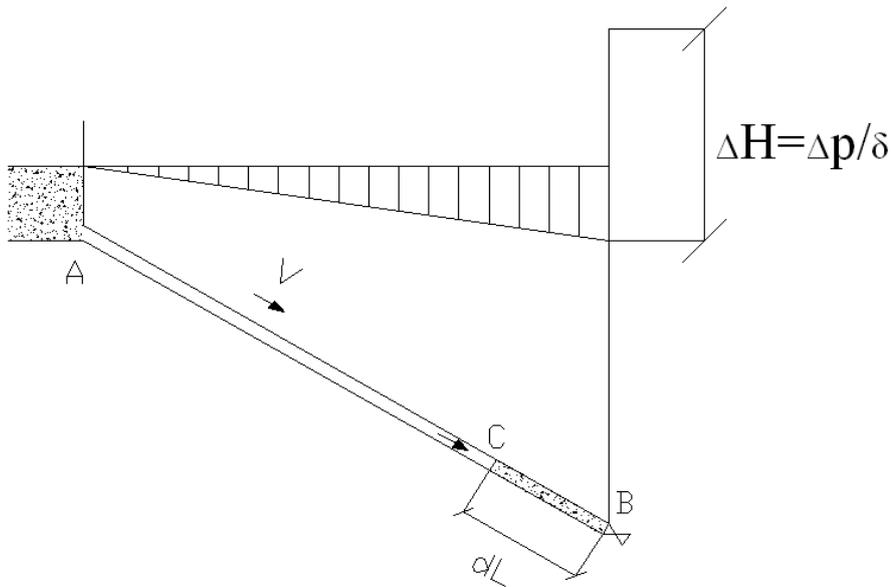
4.3.2.- Golpe de ariete.

4.3.2.1.- Fundamento.

Cuando el caudal de un flujo disminuye bruscamente, también sufre una desaceleración brusca. Las primeras secciones flujo que soportan éstas, son las más próximas al lugar donde está reduciendo el caudal; con una válvula por ejemplo. Después sucesivas secciones van sufriendo el mismo efecto, a lo largo de toda la conducción. Como consecuencia de esta desaceleración aparece una fuerza, F , que origina un incremento de presión $\left(\sum p = \frac{F}{S} \right)$: positivo, aguas arriba de la válvula, y negativo, aguas abajo. En un aumento de caudal, apertura de válvula por ejemplo, el flujo se acerca; el incremento de presión también aparece, pero los signos son contrarios. Si en el momento de variar el caudal, el incremento de presión que aparece es positivo, se hablará de golpe de ariete positivo; y si es negativo, de golpe de ariete negativo.

4.3.2.2.- Fórmula de Allievi.

Suponiendo en principio un cierre total e instantáneo en B. Si el líquido fuese totalmente incompresible y la tubería totalmente rígida, el caudal se anularía en A la vez que en B. Debido, en cambio, a que el líquido se comprime y la tubería se dilata, sigue entrando líquido por A después de anularse el caudal en B. El tiempo que transcurre hasta que se anula el caudal en A, es el que tarde la onda de presión aparecida en B, en llegar hasta A.



Si “c” es la velocidad de propagación de la onda, el tiempo que tarde ésta en recorrer un “dL” sería:

$$dt = \frac{dL}{c}$$

que es el tiempo necesario para que la masa del trozo dL quede en reposo, al anularse la velocidad v, la desaceleración será:

$$a = \frac{\Delta v}{dt} = \frac{\Delta v \times c}{dL}$$

Siendo Δv igual a: 1.- $v - v'$, en cierre parcial.
2.- v , en un cierre completo.

Y su fuerza correspondiente en su cierre completo:

$$F = m \times a = \frac{S \times dL \times \rho \times c \times v}{dL} = S \times \rho \times c \times v$$

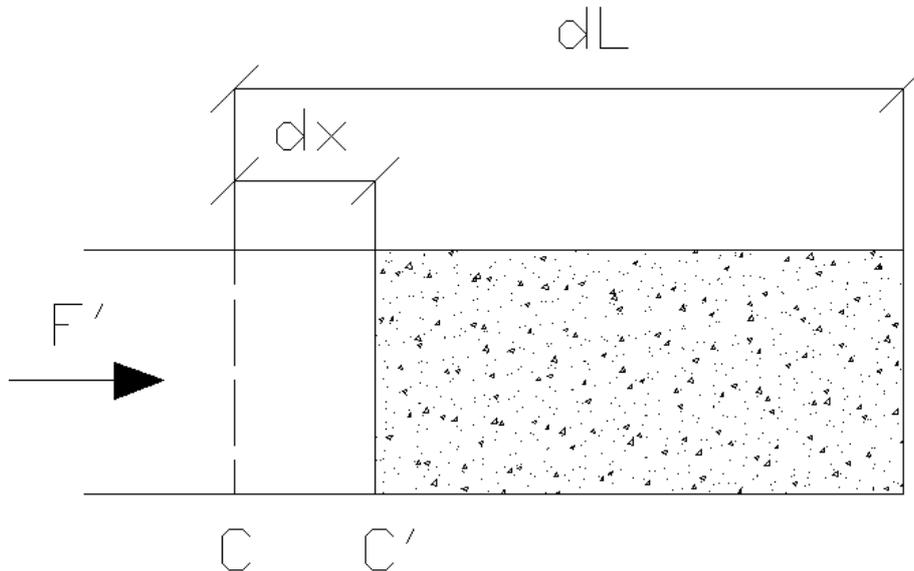
Aparece pues un aumento de presión, que se propagará luego por toda la conducción:

$$\Delta p = \rho \times c \times v \quad ; \quad \text{o bien} \quad \Delta H = \frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{c \times v}{g}$$

Fórmula desarrollada por Alievi, y que da el máximo valor de golpe de ariete que puede presentarse.

4.3.2.3.- Velocidad del sonido.

La velocidad de propagación del golpe de ariete por la tubería sería la correspondiente del sonido en el medio que fluye, si no fuera por la elasticidad del material de aquella, que al dilatarse, aumenta su cabida, una vez que el caudal en B quedó anulado. Esto retrasará la llegada de la onda al punto A; luego la velocidad de propagación será inferior a la del sonido en el fluido en cuestión.



Para valorar la velocidad del sonido, se ha de suponer que sólo interviene la compresibilidad del fluido; y que por tanto, la tubería es de una rigidez absoluta.

En la figura representamos el mismo trozo, dL , de la figura anterior. Al comprimirse, por efecto del cierre, la masa que inicialmente ocupaba la longitud dL pasará a ocupar la $(dL - dx)$. Para comprimirse ha tenido que aparecer una fuerza F' , por encima de la que hubiera a causa de la presión existente antes del cierre, que tendrá un valor nulo en C y un valor máximo al final (En C'): $F' = F = S \times \Delta p$. Considerando lineal la variación de F' , su valor medio en el recorrido CC' sería:

$$\frac{F}{2} = \frac{S \times dL \times \rho \times v^2}{2} \quad (\Delta p = \text{golpe de ariete}) ;$$

que al desplazarse de C a C', consumirá el trabajo: $\frac{S \times dx \times \Delta p}{2}$

Por el principio de la conservación de la energía, el trabajo anterior ha de provenir de otra energía; y ésta es la energía cinética que desaparece de la misma masa al quedar en reposo:

$$\frac{m \times v^2}{2} = \frac{S \times dL \times \rho \times v^2}{2}$$

Igualando ambas se obtiene:

$$\frac{S \times dL \times \rho \times v^2}{2} = \frac{S \times \Delta p \times dx}{2} \quad ; \quad \rho \times v^2 = \Delta p \times \frac{S \times dx}{S \times dL}$$

$\frac{S \times dx}{S \times dL}$ es el cociente entre la variación de volumen, a causa de la compresibilidad del fluido, y el volumen inicial; o lo que es lo mismo, la variación específica de volumen, $\Delta V / V$. Éste puede despejarse en función del módulo de elasticidad volumétrico, E, y sustituirse en la última igualdad:

$$\left| \frac{\Delta V}{V} \right| = \frac{\Delta p}{E} \quad ; \quad \rho \times v^2 = \frac{\Delta p \times \Delta p}{E} \quad ;$$

$$\Delta p^2 = \rho \times v^2 \times E \quad ; \quad \Delta p = v \times \sqrt{\rho \times E}$$

De no intervenir la elasticidad de la tubería, la última expresión daría el golpe de ariete; y la velocidad, c, de propagación de la onda sería la velocidad del sonido:

$$\Delta p = v \times \sqrt{\rho \times E}$$

$$\Rightarrow \quad \rho \times c = \sqrt{\rho \times E}$$

$$\Delta p = \rho \times c \times v$$

$$\text{Velocidad del sonido} = c = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

Para el agua $E \approx 20.700 \text{ Kg} / \text{cm}^2$, y $\rho = 1.026 \text{ Kg} / \text{m}^3$:

$$c = \sqrt{\frac{E}{\rho}} = \sqrt{\frac{g \times E}{\gamma}} = \sqrt{\frac{9,810 \times 207 \times 10^6}{1026}} = 1407 \text{ m/s}$$

La velocidad de propagación del golpe de ariete en tuberías de agua será, lógicamente, inferior a este valor, a causa de la elasticidad del tubo.

4.3.2.4.- Velocidad de propagación de la onda.

Al intervenir la elasticidad de la tubería, una parte de la variación de volumen es debida a la compresibilidad del fluido, pero otra a la variación de capacidad de la tubería. Se haría un razonamiento análogo al del epígrafe anterior; pero ahora intervendría también el módulo de elasticidad, E' , del material de la tubería. El espesor del tubo, e , u el diámetro es lógico que también influirán. Se llegaría a la fórmula

$$c = \frac{\sqrt{\frac{E}{\rho}}}{\sqrt{1 + \frac{E \times D}{E' \times e}}} \quad (\text{Fórmula de Joukowski})$$

Para el agua Alievi propone:

$$c = \frac{9900}{\sqrt{48,300 + \frac{K \times D}{e}}}$$

Es un caso particular de la anterior, en el que:

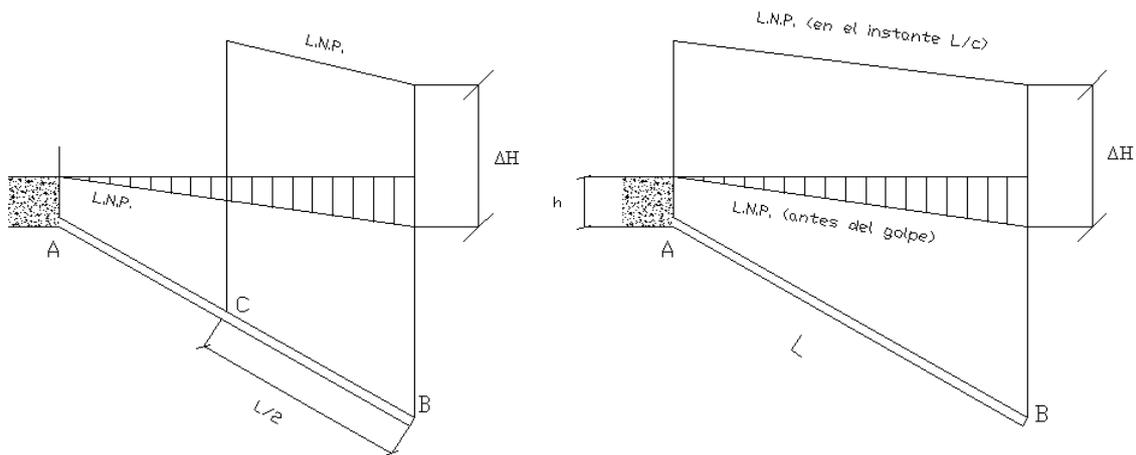
$$K = \frac{48,300 \times E}{E'} = \frac{48,300 \times 207 \times 10^6}{E'} = \frac{10^{10}}{E'} \quad ; \quad (E' \text{ en kg / m}^2)$$

Por ejemplo, para el acero ($E' = 2 \times 10^{10}$ Kg / m²): $K = 0,500$

4.3.2.5.- Oscilaciones de presión en la tubería.

A partir de cuando se produce un golpe de ariete, la onda empieza a circular por la tubería. Por ejemplo, en el instante $t = L / 2c$, ha recorrido la mitad de la misma. Y en $t = L / c$, la onda habría llegado al punto A, toda la tubería está dilatada y el líquido en su interior comprimido.

Como en A no puede haber otra presión que la debida a la altura h , el Δp , al llegar al punto A tiene que desaparecer instantáneamente. El agua comienza a fluir en dirección hacia el depósito, a la vez que la presión se va normalizando. En el instante $t = 2L / c$, la onda normalizadota que partió de A, llega a B. En dicho instante, el agua de toda la tubería se mueve hacia el depósito, teóricamente a la misma velocidad v que llevaba en sentido contrario antes de producirse el golpe.



Como el agua en la sección B no puede moverse, se produce una disminución de presión por debajo de la estática de carga, igual en valor absoluto a la sobrepresión del golpe, Δp . Esta onda de depresión también se propaga, y al llegar al punto A, en el instante $3L / c$, todo el líquido se encuentra expansionado y en reposo, y el diámetro reducido.

En consecuencia, entrará por A, agua en la tubería. Así comienza un flujo en A, en dirección a B. A medida que sucesivas secciones van entrando en movimiento, la presión en las mismas se va normalizando. En el instante $4L / c$, el movimiento llega a B; y la situación vuelve a ser la misma que en el instante cero, en el que se anuló el caudal en B. El fenómeno vuelve a repetirse, y se repetiría indefinidamente, si no fuera porque los rozamientos del agua en la tubería indefinidamente, si no fuera porque los rozamientos del agua en la tubería, van absorbiendo la energía del golpe.

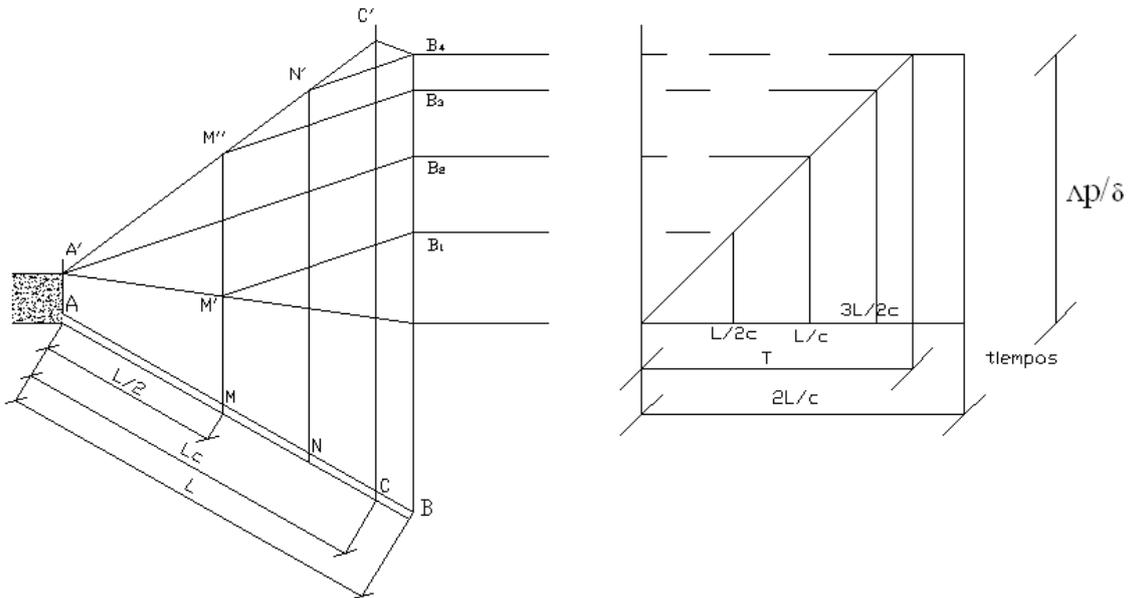
Cuando se trata de un golpe de ariete negativo, el valor mínimo al que podría llegar es el cero absoluto, en el peor de los casos; aunque teóricamente pudiera corresponder un valor menor. Sin embargo, como el fenómeno ondulatoria descrito tiene igualmente lugar, el $+\Delta p$ llegará, aunque con un retraso de $2L / c$, con relación al golpe de ariete positivo. En consecuencia un golpe de ariete negativo, puede ser tan nocivo como el positivo.

4.3.2.6.- Conducciones largas.

Hasta ahora se ha venido considerando que el cierre, o anulación de caudal, es instantáneo. Sin embargo, esto no es posible, y la longitud de la tubería va a intervenir en el fenómeno, al igual que el cierre sea más o menos rápido. Si la longitud de la conducción es lo suficientemente larga, o el cierre lo suficientemente rápido, como para que la válvula esté totalmente cerrada antes de lo que tarda una onda de presión en ir y volver, hablaremos de conducciones largas, o cierres rápidos; de lo contrario se hablará de conducciones cortas, o cierres lentos. Llamando T al tiempo de cierre:

$$\text{Si } T < \frac{2L}{c}, \text{ cierre rápido; } L > \frac{cT}{2}, \text{ conducciones largas.}$$

Al no ser instantáneo el cierre, el incremento total de presión, Δp , no aparece en B desde el primer instante, aumenta gradualmente, y alcanza su máximo valor en el instante T.



Aparecido el primer incremento infinitesimal de presión, dp , éste inicia su marcha por la tubería; e irá ya siempre por delante del resto de incrementos de presión. Así, en el instante $L / 2c$, línea de presión sería $B_1M'A'$; y en instante $1 / c$, sería B_2A' . En este instante, partiendo A, marcha hacia B la primera onda normalizadota; a la que seguirá la segunda, la tercera y las demás. En la sección A, y en las siguientes, los nuevos incrementos de presión que intentan llegar hasta A, van siendo contrarrestados con las ondas normalizadoras que van en sentido contrario; así, en A nunca existirá otra presión que no sea la debida a la altura AA' . En el instante, $3L / 2c$, la primera onda normalizadota que partió de A llega a M, y las presiones en la tubería estarían representadas por la línea piezométrica $B_3M''A'$.

En el instante T, terminación del cierre, aparece en B el último incremento de presión que completa el golpe, y la línea $B_4N'A'$ sería la que representa las presiones en dicho instante; la primera onda normalizadota que partió de A está pasando por N. A mitad del camino entre N y B, se encontrarán la última onda sobrepresión, que se dirige hacia A, y la primera onda normalizadora que se dirige hacia B. Es ese instante crítico, la conducción se encuentra en sus peores condiciones. La línea $B_4C'A'$ representaría el techo al que pueden llegar las presiones.

Hasta ahora se han venido dibujando los Δp , sobre la línea de presión que existía antes del golpe. Esto en principio es correcto; pero luego al quedar el agua en reposo, las presiones propias de la tubería serían las estática, y sobre ellas tendería a quedar montado el referido golpe, Δp .

4.3.2.7.- Longitud crítica.

Al trozo de tubería AC puede llamarse longitud crítica, para saber dibujar en cada caso el techo de presiones, necesitamos determinar L_c

El tiempo transcurrido desde que se formó en B la primera onda infinitesimal hasta el instante crítico, es:

$$\frac{L + L_c}{c}$$

El tiempo transcurrido desde la formación en B de la última onda hasta el instante crítico, es:

$$\frac{L - L_c}{c}$$

La diferencia entre los dos tiempos anteriores e la duración del cierre, T:

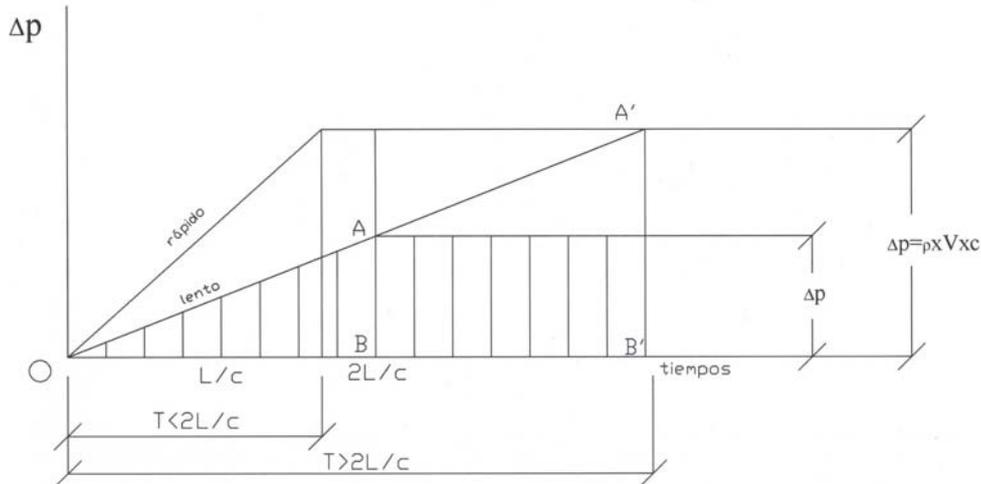
$$T = \frac{(L + L_c - L + L_c)}{c} ; L_c = \frac{c \times T}{2}$$

- 1.- Si $L > L_c$ se trata de una conducción larga.
- 2.- Si $L < L_c$ se trata de una conducción corta.
- 3.- Si $L = L_c$ se trata de una conducción límite.

4.3.2.8.- Conducciones cortas.

En una conducción corta, o cierre lento, la primera onda normalizadora llega a la válvula antes de que el cierre haya concluido. A partir de entonces, la sobrepresión alcanzada se estabiliza, pues los siguientes incrementos de presión, que podría originarse, quedan prácticamente compensados con las ondas normalizadoras que siguen llegando.

Suponiendo lineal el incremento de la sobrepresión con el tiempo de cierre, el golpe de ariete, $\Delta p = AB$, en una conducción corta, podría determinarse a través de la semejanza de los triángulos OAB y OA'B':



$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{OB}{OB'} ; \frac{\Delta p}{\rho \times v \times c} = \frac{2 \times L}{c \times T} ;$$

$$\Delta p = \frac{2 \times L \times v \times \rho}{T} ; \frac{\Delta p}{\gamma} = \frac{2 \times L \times v}{g \times T} ; \text{ (Fórmula de Micheaud)}$$

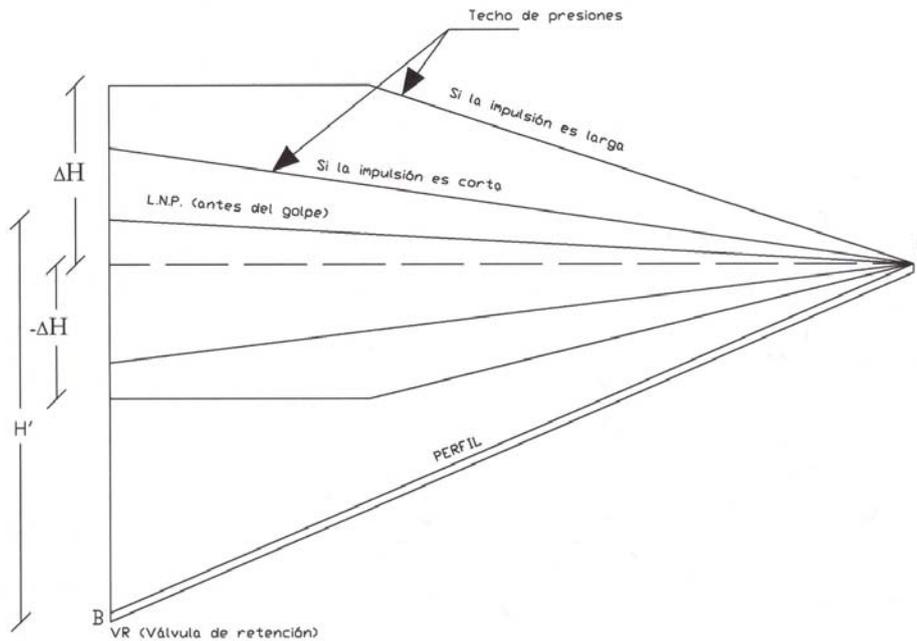
Fórmulas de Micheaud, que es la más idónea para calcular el golpe de ariete en conducciones cortas.

4.3.2.9.- Golpe de ariete en paradas imprevistas.

En una instalación de bombeo, no habría peligro de golpe de ariete si se cerrara la válvula de compuerta antes de desconectar el motor. Al cerrar la válvula es cuando el golpe de ariete puede aparecer; aunque prácticamente no, si la maniobra se realiza con lentitud suficiente.

El problema aparece cuando la parada es imprevista. Por inercia, el grupo dará algunas vueltas. Como la altura de elevación depende del número de revoluciones, su capacidad de elevar agua se anulará antes de que el rodete deje de girar. La inercia del líquido de la tubería de impulsión será la que prácticamente controle el tiempo de anulación del caudal, que coincidirá con el cierre de la válvula de retención del caudal será el transcurrido entre la parada del motor y el cierre total de la citada válvula. Partiendo de ésta, aparece un golpe de ariete negativo en la tubería de impulsión, y otro positivo, en la de aspiración. Como las longitudes de aspiración no suelen ser grandes, este último no tendría importancia.

El golpe de ariete negativo recorrerá la tubería de impulsión. Y transcurrido el tiempo $2L/c$, llegará a la válvula un incremento de presión positivo, de intensidad teóricamente igual al negativo inicial.



4.3.2.9.1.- Razonamiento teórico de la obtención de la fórmula.

La energía cinética que desaparece del flujo de la impulsión, cuando éste cesa, $\frac{m \times v^2}{2} = \frac{S \times L \times \rho \times v^2}{2} = \frac{L \times \rho \times Q \times v}{2}$ le será entregada al líquido que consiguió elevarse después de la parada del motor. El caudal tarda en anularse el tiempo T que buscamos; y si consideramos como valor medio de aquel, $Q / 2$, la energía necesaria para elevarlo será igual al producto de su potencia media por dicho tiempo T ($N = \gamma \times Q \times H$):

$$N \times T = \frac{\gamma \times Q \times H' \times T}{2} = \frac{Q \times \rho \times g \times H' \times T}{2} ;$$

Igualando ambas energías, se obtiene:

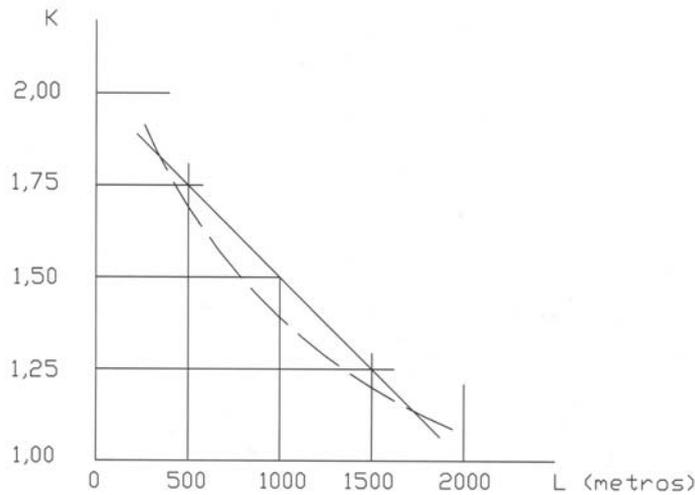
$$L \times v = g \times H' \times T \quad ; \quad T = \frac{L \times v}{g \times H'}$$

Para la deducción de la fórmula no se ha tenido en cuenta la inercia del grupo, que tiene influencia en el tiempo de anulación del caudal; por lo que la fórmula anterior hay que multiplicarla por un coeficiente, k, mayor o igual a la unidad, según exista o no influencia:

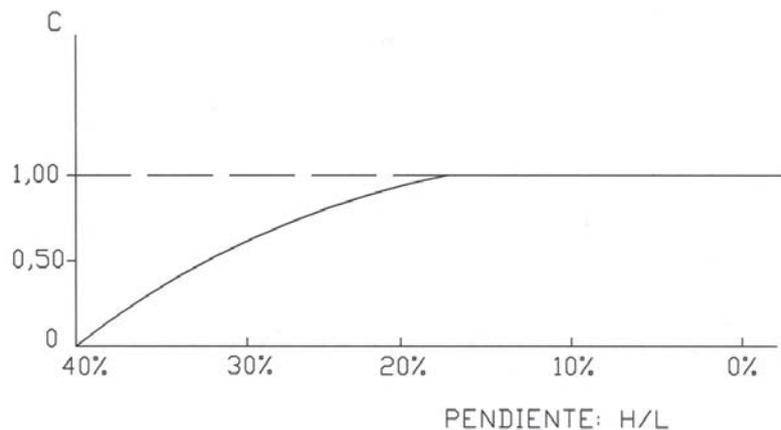
$$T = \frac{k \times L \times v}{g \times H'}$$

De la misma manera se demuestra que la pendiente, H' / L , también influye; lo que obliga a hacer una nueva modificación en la fórmula:

$$T = C + \frac{k \times L \times v}{g \times H}$$



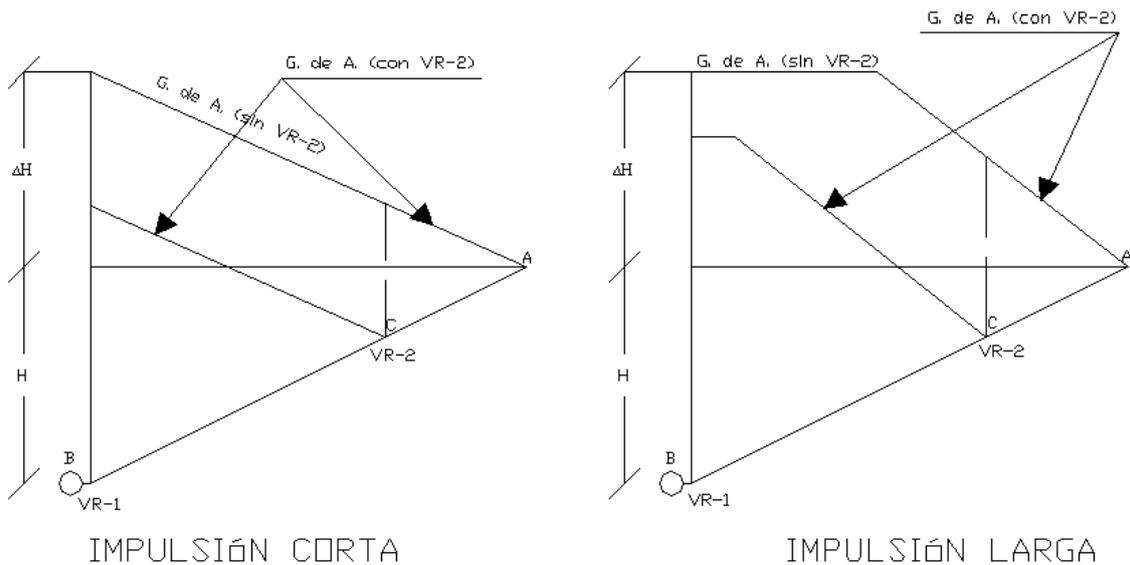
Los valores de c se dan en el diagrama siguiente. Generalmente valdrá la unidad pues las instalaciones donde el golpe de ariete tenga importancia, tendrán longitudes suficientemente largas como para que la pendiente resulte inferior al 20 %.



Como la conducción no será de característica única, sino que estará formada por trozos de diferentes espesores, la velocidad de propagación de la onda sería distinta. Podría usarse la que corresponda a cada trozo, o, para mayor sencillez, hacer el cálculo usando sólo la mayor. Con ello, los demás trozos quedarán calculados con un margen de seguridad, posiblemente no supondría sobre costo alguno o, en todo caso, sería poco importante.

4.3.2.10.- Atenuación del golpe de ariete mediante válvulas de retención.

Usaremos válvulas de retención sin freno, para no provocar un retraso del cierre total de la válvula; que aparte de estropear el efecto que se desea, provocaría en la válvula un golpe de ariete directo que complicaría las cosas. Una válvula de retención sin freno, colocada en un punto de la impulsión, aparte de la colocada tras la bomba, divide la conducción en dos partes, y para efectos de golpe de ariete, e como si se tratara de dos conducciones diferentes. Ya que al cerrarse la válvula VR-2, liberamos el trozo BC de la presión estática del trozo CA, y, además, le cortamos el camino a las ondas.



En cuanto al tiempo T de anulación del caudal en VR-1 sigue siendo el mismo, pues cuando ésta se cierra aún está abierta la VR-2, y en ese instante es como si no estuviera.

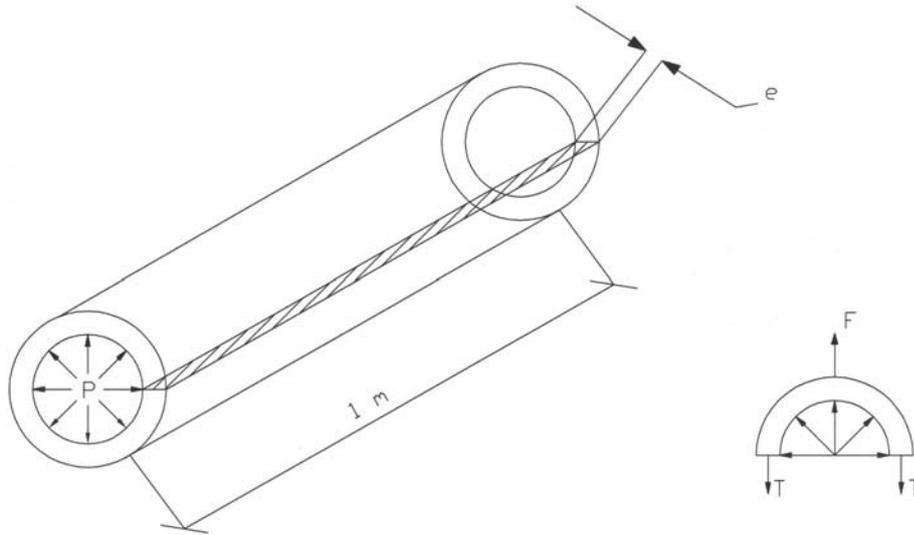
4.3.3.- Cálculo del esfuerzo producido por la presión.

Dichos cálculos se realizarán en los puntos más críticos, es decir, en aquellos puntos donde la única diferencia de la tubería con otro tramo de las mismas características sea, que la presión es mayor.

Utilizaremos para el cálculo un metro de tramo a la mayor presión reinante en el tramo, que generalmente será la correspondiente a su inicio.

Los datos que serán necesarios para el cálculo de la tensión serán:

- Los diámetros, interior y exterior.
- La presión



Podemos representar la acción de la presión, mediante la acción de la fuerza. F (correspondiente al cociente entre la presión y el trozo de plano diametral comprendido en el interior del tubo) sobre el trozo de plano diametral interior al tubo.

Para que el sistema quede en equilibrio, la sumatoria de estas tres fuerzas verticales debe ser nula, así pues:

$$+\uparrow \sum F_v = 0 \quad ; \quad F - 2T = 0 \quad ; \quad T = \frac{F}{2} = P \times A_{int e}$$

Luego, el esfuerzo producido por la presión en la sección de espesor e será:

$$\sigma_t = \frac{T}{A_e} = \frac{P \times A_{int e}}{A_e \times 2} \quad ;$$

Siendo: 1.- $A_{int} = \varnothing_{int} \times 1 \text{ m}$

2.- A_e (Área de la sección) = e (Espesor) x 1 m

4.4.- COMPONENTES DEL SISTEMA DE ESPUMA.

De cada componente, exponemos una ilustración en el apartado Planos y detalles.

4.4.1.- Tanque de líquido espumoso.

El tanque tendrá una capacidad tal, que según SOLAS, el sistema de espuma pueda funcionar durante veinte minutos; al contar el buque con sistema de gas inerte.

Estará constituido por un cilindro con dos casquetes amoldados.

Excepto algunos detalles particulares, está construido totalmente de fibra de poliéster reforzada. El uso de este material, tiene dos razones principales:

- La agresividad de ciertos líquidos espumosos, que causarían problemas de corrosión en tanques de acero.
- Bajo peso combinado con una fuerte estructura.

Existen tres huecos en la parte superior del tanque, uno para la conexión del indicador de nivel de líquido, otro para la conexión común de la línea de retorno de líquido y la línea de llenado, y otro para conectar la válvula de presión-vacío. Estas tres boquillas se encuentran en un plato común que es laminado al tanque.

4.4.2.- Válvula de presión / vacío.

Su función es mantener buenas condiciones de almacenaje del líquido espumoso haciendo hermético el tanque. Mantener la presión en el vacío deseado en el interior del tanque de líquido espumoso.

Está localizada en la parte más alta del tanque.

La válvula de cilindro contiene dos pistones diferentes, uno para mantener presión y otro para mantener vacío.

Tiene dos funciones:

- Evitar que la presión en el tanque supere 0,210 bars
- Evitar que el vacío en el tanque supere 25,400 mm Hg

4.4.3.- Válvula de escape de presión DN 25.

Está localizada en la línea de retorno de líquido espumoso, y se abrirá si la presión en la línea supera los 9,550 bars. El propósito de la válvula es mantener normalmente cerrada la línea de retorno, evitando la circulación del líquido espumoso de vuelta hacia el tanque. Sin embargo, si la bomba de dicho líquido impulsara una cantidad hacia el proporcionador mayor que la requerida, la presión en la línea de retorno subiría de 9,550 bars y se abriría la válvula, devolviendo al tanque la cantidad de líquido sobrante.

4.4.4.- Bomba de líquido espumoso (CR 16, 440 V – 60 Hz).

Bombee el líquido espumoso desde el tanque al colector de espuma pasando por el proporcionador o mezclador.

Está construida en dos partes principales, el motor eléctrico y el cuerpo de bomba. Ésta es centrífuga en línea con motor estandarizado y sello mecánico del eje.

Está unida a la línea de espuma por medio de dos bridas DIN. El líquido circulará desde el tanque a la bomba, en ésta será presurizado fluyendo hacia el proporcionador, donde se mezclará con el agua salada pasando al colector de espuma.

Como la capacidad de la bomba de líquido espumoso es fija, y la del proporcionador es de tipo variable, será necesaria una línea de retorno de líquido al tanque. Ya que en casos en que el caudal de agua del colector principal (de las bombas contraincendios) sea bajo y sólo sea necesaria una cantidad limitada de líquido espumoso, el resto de líquido pueda ser enviado de nuevo al tanque.

En la página 49 podemos ver la curva característica de la bomba. Según la curva A, el punto de trabajo será 13,200 m³ / h a una presión de 9,550 bars.

4.4.5.- Proporcionador de presión equilibrada o compensada.

Mezcla el porcentaje apropiado de líquido espumoso con el agua, para crear la solución.

Está formado por dos partes principales:

- La unidad proporcionadora.
- La parte mezcladora.

El proporcionador funciona automáticamente, y es independiente del caudal de las bombas contraincendios suministrando el porcentaje adecuado de líquido.

Una tubería piloto indica el caudal actual de agua, que a través de la parte mezcladora, deriva en la unidad proporcionadora. Esta unidad está conectada a la línea del líquido. El agua en la tubería piloto, presionará un diafragma y con ello forzaré la apertura de la válvula de entrada de líquido, dejando pasar la cantidad requerida de concentrado, que fluirá a través de un orificio, cuyo diámetro determinará la proporción adecuada.

El proporcionador puede ser suministrado con varios orificios de diámetros variados, para proveer mezclas desde el 1 al 10%. Este orificio será instalado en el proporcionador durante la producción.

La solución espumosa se formará en la parte mezcladora, que es la sección del proporcionador donde el líquido será inyectado en el agua por la presión de la bomba de líquido espumoso. El inyector de la parte mezcladora creará un turbulento flujo de agua que ayudará a mezclarla con el líquido espumoso.

Especificaciones técnicas:

Material: Parte de líquido espumoso.....acero.

Parte de aguabronce.

- Capacidad máxima de agua 13000 l / min

- Capacidad máxima de líquido espumoso..... 1000 l / min

Presión del líquido espumoso Min. 1 bar > P_{agua} .

Presión máxima de trabajo, agua..... 16 bars.

4.4.6.- Cañón o monitor de espuma UNITOR MK-4.2.

Está diseñado para capacidades superiores a 7000 l / min. Las curvaturas tendrán un gran radio, que hará posible que para el valor medio de circulación del caudal en el monitor, se produzca una muy baja caída de presión. A capacidades mayores de 7000 l/min., el flujo se torna demasiado turbulento, causando una mayor caída de presión, resultando un peor funcionamiento y reduciendo el alcance.

El monitor está normalmente conectado al colector de espuma, separado por una válvula de cierre. Esta línea tendrá un diámetro mayor que el del propio monitor. La reducción en diámetro desde el colector de espuma al monitor, provocará un aumento en la aceleración del fluido, previniendo al monitor de un mayor alcance y campo de operatividad.

La presión máxima de trabajo será de 12 bars.

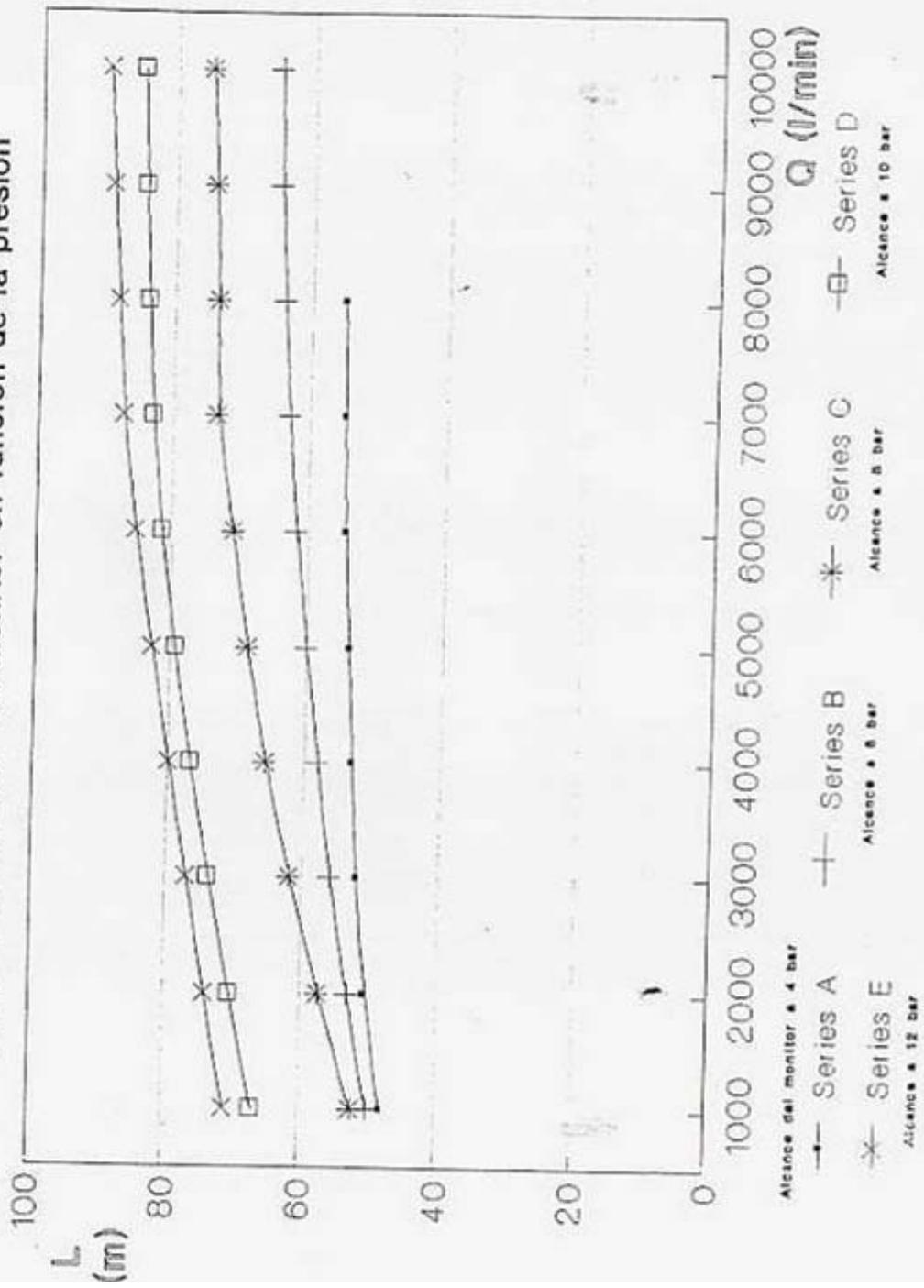
En la página siguiente podemos ver las curvas que relacionan el alcance del chorro del monitor en función de la presión.

4.4.6.1.- Características del monitor.

- Tipo de monitor que será usado: UNITOR MK – 4.2.
- Presión de diseño de los monitores: 7 bars.
- Tipo de lanza de monitor usada: FP 136.
- Diámetro de conexión de lanza del cañón: 55 mm
- Capacidad del monitor: $Q_m = 5000$ l / min.
- Alcance del chorro con aire en reposo: $R_0 = 62$ m (Ver página 116).

UNITOR

Alcance del chorro del monitor en funcion de la presion



4.4.7.- Lanza del cañón o monitor (Las lanzas de las mangueras son semejantes).

Sirve para darle a la espuma el mejor lanzamiento posible y con ello, el más amplio campo de operatividad para el monitor.

Está constituida por dos partes principales, la boquilla y la tubería.

La tubería está diseñada para estabilizar el corro dándole el mayor alcance posible.

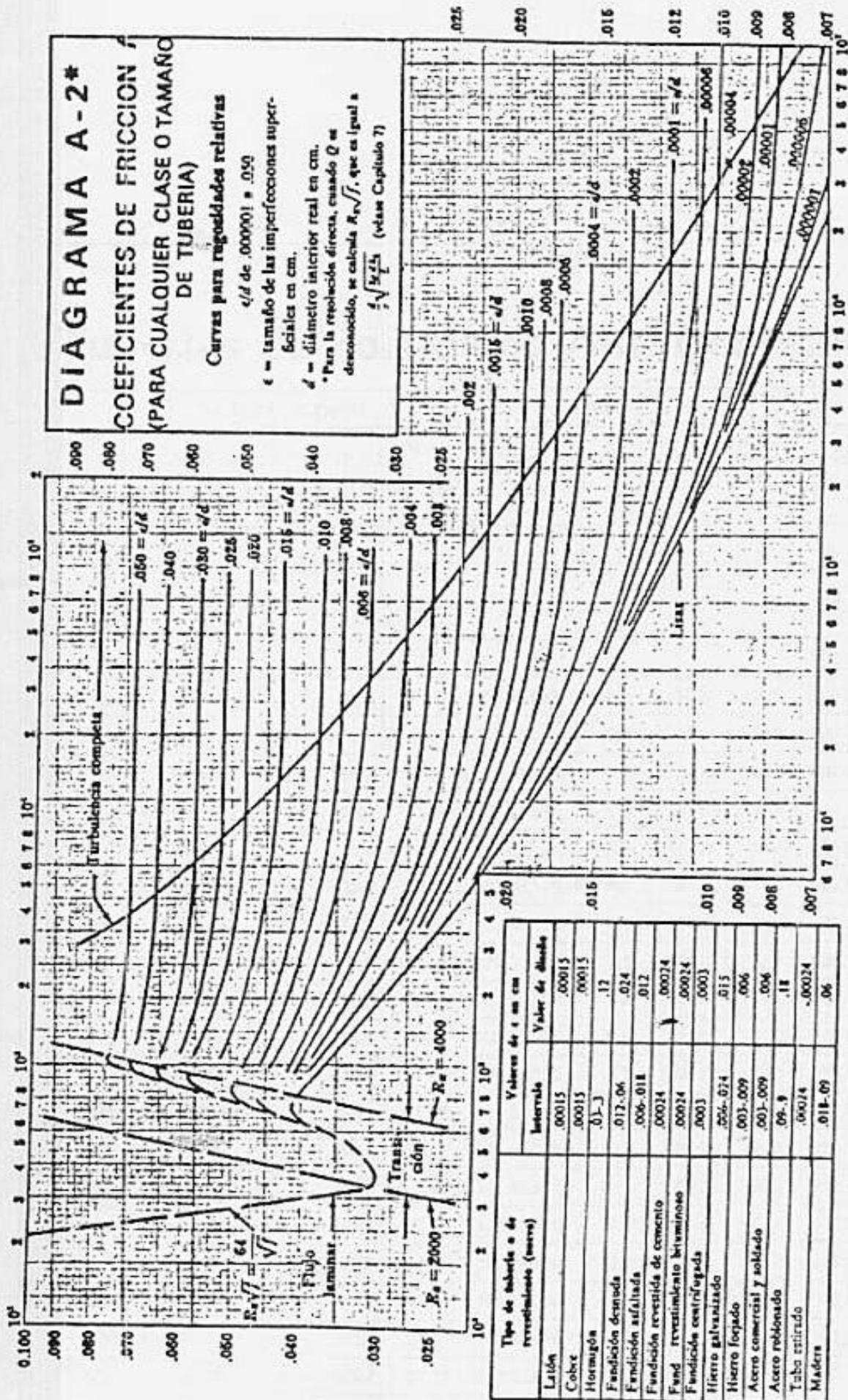
La boquilla es una reducción proporcional del diámetro desde el monitor, siendo la abertura de salida de dimensión tal, que la solución acuoespumosa experimenta una considerable aceleración, con lo que conseguiremos un mayor alcance con un chorro uniforme, es decir con poca difusión del mismo.

Una ligera caída de presión aparecerá en la tubería contigua al orificio de salida de la boquilla, y ahí es donde las entradas de aire están localizadas. El aire es absorbido hacia dentro de la tubería y se mezcla con la solución creando la espuma. A través de unas delgadas barras ajustadas dentro de la tubería, se mejora la operación de mezcla.

Datos técnicos:

2.700 – 6.100 l / min. a 7 bars.

Diámetro de la boquilla: 40 – 60 mm.



VALORES DE $R_e \sqrt{f} = \frac{d}{2} \sqrt{\frac{8Q}{\pi L}}$

5. ANEXOS II

5.1 Introducción

El Fuego.

Hace 500.000 años, nuestros antepasados humanos habitaban una tierra inhóspita plagada de calamidades naturales, entre las que el fuego era la mas terrible y frecuente.

Cuando el rayo o la centella aparecían en el cielo en forma de resplandor fugitivo, arrasando con su destello brillantes extensiones de grandes arboles, el hombre huía como los otros animales y se acurrucaba atemorizado en el fondo de su caverna. Tiempo después, su curiosidad le llevó a observar el fulgor extraño y atrayente que quedaba sobre la tierra y lo llevó con cuidado a su caverna, conservándolo con ramas caídas de los arboles. Su presencia le producía una extraña y sosegada confianza en si mismo.

Y después vino el gran descubrimiento. Frotando una con otra dos piedras de sílex o Yesca aparecía una chispa que producía también el fuego tan celosamente conservado. Este hallazgo fue considerado después el primero y mas grande descubrimiento de la historia de la humanidad.

En el mismo momento que el hombre descubrió el secreto de encender el fuego, cambió el curso de sus supervivencia. El fuego le sirvió para protegerse del frío invernal. A la entrada de su gruta, le defendió de los ataques de los grandes animales que no podía combatir, la carne que se procuraba para alimentarse, producía mejor sabor a su paladar tostándola sobre el fuego , que comiéndola cruda como hasta entonces y cuando tuvo al fuego totalmente dominado, atacó a las fieras primitivas con teas llameantes y si era herido cauterizaba su piel sobre los rescaldos con grandes alaridos de dolor.

Pasaron muchos siglos y milenios, el hombre comenzó a agruparse con sus semejantes dando paso a un nuevo proceso; la vida comunitaria. Se practicaba la caza y el pastoreo y después se descubrió la agricultura.

El fuego moldeó las vasijas para cocinar y almacenar los alimentos que la Tierra procuraba y otro gran paso en la vida evolutiva se logró, al aprender el hombre a fundir los metales.

Las cavernas habían sido abandonadas y se habitaba ahora en chozas en comunidad; el fuego estaba totalmente dominado por el hombre, pero a veces se volvía contra el. Y crearon una reglamentación de su uso, para defender sus viviendas de la destrucción, mientras ausentes, practicaban la caza, el pastoreo o araban las tierras de barbecho.

Así comenzó casi en los albores de la humanidad, la lucha organizada contra el incendio.

5.2 Química y Física del fuego

TERMINOLOGIAS

El Átomo.- Constituyen las partículas fundamentales de la composición química y sus dimensiones son sumamente reducidas.

Las sustancias formadas por átomos de una sola clase se denominan elementos.

El átomo está formado por un núcleo compacto alrededor del cual se mueven los electrones (-), el núcleo está formado con protones (+) y neutrones (sin carga).

5.3 EL atomo

Moléculas.- La combinación de un grupo de átomos se denomina Moléculas.

Las moléculas compuestas por dos o más clases de diferentes átomos se llaman compuestos.

Fórmula Química.- Es la que expresa el número de átomos de los distintos elementos en la molécula, pero no siempre indica su distribución.

Ejemplo : **Fórmula Química de Propano.**



la **C** representa el **Carbono**.

los **Números** nos indica la **cantidad de moléculas de Hidrógeno**

la **H** representa el **Hidrógeno**.

Número Atómico.- Es el número de electrones o protones que contiene el átomo de un elemento.

Peso Atómico.- Es el peso comparado de su átomo. Ejemplo: El Peso Atómico del Carbono es 12

Peso Molecular.- El peso molecular de un compuesto es la suma de los pesos de todos los átomos que constituyen la molécula.

Molécula - Gramo (Mol).- Es una cantidad de sustancia cuyo peso expresado en gramos es igual numéricamente a su peso molecular.

Peso Específico.- Es la relación entre el peso de una materia sólida o líquida con el peso de un volumen igual de agua.

Combustión.- Es una reacción exotérmica auto-alimentante que abarca un combustible en fase condensada, en fase gaseosa, o en ambas fases la oxidación del combustible por el oxígeno atmosférico y, la emisión de la luz.

Es un proceso físico-químico mediante el cual de una sustancia que se denomina combustible bajo ciertas condiciones especiales, cede electrones (se oxida a otra llamada Comburente o agente oxidante con generación de energía), es la oxidación rápida de una materia.

Se dice también que es la oxidación rápida de un combustible combinado con el agente comburente desprendiendo luz, llama y calor.

Ignición.- La ignición constituye el fenómeno que inicia la combustión.

La ignición producida al introducir una pequeña llama externa, chispa o brasa incandescente.

Constituye la denominada ignición provoca un foco externo se denomina auto-ignición.

Energía calorífica Química.- Las reacciones de oxidación generalmente producen calor. Estas fuentes de calor tales como el calor de combustión, calentamiento espontáneo y calor por disolución constituyen conceptos muy importantes para el personal dedicado a la prevención y protección contra incendios.

Calor de Combustión.- El calor de combustión es la cantidad de calor emitido durante la completa oxidación de una sustancia.

Calentamiento Espontáneo.- Es el proceso de aumento de temperatura de un material dado sin que para ello extraiga calor del medio ambiente y tiene por resultado la ignición espontánea o la combustión espontánea.

Calor por Disolución.- El calor por disolución es el que se desprende al disolverse una sustancia en un líquido. Los productos químicos que reaccionan con agua (sodio, magnesio)

Energía Calorífica de Origen Eléctrico.- La energía produce calor cuando fluye por un conductor o salta una chispa debido a una discontinuidad de la conducción.

Calor debido al Arco Eléctrico.- El arco de corriente se produce cuando un circuito eléctrico se interrumpe: La temperatura de los arcos eléctricos es muy alta y el calor emitido puede ser suficiente para producir la ignición de un material combustible cercano.

Calentamiento por Electricidad Estática.- La electricidad estática corresponde a una acumulación de carga eléctrica en la superficie de los materiales que se han unido y separado después. Si estas sustancias no estuvieran conectadas a tierra podrían asimilar suficiente carga eléctrica para producir la chispa.

Calor generado por el rayo.- El rayo es una descarga eléctrica sobre una nube o sobre la tierra. El rayo que pase de una nube a la tierra puede desarrollar temperaturas muy altas en cualquier material de alta resistencia que se encuentre en su camino tal como la madera.

Energía Calorífica de origen Mecánico.- Es la responsable de un importante número de incendios todos los años. El calor originado por fricción , produce la mayor parte de estos incendios aunque hay pocos y notables ejemplos de ignición por energía calorífica mecánica desprendida por compresión.

Calor por Fricción.- Es la energía empleada por vencer la inercia (resistencia al movimiento) de sólidos en contacto entre sí.

Chispa por fricción.- Cuando dos superficies duras, una de las cuales es al menos metálica, chocan entre sí, este impacto produce chispas.

Sobrecalentamiento de la Maquinaria.- El sobrecalentamiento de la maquinaria es un término referido a los incendios causados por el calor que resulta del, rodamiento, deslizamiento o fricción de la maquinaria o entre dos superficies duras.

Calor por Compresión.- Es el que se desprende de la compresión de un gas. Es cuando la temperatura de un gas aumenta cuando se le comprime..

Energías Calorífica Nuclear.- Es la que despende el núcleo de un átomo. La energía nuclear se desprende en forma de calor, presión y radiación.

Reacción Química.- Los cambios químicos siempre van acompañados de cambios energéticos. Estas variaciones de energías constituyen uno de los aspectos más importantes en el estudio de las reacciones químicas.

Reacción Endotérmica.- Son las sustancias nuevas formadas que contienen más energía que los materiales reaccionantes, es decir, hay absorción de energía.

Reacción Exotérmica.- Las reacciones exotérmicas producen sustancias con menos energía que los materiales participantes en la reacción y por lo tanto libera energía.

Reacción Oxidante.- Las reacciones oxidantes relacionadas con los incendios son exotérmicas lo que significa que el calor es uno de sus productos. Son reacciones complejas y no se conocen por completo. Exigen la presencia de un materia combustible. El oxígeno del aire es el material oxidante más frecuente.

Explosiones.- Generalmente las explosiones surgen únicamente si se permite que el combustible y el oxidante lleguen a mezclarse íntimamente antes de la ignición, es un efecto producido por una expansión violenta y rápida de gases.

Deflagración.- Combustión muy rápida seguida de llama o chispas; la pólvora por ejemplo es un explosivo deflagrante.

Energía.- Es la capacidad que posee un cuerpo para realizar un trabajo.

"La energía no se crea, ni se destruye, solamente se transforma".

Límites de inflamabilidad.- Son los límites, máximo y mínimo, de la concentración de un combustible dentro de un medio oxidante para entrar en combustión.

Punto de Inflamación.- Es la temperatura más baja que necesita un líquido contenido en un recipiente abierto para emitir vapores en proporción suficiente para permitir la combustión.

Catalizadores.- Es una sustancia cuya presencia incrementa fuertemente la velocidad de una reacción.

Inhibidores.- Son productos químicos que pueden agregarse en pequeñas cantidades a una materia inestable para impedir una reacción vigorosa.

Contaminantes.- Son materiales extraños que una sustancia no contiene normalmente.

Materiales Estables.- Son aquellos que, normalmente, no experimentan cambios en su composición química, aunque estén expuestos al agua, aire, calor, presión y golpes. Sin embargo, los materiales sólidos pertenecen a esta categoría.

Materiales Inestables.- Los materiales inestables expuestos al aire, agua, calor, golpe y presión se polimerizan, se descomponen, condensan o reaccionan por sí mismo.

Temperatura.- Es la medición del nivel térmico de los diferentes cuerpos.

Calor.- Es la cantidad de energía que posee un cuerpo.

Calor Específico.- Es la capacidad calorífica de una sustancia. Es el número de unidades de calor necesaria para elevar en un grado, la temperatura de una unidad de masa de una sustancia.

Calor Latente.- Es la cantidad de calor absorbido o emitido por una materia al pasar de la fase líquida a la gaseosa (Calor latente de vaporación), o de sólido a estado líquido (calor latente de fusión).

Fuego.- Es una reacción química con desprendimiento de luz, llama y calor. Es el proceso de combustión caracterizado por la emisión del calor acompañado de humo y/o llamas.

Boilover.- (Sobre ebullición): Significa la expulsión violenta y repentina de una porción o de todo el petróleo crudo en el tanque, debido a la ebullición.

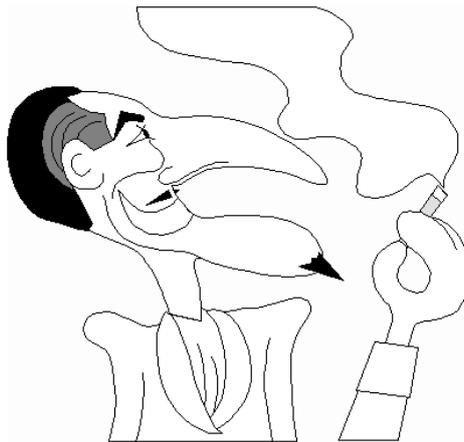
Frothover.- (Sobre espúmeo): Significa el espumar constante y lento sobre el borde de un tanque sin la acción violenta y repentina que ocurre en el Boilover. Algunos incendios en tanques de petróleo crudo suceden de esta manera.

Slopoover.- (Sobre derrame): Significa el derrame brusco y de corta duración de espuma sobre el borde del tanque, generalmente de poca intensidad, lo que lo distingue de largo, lento y continuo Frothover verdadero.

Clasificación de la Combustión.

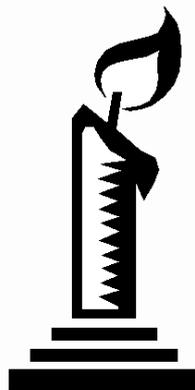
Combustión Lenta.- Es la que se produce con la inflamación lenta del combustible o con ausencia de la llama pero en ambos casos con notable producción de calor.

Ejemplo: **Un cigarrillo encendido.**



COMBUSTIÓN LENTA

Combustión Viva.- Es la que se manifiesta de manera terminante con desprendimiento de luz y calor. Ejemplo: **Un fósforo, una vela.**



COMBUSTIÓN VIVA

Combustión Rápida.- Es cuando se manifiesta a una gran velocidad (superior a las dos anteriores).

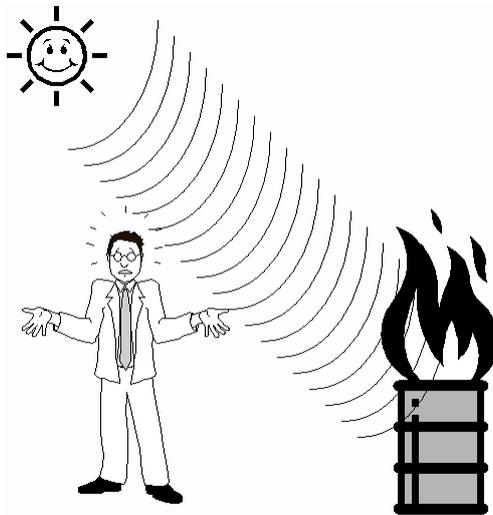
Ejemplo: **Gasolina, pólvora, GLP.**



COMBUSTIÓN RAPIDA

Combustión Espontánea.- Es la que sin mediar un agente determinado o inmediato que comunique el calor indispensable para encender el combustible aparece el fenómeno del fuego.

Ejemplo: **Un trapo impregnado de gasolina o de cualquier sustancia de fácil inflamabilidad.**



COMBUSTIÓN ESPONTÁNEA

5.3.1 Triángulo el fuego.

Un triángulo debe tener tres elementos mutuamente dependientes, cada uno debe cumplir ciertos criterios de longitud y posición para que el triángulo esté completo. Igual que el triángulo, el fuego requiere de tres elementos para existir, cada elemento es dependiente de los otros dos para que se produzca la combustión.

Es la simbolización gráfica de los elementos oxígeno, calor, combustible, presentes en el proceso de combustión.

Combustible o agente reductor.- Es toda sustancia o materia que pueda arder en el seno de un gas.

Puede ser Líquido, Sólido o Gaseoso

Ejemplo: gasolina, papel, acetileno.



Comburente o agente oxidante.- Es el agente gaseoso de la atmósfera capaz de permitir el desarrollo de la combustión, para el caso se cita como comburente el oxígeno como comburente ideal en todas las COMBUSTIÓN es.

El ambiente a nivel del mar posee 21 % de Oxígeno. Para que los incendios se inicien, la atmósfera deberá poseer por lo menos un 16 % de O_2 .

Calor.- Es la temperatura o grado de calor que debe adquirir una sustancia o material para su posible ignición y en consecuencia iniciarse en la combustión.

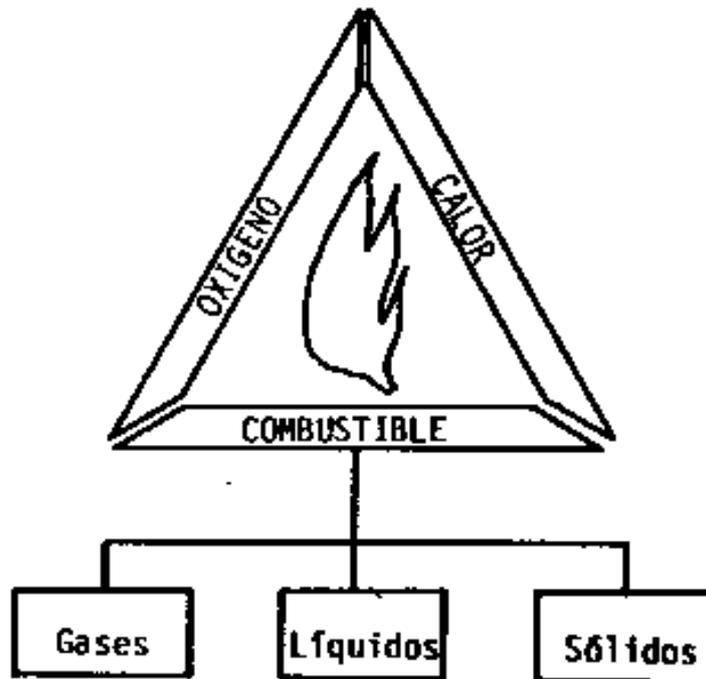


Figura del triángulo del fuego

5.3.2 El Tetraedro del Fuego.

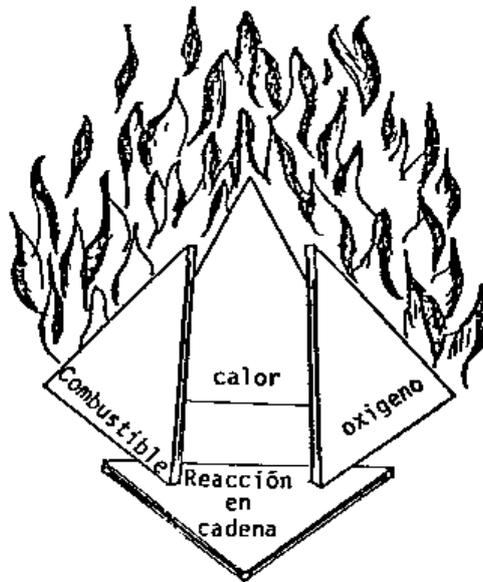
La teoría del Triángulo del Fuego tuvo vigencia durante largo tiempo pero con el transcurso de los años fueron surgiendo fenómenos que no pudieron ser explicados satisfactoriamente por ella; entre estos fenómenos podemos contar los siguientes: El poder del extintor de las ondas de detonación, la sensibilidad de las llamas a ciertas emanaciones radioactivas.

Todo lo anterior llevo a pensar en la existencia de un cuarto factor constitutivo del fuego y que posteriormente se conoció como la existencia de Reacciones en Cadenas.

Reacciones en Cadenas.- De aquí surgió la teoría del tetraedro del fuego. La razón de usar un tetraedro y no un cuadrado es que cada uno de los cuatros elementos esta directamente adyacente y en conexión con cada uno de los otros elementos.

Los cuatros elementos son:

- 1.-Material combustible (agente reductor).
- 2.-Comburente (agente oxidante).
- 3.-Calor (energía activadora).
- 4.-Reacción en Cadenas.



TETRAEDRO DEL FUEGO

5.3.3 Clasificación de los Fuegos

Se han clasificado los fuegos, en cuatro tipos de acuerdo a los elementos extintores necesarios para combatir cada uno de ellos.

Clase A.- Fuegos de materiales combustibles sólidos comunes, tales como: madera, papel, textiles, cauchos y plásticos termoestables (plásticos que no se deforman por la acción de la temperatura, como resultado se obtiene un material muy duro y rígido que no se reblandece con el calor por lo cual no se puede reprocesar, ejemplo: poliéster, poliuretano).

Los pañoles son los lugares donde podemos encontrar la más amplia y variada gama de estos materiales; en estos lugares la ventilación suele ser escasa, debiéndose,

por ello, dar una adecuada estiba. Así encontraremos maderas de estiba, maderas para hacer ciertas reparaciones, estopas, trapos, lonas, encerados, estachas, plásticos, defensas de goma...etc.

Su principal agente extintor es el AGUA.

Clase B.- Fuegos de líquidos inflamables y/o combustibles, gases, grasas y plásticos termoplásticos (plásticos que se deforman por la acción de la temperatura y se puede moldear repetidamente, ejemplo: PVC, Nylon).

En los espacios de máquinas son muy frecuentes puesto que principalmente es el lugar donde se localizan mayormente todo este tipo de materiales. Éstos son también muy frecuentes en pañoles donde suele haber pinturas, barnices, petróleo, gasolina, aceites...

Generalmente para su extinción se utilizan polvos secos comunes, polvos secos multiusos anhídrico carbónico, ESPUMA E HIDROCARBURO HALOGENADOS.

Clase C.- Esta categoría incluye los fuegos sobre instalaciones eléctricas, motor, etc., Los producidos por sustancias que arden en estado gaseoso y a presión (Metano, propano, butano, hidrógeno, etc.). Los gases son los materiales más fácilmente inflamables, pero las cantidades que llevan a bordo para uso cotidiano son realmente pocas. Aún que no todos, los combustibles como el oxígeno y nitrógeno, van en cilindros a presión, deben manejarse con cuidado evitando golpes y además se evitarán los focos de elevada temperatura que podrían hacerlos explotar de forma muy violenta. Casi siempre van estibados en zonas de cubierta, donde la ventilación es muy buena, y llevan medidas de seguridad para evitar sobre presiones, de forma que salgan los gases de manera suave y segura.

Requieren de una SUSTANCIA EXTINTORA QUE NO SEA BUENA CONDUCTORA DE ELECTRICIDAD .

Clase D.- Fuegos de metales relativos tales como Magnesio, Sodio, Potasio, Circonio, Titanio, etc. Bajo ciertas condiciones los metales pueden arder, haciéndolo por ignición espontánea o no espontánea. En la primera se encuentran los metales como el Sodio, Litio, Cesio, Potasio, Rubidio, Plutonio, Cianuro... etc. En cambio, en los segundos nos encontramos con el Magnesio, Titanio, Circonio...etc., teniendo éstos alto riesgo de inflamabilidad cuando se encuentran en forma de virutas o en polvo.

Se puede extinguir con CLORURO DE SODIO Y GRAFITO GRANULADO.

5.3.4 Fases del Fuego

Los fuegos pueden comenzar en cualquier momento del día y de la noche si el peligro existe. Si el fuego ocurre cuando las áreas están ocupadas existe la probabilidad de que pueda ser descubierto y controlado en su fase inicial. Pero si ocurre cuando el edificio está cerrado y desierto este puede avanzar sin ser detectado hasta que alcanza mayores proporciones.

Cuando el fuego se encuentra confinado en una edificación o habitación, la situación que se genera requiere de procedimientos de ventilación cuidadosos y previamente calculados si se desea prevenir mayores daños y reducir los riesgos. Este tipo de fuego se puede entender mas fácilmente mediante la investigación de sus tres (3) etapas de progreso.

FASE INCIPIENTE

En la primera fase, el oxígeno contenido en el aire no ha sido significativamente reducido y el fuego se encuentra produciendo vapor de agua (H₂O), bióxido de carbono(CO₂), monóxido de carbono (CO), Pequeñas cantidades de Bióxido de Azufre (SO₂) y otros gases

FASE DE LIBRE COMBUSTIÓN

La segunda fase involucra las actividades de libre combustión del fuego, durante esta fase el aire rico en oxígeno es lanzado hacia la llama, a medida que la elevación de los gases calientes se expanden lateralmente desde el techo hasta abajo forzando el aire frío hacia niveles inferiores y facilitando así la ignición de materiales combustibles. Este aire caliente es perjudicial para los las vías respiratorias.

FASE LATENTE

En la tercera fase, la llama puede dejar de existir si el área confinada es cerrada suficientemente. A partir de este momento la combustión es reducida a ascuas incandescentes. El local se llena de humo denso y gases hasta un punto que se ve forzado a salir al exterior por el aumento de la presión. Se producirá hidrógeno y metano de los materiales combustibles que se encuentran en el área, estos gases combustibles serán añadidos a aquellos producidos por el fuego y posteriormente se incrementará el peligro para los Bomberos y creará la posibilidad de Explosión de Flujo de Aire en Retroceso (**BACKDRAFT**).

EXPLOSION DE FLUJO DE AIRE EN RETROCESO (BACKDRAFT).

Debido a que en la tercera fase del fuego (LATENTE), la combustión es incompleta ya que no existe suficiente oxígeno para alimentar el fuego. Sin embargo, el calor generado en la fase libre de combustión se mantiene y las partículas de carbón que no se han quemado o cualquier otro producto de la combustión están esperando para entrar en una rápida combustión cuando se le suministre más oxígeno, una adecuada ventilación superior liberará humo y los gases calientes no consumidos, pero una inadecuada

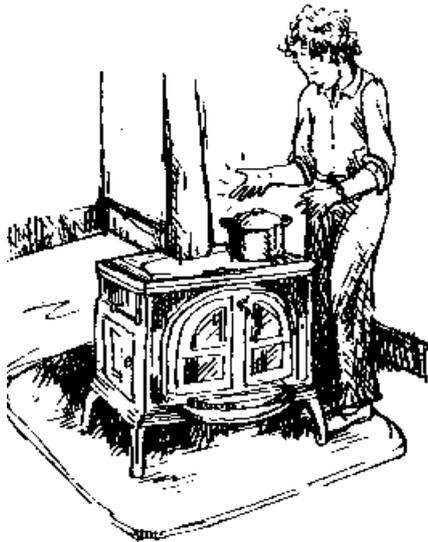
ventilación en este momento proveerá el oxígeno suficiente y la combinación casi terminada se reiniciará de forma violenta.

CARACTERISTICAS DEL(BACKDRAFT).

- Humo bajo presión
- Humo denso
- Temperatura excesiva y confinada
- Llama muy escasa o poco visible
- El humo sale a intervalos
- Ventanas ahumadas
- Sonido estruendoso
- Rápido movimiento del aire hacia el interior cuando se hace una abertura

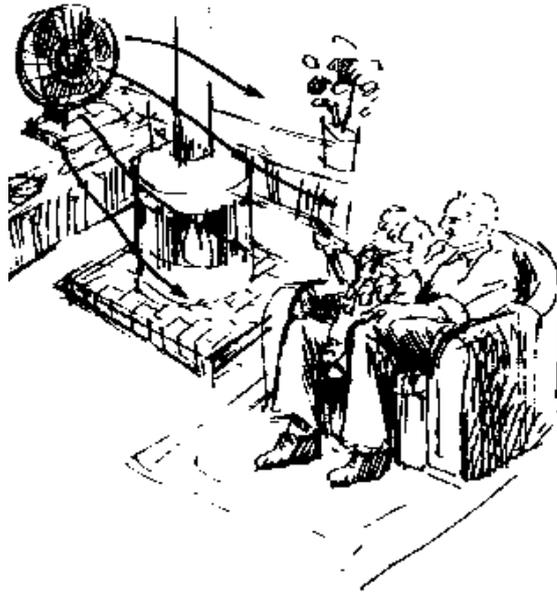
Formas de transmisión del calor:

CONDUCCION: A través de la moléculas de un cuerpo sólido sin el desplazamiento de estas.



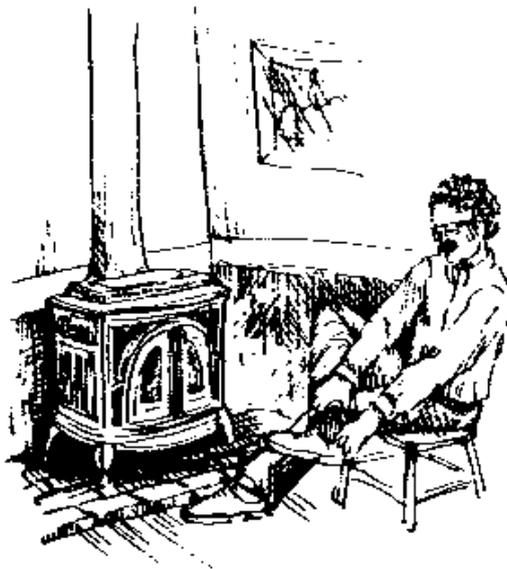
Forma de transmisión del calor por Conducción

DIFUSION: Es el método por el cual el calor es transmitido en los fluidos (líquidos y gases). Las moléculas fluidas que gozan de cierta libertad al recibir el calor disminuirán su densidad y subirán por lo que las mas frías irán a ocupar los lugares vacantes estableciéndose así una corriente.



Transmisión del calor por Difusión

RADIACION: Es la transmisión del calor en forma de ondas debido a rayos emitidos por cuerpos calientes, en forma similar a la radiación solar.



Transmisión del calor por Radiación

CONTACTO DIRECTO: El contacto directo con la llama es el cuarto medio de transferencia calórica. Cuando una sustancia empieza a quemarse y se inicia la reacción en cadena, cualquier material en contacto directo con las llamas aumentará su temperatura rápidamente.



Transmisión del calor por Contacto Directo con las Llamas

LA LLAMA.- Es una masa gaseosa en combustión que se eleva de los cuerpos que arden y desprenden luz.

La labor fundamental en un combate de incendio consiste en extinguir el fuego pero sobre todo eliminar las llamas.

5.3.5 CLASIFICACION DE LAS LLAMAS

Se pueden clasificar en dos tipos específicos:

LLAMA DE GASES PREMEZCLADOS: Su nombre nos indica que hay una mezcla previa entre el combustible y el oxidante en proporciones necesarias para que no haya pérdidas de combustible; este tipo de llamas está presente en los procesos industriales.

LLAMA DE DIFUSIÓN: En la cual el oxígeno se difunde a través de la llama a medida que se quema el combustible. No hay combustión completa, puesto que no hay una proporción exacta entre el combustible y el oxidante.

Este tipo de llama presente en los incendios en la llama de difusión se pueden distinguir tres (3) zonas.

A) ZONA FRÍA: Es la zona más interior en la cual la temperatura es mucho menor que en el resto de las llamas. Está formada por los vapores destilados del combustible y en ella todavía no hay combustión debido a la falta de oxígeno.

B) ZONA LUMINOSA: En esta zona ya ha penetrado cierta cantidad de oxígeno y por lo tanto las moléculas de más fácil oxidación entraron en combustión, pero aquellas de mayor resistencia (Carbono) se podrán incandescentes debido al calor lo que dará luminosidad a la llama.

C) ZONA OXIDANTE: Es la parte exterior de la llama o sea donde está presente la mayor cantidad de oxígeno permisible, la oxidación de las moléculas será mayor y por consiguiente su temperatura será mayor que las otras zonas anteriores.

CAUSAS DE INCENDIOS:

Consideramos que los incendios son causados por la acción de una fuente de calor lo suficientemente poderosa como para iniciar una combustión.

Estas causas podemos calificarlas así:

- **Causa eléctrica.-** Corto circuito, arcos de corriente, recalentamiento.
- **Fricción.-** recalentamiento por roce.
- **Llamas descubiertas.-** Velas, mechas y fósforos en estado de ignición.
- **Chispas de combustión.-** (Satélites) Chispas y brasas resultantes de la combustión de sólidos.
- **Corte y soldadura.-** Cuando se utiliza acetileno sin prevención y con descuido.
- **Superficies calientes.-** Planchas, motores, calentadores de agua.
- **Electricidad estática.-** generada por sistemas que impliquen frotamiento.
- **Personas con problemas económicos o enajenadas de la mente.-**
Piromaniacos

Clasificación de los riesgos de incendios.

Riesgo.- Es la evaluación de posibilidad de incendios y/o explosión en función de combustibilidad de los materiales, exposición a la ignición, carga calorífica, facilidades de propagación del incendio y colocación de los materiales dentro de una edificación o parte de la misma y se clasifican en:

Riesgo Leve: Es aquel presente en edificaciones donde se encuentran materiales de baja combustibilidad y no existen facilidades para la propagación del fuego.

Riesgo Moderado: Es aquel presente en edificaciones donde se encuentren materiales que puedan arder con relativa rapidez o que produzcan gran cantidad de humo.

Riesgo Alto: Es aquel presente en edificaciones donde se encuentran materiales que puedan arder con rapidez o donde se produzcan vapores tóxicos y/o exista la posibilidad de explosión.

Determinación y clasificación de las cargas caloríficas de un riesgo.

Se define como carga calorífica a la energía calorífica expresadas en gólicas por metro cuadrado que puede ser liberada en una edificación incluyendo el recubrimiento de las paredes, particiones, piso y cielos rasos.

COEFICIENTE PARA DETERMINAR LAS CARGAS CALORIFICAS

<u>CLASE DE FUEGO</u>	<u>COEFICIENTE CALORIFICO</u>
"A"	4444 Kcal/kg.
"B"	8888 Kcal/kg.
"C"	Concepto no aplicable
"D"	Concepto no aplicable

CLASIFICACION DE LAS CARGAS CALORIFICAS.

- **Baja.**- Hasta 250.000 Kcal./mts²
- **Media.**- Entre 250.000 y 500.000 Kcal./mts²
- **Alta.**- Desde 500.000 Kcal./mts² en adelante

DETERMINACION DE LAS CARGAS CALORIFICAS

Para determinar las cargas califica de un local se multiplica el peso total de los materiales combustibles presentes de una misma clase de fuego por un coeficiente calorífico y se divide el producto por el área total del local considerado.

$$Cc = \frac{\text{Coeficiente para esa clase de fuego} \times \text{Peso de los materiales presentes de una misma clase de Fuego}}{\text{Area total del local considerado}}$$

5.4 Prevención y Extinción de Incendios

Planeamiento Previo.- Es el proceso de planificar el ataque a un medio con conocimientos adquiridos por la experiencia previa, conocimiento de condiciones, relaciones de causa y efecto.

Objetivos del planeamiento previo.

- El planeamiento previo aumentará la eficiencia, coordinando los esfuerzos del personal.
- Utilizando los vehículos de combate en su posición mas favorable
- Utilización de la mejor manera de los Hidrantes disponibles y su suministro de agua.
- Utilizando en la mejor forma los equipos de las edificaciones.
- Asignando los vehículos de combate para la primera alarma.
- Ubicando los vehículos de combate en la posición mas efectiva para el ataque, aun en ausencia del Jefe de la Zona.
- Eliminando la demora en el tendido de líneas.
- Familiarizando oficiales y bomberos con los edificios y las propiedades de su propio distrito.

Para realizar el Planeamiento Previo deberán seguir los siguientes pasos.

1) Inspección de reconocimiento.-

Deberá determinar los siguientes factores:

- Tipo de ocupación.
- Vidas en peligro.
- Edificaciones expuestas a propagación.
- Zonas prioritarias a proteger.
- Tipo de construcción.
- Salidas y rutas de escape.
- Aberturas verticales y horizontales.
- Abastecimiento de agua (Hidrantes).
- Equipo de protección del edificio (Rociadores, gabinetes de manguera, Siamesas, etc.)
- Acceso (Tráfico, calles, avenidas, etc.)

2) Gráficos.-

Un gráfico del edificio o propiedad debe ser hecho, en el se mostrarán todos los factores arriba mencionados.

3) Planificación del ataque.-

El ataque deberá ser planificado después que todos los factores hayan sido considerados y la situación a esperarse ha sido determinada.

El tamaño del incendio y su posible propagación deberá ser también anticipada y considerada.

4) Gráfico de ataque

El plan de ataque deberá ser colocado en un gráfico de planeamiento previo y deberá mostrar:

- Las posiciones de los vehículos de ataque
- El tipo de construcción.
- Riesgos especiales.
- Asignación de responsabilidades a cada unidad.
- Vías de acceso.
- Equipos de protección del edificio.

5.4.1 Ventilación

Se llama ventilación, al trabajo de quitar las cubiertas de los techos y abrir las puertas y ventanas de un local incendiado, con la finalidad de reducir la presión causada por la acumulación de humos, gases y calor, darles salida rápidamente para facilitar el rescate de las personas en peligro e inspeccionar el edificio, recorriéndolo durante los trabajos de extinción.

5.4.2 Extintores

Son aparatos portátiles que contienen un agente extinguidor y al ser accionados lo expelen bajo presión, permitiendo dirigirlo hacia el fuego.

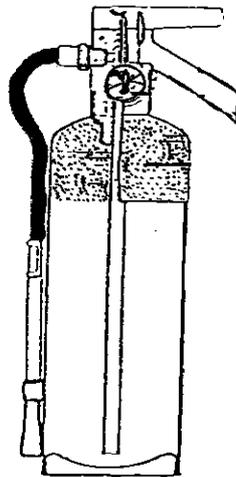
Son aparatos que han sido diseñados para extinguir fuegos incipientes, es decir cuando están comenzando y aun son de poca importancia.

Una circunstancia muy importante es la que para hacer efectivo uno de estos aparatos, el fuego debe atacarse inmediatamente iniciado, para evitar que aumente y se propague, ya que una vez que haya ocurrido esto, haría problemática una acción eficaz con el empleo del extintor. La rapidez es de importancia vital en estos casos.

Generalmente son de pequeñas dimensiones y de poco peso de manera que pueden ser manejados y transportados fácilmente por una persona, por tal motivo se denominan " extintores portátiles o manuales", para diferenciarlos de otros equipos que, aun cuando son basados en los mismos principios, por su tamaño y peso, deben ser conducidos en vehículos especiales y que se llaman " extintores sobre ruedas".

Extintor manual.-

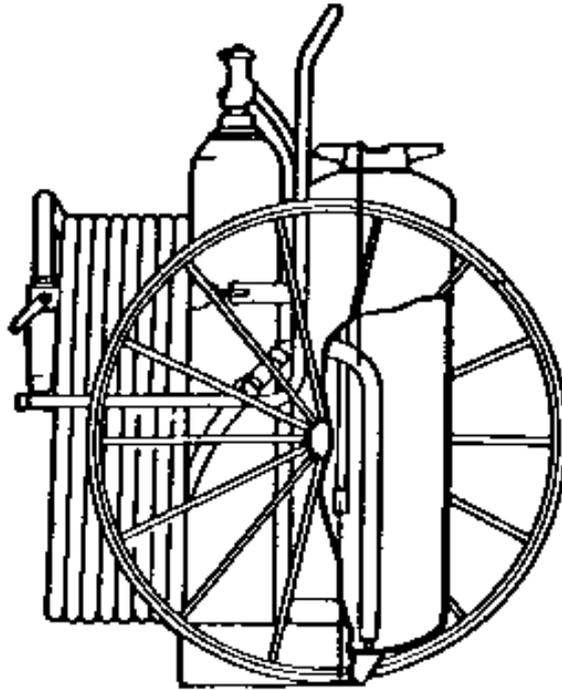
Es aquel que puede utilizar el operador llevándolo suspendido de la mano, su peso no excede de 20 kilos.



Extintor Manual

Extintor sobre ruedas.-

Es aquel que está dotado de manguera, tobera de salida y ruedas para su desplazamiento.



Extintor sobre ruedas

El extintor almacena en su interior dos (2) tipos de sustancia:

- a) **Sustancia primaria:** Agente químico que apaga el fuego (agente extinguidor)
- b) **Sustancia secundaria:** Agente químico que provoca el proceso de expulsión de la sustancia extinguidora (agente expelente).

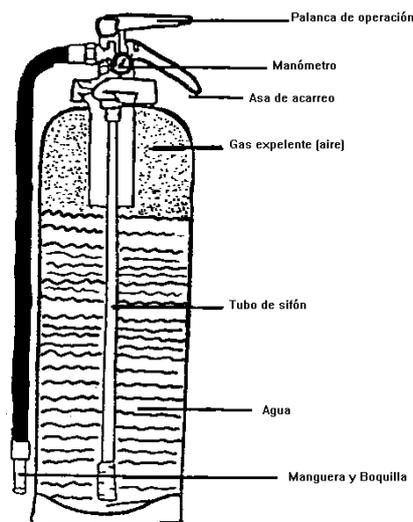
Potencial de efectividad: Se menciona tabla acerca del potencial de efectividad mínimo de los extintores:

Extintor de Agua H₂O

Existen varios tipos entre los cuales podemos mencionar :

AGUA DE PRESIÓN DIRECTA.- Este extintor de agua de 9,5 litros (2,5 galones) de capacidad, es el comúnmente mas utilizado.

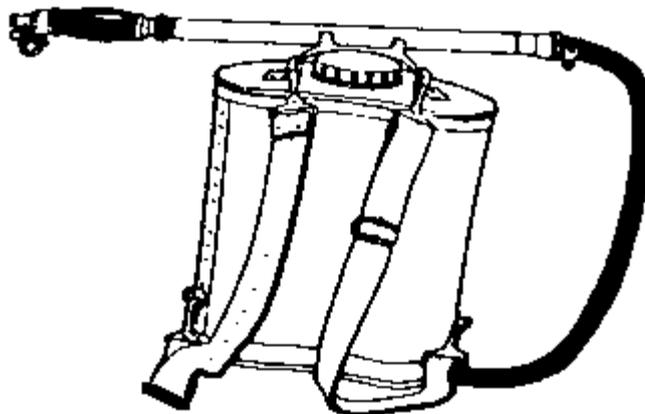
El extintor tiene un potencial de efectividad de 2A, pesa aproximadamente 14 kilogramos y descarga su contenido en forma de chorro directo con un alcance de 12 a 13 metros en operación intermitente o continua siendo el tiempo de descarga de aproximadamente 55 segundos en forma continua, la presión normal de este tipo de extintor oscila entre 90 y 120



Extintor de Agua

EXTINTOR DE AGUA CON BOMBA.-

Este tipo de extintor portátil es el más sencillo. Este extintor de agua con bomba tipo mochila es principalmente utilizado para combatir incendios de vegetación; tiene la capacidad de almacenamiento de 20 litros de agua y pesa aproximadamente 23 Kilogramos cuando está cargado.



Asperjadora o Extintor de Agua con Bomba

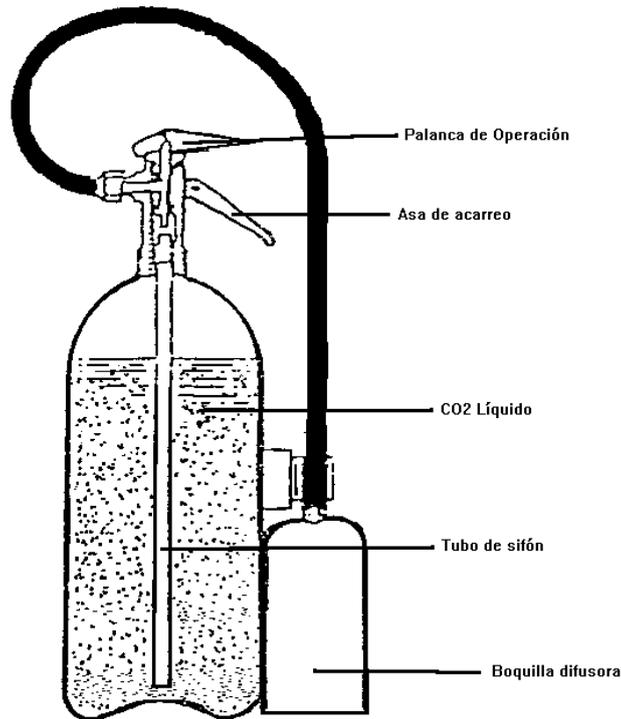
EXTINTORES DE GAS COMPRIMIDO (CO₂)

El bióxido de carbono (CO₂) es el gas comprimido más comúnmente utilizado como agente extinguidor.

Este tipo de extintor está principalmente diseñado para combatir fuegos Clases B y C, y sus capacidades varían de 2,27 Kilogramos (5lbs.) a 9 Kilogramos (20 Lbs.) en extintores portátiles y de 22,7 kilogramos (50 Lbs) a 45 kilogramos (100 Lbs.) en extintores sobre ruedas.

Este tipo de extintor contiene bióxido de carbono líquido introducido bajo presión de 800 a 900 psi, en temperatura normal.

La expansión del bióxido de carbono líquido cuando se escapa por la abertura de la corneta, lo enfría a una temperatura bastante baja y aproximadamente el 30% del CO₂ líquido se convierte en bióxido de carbono sólido (Hielo seco)



Extintor de CO₂

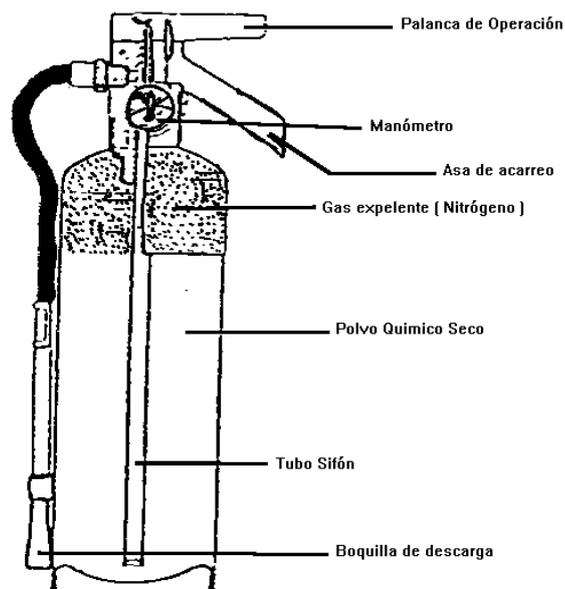
EXTINTORES DE POLVO QUÍMICO SECO

Entre los agentes extintores mas utilizados en los extintores portátiles de polvo químico seco podemos mencionar los siguientes:

- **Bicarbonato de Sodio B - C**
- **Bicarbonato de Potasio (Púrpura K) B - C**
- **Cloruro de Potasio (Súper K) A-B-C**
- **Fosfato de Amonio A-B-C**
- **Grafito D**

Los extintores pueden ser cargados y operados simultáneamente en forma continua o intermitente, con un alcance horizontal de la descarga de polvo oscilante entre 1,5 a 10 metros. los extintores con capacidad menor a los 4,5 kilogramos (10 Lbs.) descargan su agente de 8 a 10 segundos, mientras que los extintores con 4,5 Kg. o mas, pueden descargarlo totalmente en 30 segundos.

La descarga del polvo debe dirigirse a la base de las llamas, se obtiene mas resultado si se ataca el borde mas cercano del incendio y luego se avanza progresivamente, moviendo la boquilla de descarga de lado a lado en forma de abanico.



Extintor de Polvo Químico Seco

EXTINTORES DE GASES HALOGENADOS.-

Fueron desarrollados para ser usados en fuegos del tipo B y C principalmente, oscilando su potencial de efectividad entre 2 y 10 B: C

Solo se han comercializado los extintores comerciales de Bromoclorodifluormetano (Hallon 1211) con capacidades entre 90 gramos (2 Lbs) y 545 gramos (12 Lbs), actualmente se han desarrollando extintores de mayores capacidades incluyendo extintores de gas Hallon 1211 sobre ruedas.

El alcance del chorro descargado es de 3 a 5 metros, no es afectado por el viento como el bióxido de carbono (CO₂) y el Bromotrifluormetano (1301) y no tiene el efecto enfriante típico del CO₂ .

A continuación se explica el significado de los valores numéricos en los gases Halogenados.

Algunos poseen 3 y 4 cifras.

La primera indica el N° atómico del carbono.

La segunda indica los átomos del Flúor.

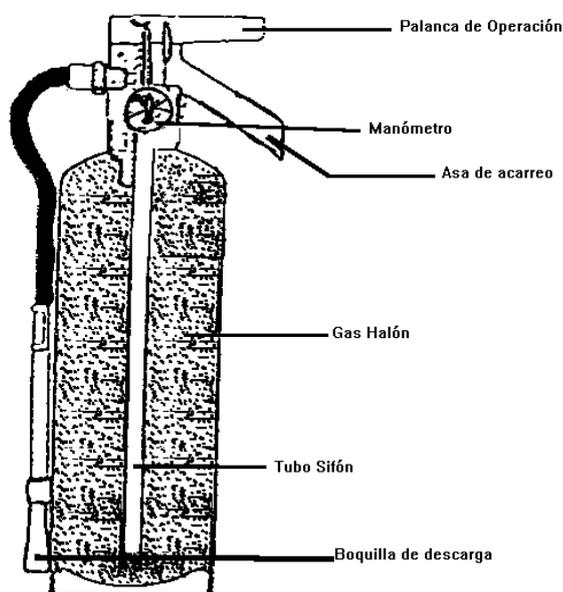
La tercera indica la cantidad de átomos del Cloro.

La cuarta indica la cantidad de átomos del Bromo.

Ejemplo: BROMOTRIFLUORMETANO = 1301

Esto significa que esta sustancia posee 1 átomo de Carbono, 3 átomos de Flúor, 0 átomos de Cloro y 1 átomo de Bromo.

NOMBRE QUIMICO	FORMULA	Nº HALON
Dibrodifluormetano	Br ₂ CF ₂	1202
Bromoclorodifluormetano	BrCF ₂	1211
Bromotrifluormetano	BrCF ₃	1301
Tetracloruro de carbono	CCl ₄	104
Bibromotetrafluorometano	BrF ₂ CCBrF ₂	2402
Bromuro de Metilo	CH ₃ Br	1001



Extintor de Gas Hallon

NUEVAS ALTERNATIVAS

En vista al gran daño que produce los agentes extinguidores a base de gases Halogenados se crearon otras alternativas a base de Sintéticos Carbonados que a continuación se mencionan.

F.H-200-C (Hidroflorúro de Carbón) Concentración de 9 a 11 %

N.A.S-111. (Nort American Fire Guardián) Concentración de 15 %

FC-410 (3M) Concentración de 7 %

FE-13 y FE-25 (DUPONT) Concentración de 14 %

El único problema es que su efectividad dentro de un recipiente es de solo Cinco (5) años, posterior a este tiempo no es confiable su uso.

Otra Alternativa es el producto INERGEN fabricado por ANSUL, con este producto pueden obtenerse todos los beneficios del Hallon sin ninguna de las desventajas, está compuesto de gases que se hallan en la Atmósfera y cuando se libera estos componentes reasumen su papel en el ciclo vital de la Tierra.

INERGEN es una alternativa ecológica desarrollada para alcanzar los objetivos de los modernos sistemas contra incendios.

INERGEN

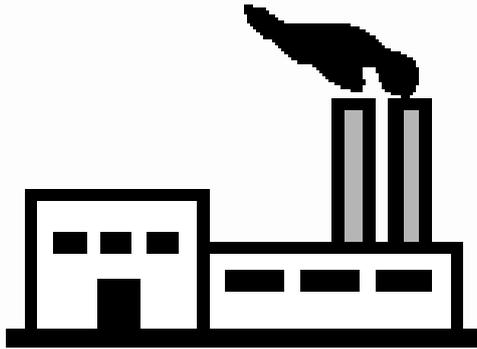
- **Protege el Ambiente**
- **Protege la Vida Humana**
- **Protege la Propiedad**



PROTEGE EL AMBIENTE: No daña la capa de Ozono ya que está compuesto enteramente de gases que están presentes en forma natural en nuestra atmósfera (Nitrogeno, Argón, Dióxido de Carbono) y cuando se libera sus componentes reasumen su papel en el ciclo de la vida terrestre



PROTEGE LA VIDA HUMANA: desplaza suficiente oxígeno para extinguir el fuego, pero las personas pueden continuar respirando. No produce niebla, por lo que las rutas de escapes permanecen visibles.
No produce agentes corrosivos ni tóxicos



PROTEGE LA PROPIEDAD: INERGEN representa el Mayor avance en la protección contra incendios de la propiedad, ya que ataca el incendio instantáneamente, No posee agentes corrosivos que dañan los equipos electrónicos

A continuación se presenta una tabla de clasificación de los extintores según el agente extinguidor y tipo de fuego.

CLASE DE FUEGO	AGENTE EXTINGUIDOR Y <u>CARACTERÍSTICAS</u>
Derivados Del Petróleo Equipos Eléctricos Energizados	Químico seco Básicamente Bicarbonato de potasio, sodio, Cloruro de Potasio y urea descarga una nube blanca o azul. Deja residuos No es conductor eléctrico
Madera, Papel, Etc. Derivados Del Petróleo Equipo Eléctricos Energizados	Químico Seco Multiuso A-B-C Básicamente Fosfato de Amonio, descarga una nube amarilla deja residuos. No es conductor eléctrico
Derivados Del Petróleo Equipo Eléctrico Energizado	Agentes Halogenados o Alternativas Básicamente <u>Hidrocarburos</u> Halogenados, descarga un vapor blanco, no deja residuos No es conductor eléctrico.
Derivados Del Petróleo Equipo Eléctrico Energizado	Bióxido de carbono Básicamente un gas inerte que descarga una nube blanca y fría, No deja residuos

	No es conductor eléctrico
Madera, Papel Tela, Cartón, Etc.	Agua Básicamente agua corriente, descarga en chorro o niebla (Puede tener un inhibidor de <u>corrosión</u> que deja un residuo amarillo) Es conductor eléctrico
Metales Combustibles: Sodio, Magnesio, Titanio	Compuesto especial de polvo seco Básicamente Cloruro de sodio o materiales grafitados, el agente se descarga con un extintor en chorro o se aplica con una cuchara o pala para sofocar los metales.

RECARGA

Consiste en el llenado del extintor, cuando ha sido utilizado, ha perdido su peso o su poder de efectividad.

Se recomienda realizar la recarga por lo menos una vez al año.

PRUEBA HIDROSTÁTICA.

Es la prueba de seguridad que se el hace al cilindro del extintor que use algún producto químico a presión de gas para la descarga.

Todos los extintores a presión tienen que someterse a una prueba hidrostática cada cinco (5) años o antes si así lo indica la corrosión o avería.

5.4.3- Equipos personales en la intervención de emergencias.

TRAJE DE PROTECCIÓN CONTRA EL CALOR:

Estas vestimentas están contempladas en la normativa UNE 23/26, permiten soportar las altas temperaturas que se desenvuelven en los incendios. Estas ropas están fabricadas con materiales especiales como puede ser el NONIEX que se puede considerar ignífugo y es capaz de soportar los 1.370 'C durante 17 segundos. Este tejido es resistente al calor y a las llamas, no se derrite, no gotea, no se pega al cuerpo, resiste los productos químicos y tiene una conductibilidad eléctrica alta.

Hay dos tipos de trajes que deben ser utilizados en la extinción de un incendio, dependiendo de las tareas que se realizan, pueden ser:

- Para atacar el fuego:
 - a) Trajes de penetración.
 - b) Trajes de aproximación.
- Trajes de protección contra productos químicos.

Traje de penetración:

Por su constitución es el más complejo, además de proporcionar a la persona que lo utiliza de una protección de pies a cabeza y permitir soportar temperaturas de 800° C en un tiempo no superior a 2 minutos. Está formado por nueve capas convenientemente dispuestas y, siendo las mismas:

- Fibra de vidrio.
- Lana de vidrio.
- Fibra de vidrio aluminizadas.

Las personas que los utilicen deben estar entrenadas mediante adiestramientos continuos, ya que, cuando se usen estos trajes debemos extremar los cuidados en los movimientos bruscos, debiendo ser bien pensados y comedidos evitando correr o saltar por las zonas de fuego. Para comunicarse con los equipos de apoyo se usará un lenguaje claro, efectuado por señales de brazos, en caso de tener algún problema nunca se sacarán en las zonas expuestas, debiendo actuar con prontitud el equipo de apoyo, por ejemplo, enfriándolo con lanzas.

La cabeza del equipo lleva un capuchón con un visor de policarbonato que debido a los recubrimientos de protección no da una gran visión por lo que los recorridos deben ser cortos y precisos.

Cada vez que sea utilizado el traje debe ser minuciosamente comprobado el estado en que se encuentra y dejarlo preparado para sus posteriores usos en nuevos focos de fuego. En el caso de encontrar alguna anomalía pueden ser reservados para adiestramiento personal.

Traje de aproximación:

La constitución no es tan compleja como en los de penetración, pero no obstante, nos da una protección contra el calor radiado por el fuego y contra los fuertes calores que encontremos en el ambiente.

El equipos consta de chaqueta y pantalón, o bien una sola pieza (Mono). Las paredes son reflectantes de poca conductividad térmica y permeables desde el interior cara el exterior, con lo que nos facilitan la evaporación. Los tejidos exteriores son aluminizados, con poder reflectante del calor y los interiores de fibra de vidrio.



Este equipo es de poco peso, proporciona una buena movilidad y se usa en zonas poco conflictivas y peligrosas, pues no se está en contacto directo con las llamas. Son impermeables al agua.

Suelen llevar cintas reflectantes para mejorar la identificación de las personas que los utilizan. Los medios de abroche son de tipo mosquetón que faciliten el cierre rápido del traje, para rápida entrada en acción.

Trajes de protección contra productos químicos:

Aunque no se usan en el ataque al fuego, su utilización puede ser necesaria antes o después de un incendio, cuando se vean involucrados en el accidente de productos químicos y que seguramente afectarán a las personas.

En la parte superior llevan incorporada una máscara que posibilita la incorporación de filtros o equipos de respiración.

Son usados en los buques que transportan productos químicos, por el personal de tierra en las instalaciones petroquímicas. Son completamente estancos y construidos en materiales como PVC. Serán inspeccionadas minuciosamente y siempre, para su uso, se seguirán las instrucciones del fabricante.

Una vez utilizados deben ser inspeccionados y lavados para sacar los posibles restos de ácidos o cualquier otro producto químico con el que se estuviera en contacto.

EQUIPO DE BOMBERO:

Las personas que intervienen en la extinción de un incendio necesitan equipos de protección especial para su integridad física, puesto que esta puede ser afectada por el calor, fuego, gases tóxicos, productos químicos, golpes, caídas de objetos, etc. Esta protección la podemos obtener de diversos equipos como son:

- Trajes de protección contra el calor.
- Casco.
- Guantes.
- Equipos respiratorios.
- Mascarillas, filtros, etc.
- Linterna de seguridad.
- Macheta.

El equipo de bombero está compuesto por:

- a) Indumentaria protectora, de un material que preserve la piel contra el calor irradiado por el fuego y contra las quemaduras que puede causar el vapor. Por su cara exterior será impermeable.
- b) Botas y guantes de goma o de otro material que no sea electroconductor.
- c) Un casco rígido que proteja eficazmente contra golpes.
- d) Una lámpara eléctrica de seguridad (Linterna de mano) de un tipo aprobado, que tenga un período mínimo de funcionamiento de 3 horas.
- e) Un hacha del tipo que la Administración considere satisfactorio.
- f) Un aparato respiratorio de un tipo aprobado.

Casco:

Se emplea para la protección de la cabeza ante los posibles golpes. Está hecho de un material ignífugo, no presenta rugosidad y es de poco peso, normalmente menos de 1 kilo. Es resistente al impacto y está construido, por lo tanto, de materiales resistentes, como puede ser el KEYLAR; lleva una pantalla panorámica, también ignífuga (Policarbonato), que nos da una perfecta visibilidad.

Cuando se utilizan cascos de seguridad con capuchas de trajes de penetración, también serán resistentes a los golpes y al calor.

Los cascos son compatibles con los equipos de respiración autónomo.

Guantes:

Pueden ser de protección al calor o contra productos químicos. Por otro lado permitirán siempre un fácil agarre y una buena movilidad de las manos.



Botas:

Suelen ser de tela revestida de caucho, con puntera de acero para la protección ante posibles golpes. Serán antideslizantes y de poca conductividad eléctrica.

Para evitar la entrada del agua se recomienda que sean de caña alta, tanto para protección de agua como para los productos químicos.

Equipo de respiración autónomo (ERA):

Nos permite respirar en atmósferas nocivas para el organismo. Esencialmente consta de dos partes: máscara y cilindro.



Está fabricada en compuestos de goma, resisten el envejecimiento, no irritan la piel y son resistentes a las pieles grasas y cremas.

Ante ciertas características físicas del usuario, las máscaras no ofrecen una buena hermeticidad (Como barbas, patillas...etc.) pudiéndose producir fugas alrededor del contorno de la pieza facial.

No producen irritación cutánea y son resistentes a los aceites, grasas naturales y agresivos químicos. El ajuste es de diseño amplio, cómodo y permite una adaptación perfecta al rostro del usuario, cualquiera que sea la forma anatómica del mismo, sin necesidad de una excesiva presión del atalaje.

Lleva un visor de metacrilato de forma panorámica ovalada y curva que proporciona un amplio campo visual sin reflejos. El marco del visor es de material sintético y se desmonta con suma facilidad, siendo totalmente estanco.

La membrana de comunicación verbal permite hablar normalmente sin elevar la voz; hay modelos en los que se puede acoplar sistemas de radio o telefonía.

El enfriamiento se evita mediante la conducción del aire inhalado por dos canalizaciones cara el visor y por la máscara interna que tapa totalmente las vías respiratorias.

Para hacer la forma de la cabeza el atalaje tiene cinco tiras que permiten una gran rapidez en el ajuste. A la máscara se le puede acoplar filtros respiratorios.

5.4.4.- Principales causas de los incendios a bordo.

Fugas de aceite en la Cámara de Máquinas:

La presencia de residuos y vapores de aceite de máquinas, pueden causar un incendio en la cámara de máquinas, incendio que, si no se debe al aceite en origen, se desarrollará igualmente en un corto periodo de tiempo.

Debe evitarse el derrame de aceites en la cámara de máquinas y mantenerse limpias la parte superior del doble fondo y sentinas. Debajo de los posibles puntos de goteo deben colocarse bandejas recogedoras para evitar que el aceite pueda derramarse.

Cigarrillos:

Es necesario limitar los locales en que se pueda fumar a bordo sobre todo en los buques tanques. Debe estar prohibido fumar en cualquier parte del buque en la cual se almacene pintura, aceites, trapos, alfombras y cabos, así como en el interior de los pañoles.

El fumar en la cama está prohibido en todos los buques, puesto que se trata de una práctica extremadamente peligrosa. Muchos incendios se han originado por no haber pagado apropiadamente los cigarrillos, y por haberse quedado dormido mientras se estuvo fumando en la cama, con el consiguiente peligro de la propia persona, sus compañeros y el buque.

En todo buque tanque (Indiferentemente de la carga que transporte) está totalmente prohibido fumar fuera del área de alojamiento y espacio de maquinaria todo el tiempo, excepto cuando el buque disponga de un certificado de estar en condición libre de gases, extendido por autoridad competente. El fumar en secreto es mucho más

peligroso que fumar controladamente puesto que hay una posibilidad de que vapores inflamables puedan entrar a determinadas áreas.

A bordo de los buques tanques está prohibido, a cualquier persona, llevar consigo encendedores para cigarrillos cuando se encuentren fuera del área de alojamientos o cámara de máquinas. Si un encendedor se deja caer accidentalmente, podría producirse una chispa capaz de inflamar los gases y consecuentemente provocar una explosión. Si se utilizan fósforos éstos pueden ser de seguridad, pero no deberán ser llevados fuera de los espacios de alojamiento.

Recalentamiento de cojinetes:

La fricción producida en los cojinetes o por piezas móviles en cualquiera de las máquinas que hay montadas a bordo de un buque puede producir zonas de muy altas temperaturas que llegan a fundir los metales y que de encontrar atmósferas de gases combustibles pueden dar lugar a explosiones o deflagraciones. Las causas de estos recalentamientos son normalmente la falta de lubricación, así como, la rotura o desprendimiento de piezas en su interior.

Cuando se tema que hay recalentamiento en el interior de una máquina, debe pararse inmediatamente, continuando funcionando su sistema de refrigeración si dispone de él y dejar pasar un cierto intervalo de tiempo antes de quitar las tapas que dan acceso a su interior para dar tiempo a que se enfríen los puntos calientes antes de que penetre el aire (Oxígeno) en su interior y pueda producirse una mezcla inflamable con los vapores del aceite lubricante.

Las bombas que descarga de producto de los buques tanques deben reconocerse exteriormente por lo menos dos veces cada guardia de 4 horas para comprobar que no hay recalentamiento en sus cojinetes.

Equipo de cocina:

A la cocina de los buques debe prestársele una especial atención. Existe una diferencia fundamental entre la cocina de una instalación terrestre y la de un buque, la cocina de la instalación terrestre es estática, no se mueve, la del buque está sometida a los balances del mismo lo que puede dar lugar a que resbalen los cacharros (Sino se colocan balanceras) o se derrame el contenido de los mismos en el caso de determinados productos como el aceite es muy peligroso pues posiblemente se prenderá al entrar en contacto con la chapa de la cocina o el fuego directo. Aún en el caso de que se derrame agua o cualquier otro líquido no inflamable hay el riesgo de que se apague la llama y continúe saliendo el combustible.

Cerca de los fogones de la cocina deben instalarse extintores contra incendios que permitan en todo momento su rápida utilización. Bajo ningún pretexto deberá abandonarse la cocina cuando ésta esté encendida o sus placas calientes.

No deberá permitirse la acumulación de trapos grasientos o de grasa, incluyendo los troncos de los ventiladores de extracción y sus rejillas.

Cuando se empleen quemadores de gasóleo, para impedir incendios en la chimenea y que salgan al exterior chispas debidas al hollín incandescente, deberá comprobarse frecuentemente la regulación de los quemadores. Las campanas de las chimeneas deberán estar siempre limpias.

En los buques tanque durante las operaciones de cargas, descarga o desgasificación debe pedirse permiso al Capitán antes de utilizar la cocina por si pudiera haber atmósferas inflamables. En algunos buques tanques ser montan marmitas de vapor que pueden ser utilizadas en cualquier momento.

Ignición espontánea:

Cuando a los productos líquidos procedentes del petróleo se les calienta lo suficiente, se incendian sin la aplicación de una llama descubierta. Este proceso de autoignición es muy común cuando los aceites combustibles o lubricantes, se pulverizan sobre una superficie caliente. También se puede producir la ignición espontánea cuando se derrama aceite sobre revestimientos, que estén calientes, al evaporizarse si alcanzan adecuada estallan en llamas. Las tuberías de combustible, requieren una especial atención para evitar que se rocíen de éste por pérdidas.

Otro origen de incendios por autoignición puede ser paquetes de materiales humedecidos o empapados en aceite, tales como algodón, trapos, ropa sucia, etc.

Cualquiera de éstos impregnado en aceite debe ser desechado tan pronto como sea posible.

También deben tomarse precauciones especiales cuando se transporten en las bodegas mercancías que estén impregnadas con aceites, por ejemplo, las virutas metales procedentes del mecanizado de piezas metálicas, o bien otro ser de productos que al oxidarse si la travesía dura varios días pueden llegar a alcanzar la temperatura de autoignición (Copra, carbón...etc.).

Trabajos en caliente:

Los trabajos con equipos que originen calor o chispas pueden dar lugar a incendios (Soldadura, corte...etc.). Antes de iniciar un trabajo de esta naturaleza, trabajo en caliente, si se trata de un espacio cerrado debe ventilarse el compartimento y comprobarse con un detector de gases inflamables que el nivel de éstos no supera el 1% límite inferior de inflamabilidad.

En todos los casos deberán eliminarse en un espacio de por lo menos 10 metros a la redonda de la zona de trabajo en caliente todos los cascarones de óxido, barro y sedimentos. También es necesario comprobar que los compartimentos adyacentes están desgasificados y no pueden llegar gases de otros compartimentos a través de cualquier conducto de ventilación, así como, que no hay materias inflamables que puedan incendiarse por el calor transmitido por los mamparos.

Mientras se esté desarrollando cualquier trabajo en caliente deberá estar en servicio una guardia de contra incendios equipada con extintores.

Cuando se trate de trabajos en caliente en el interior de los tanques deberán tomarse medidas especiales como:

1. Comprobar que los espacios adyacentes están desgasificados, inertizados o llenos de agua.
2. Se deberán aislar todas las tuberías que desemboquen en el tanque en que se esté trabajando y los espacios adyacentes.
3. Se deben hacer verificaciones para asegurarse de que mientras se efectúan los trabajos, no hay filtraciones de los tanques adyacentes de gases tóxicos o inerte.
4. Sólo se deberá permitir el trabajo caliente sobre tuberías y válvulas cuando se haya separado por medio de trabajo en frío la sección apropiada y los extremos abiertos del sistema restante hayan sido tapados.
5. En buques tanques, se deberá parar el bombeo del cargamento o lastre, el lavado de tanques y cualquier otra operación simultánea que use el sistema de cargamento.

Aparatos eléctricos:

El sobrecargar las líneas por aumentar la potencia o el número de aparatos electrodomésticos o de iluminación puede dar lugar a incendios, cuando circula a través de las líneas eléctricas una intensidad mayor para las que ha sido proyectada hace que se calienten los hilos y se resequen cuarteándose las fundas protectoras. No deberá permitirse el uso indiscriminado de aparatos electrodomésticos, de alumbrado, ventiladores, estufas...etc.

Todos los aparatos electrodomésticos y de alumbrado deberían ser fijos, no deberá permitirse, bajo ningún concepto, la utilización de un aparato eléctrico que utilice un enchufe para su alimentación que no esté perfectamente sujeto de forma perramente a una base sólida, esta medida es necesaria tomarla para evitar que con los balances del buque puede caerse rompiendo el cable eléctrico en su caída o arrancando el enchufe.

No debe permitirse que personas no especializadas intervengan en la instalación o reparaciones de los equipos y tendidos eléctricos. Una falsa conexión puede dar lugar a un incendio.

Tormentas eléctricas:

Los buques tanques deberán tomar precauciones durante las tormentas eléctricas. Si hay poco movimiento de aire, el gas de hidrocarburo puede quedarse sobre la cubierta en grandes concentraciones. Si hay viento soplando a través de la superestructura de los buques, puede formarse un área de baja presión sobre el costado de sotavento y consecuentemente arrastrar el gas en la dirección de la superestructura.

Cualquiera de estos efectos puede originar una concentración local de gas, si esto sucede, puede ser recomendable parar las operaciones de carga, que involucran limpieza de tanques y desgasificación, mientras duren tales condiciones atmosféricas.

Durante las tormentas eléctricas relativamente cercanas, las operaciones de manejo de carga de petróleo, lastrado, desgasificado o limpieza de tanques, deben suspenderse y proceder a cerrar todas las aberturas de los tanques.

Roedores:

Debe evitarse la existencia de roedores a bordo de los buques, a parte de las elementales razones de higiene que aconsejan eliminar su presencia, hay otras tanto o más importantes, dado que a estos animales les gusta el barniz que recubre los devanados de los motores eléctricos. En ocasiones ha habido serios problemas en los equipos eléctricos por esta causa que han dado origen a incendios. A partir de un determinado tamaño, los motores eléctricos que se monten a bordo deben estar protegidos contra ratas.

Lámparas y otros equipos con cables flexibles:

Antes de utilizar línea volantes, con cables flexibles, para la alimentación de corriente eléctrica a lámparas y otros equipos eléctricos portátiles (Ventiladores, bomba... etc.) debe comprobarse el estado de los mismos y sus correspondientes conexiones.

Esto tiene especial importancia en los buques tanques donde debe prohibirse el uso de equipos eléctricos portátiles provistos de cables volantes dentro de los tanques y espacios adyacentes, o sobre la cubierta de estos tanques, a menos que durante el periodo que el equipo esté en uso se tomen las mismas precauciones que deben tomarse para los trabajos en caliente.

Electricidad estática:

La electricidad estática puede producir chispas de suficiente energía para encender un gas inflamable, aunque no todas las chispas tengan suficiente energía para ello. En los buques tanques pueden darse atmósferas con gas inflamable debe tomarse medidas especiales para anular las cargas electrostáticas.

5.4.5.- Prevención de incendios.

De la experiencia de la última guerra mundial se ha deducido que se han perdidos más barcos a causa del fuego que por cualquier otra sola causa.

Se ha demostrado numerosas veces que los barcos de acero pueden convertirse en auténticos hornos al rojo vivo, al arder los combustibles que llevan en su interior. Ha habido ocasiones en que ha sido preciso abandonar buques, prácticamente intactos, porque la propagación del incendio que empezó siendo pequeño, impidió que se pudiesen reparar las averías que había producido.

La prevención y extinción de incendios constituyen dos factores tan vitales en las posibilidades de supervivencia de un buque, que es preciso realizar los mayores esfuerzos para que los riesgos de incendios a bordo sean mínimos. Las precauciones generales que se adoptan para prevenirlo son las siguientes:

1. Eliminación de todos los combustibles no esenciales; existen unas instrucciones sobre los materiales combustibles que pueden llevar los barcos. Es de mayor importancia que se sigan al pie de la letra, evitando que se introduzcan a bordo materiales combustibles que no estén autorizados en este documento.
2. Sustitución, siempre que sea posible de materiales combustibles por otros que no lo sean, o que lo sean en menor medida, usar lonas y chalecos salvavidas semi incombustibles, cortinas y aislamientos de tuberías de fibra de vidrio, pinturas semi incombustibles, muebles metálicos, películas semi incombustibles...etc.
3. Limitación al mínimo de los combustibles necesarios; deben llevarse a bordo solamente las cantidades necesarias para las operaciones en curso. Este requerimiento es mucho más fácil de cumplimentar en tiempos de paz, ya que siempre se sabrá con mayor exactitud la duración y clase de operaciones en que se va a tomar parte en el buque. Estas limitaciones son:
 - Aceites lubricantes y grasa: llevándola carga completa en sus correspondientes tanques, no es necesario el uso de bidones y latas sueltas.
 - Archivos y material de oficina: arden con gran facilidad y aunque no es posible fijar la cantidad reglamentaria que debe llevar cada buque, sí se recomienda que sea la menor posible.
 - Artificios: no se deben de llevar más de los que correspondan en el cargo y únicamente deben llevarse fuera del correspondiente pañol, los que se prevean que se van a usar, estibándose estos en una caja de urgencia.
 - Gasolina: sólo debe llevarse la mínima cantidad indispensable para usar las bombas de emergencia de contra incendios durante tres horas. Si el buque cuenta con botes de motor de gasolina, debe llevarse el cargo correspondiente.
 - Petróleo Lampante (Queroseno): sólo la mínima cantidad indispensable. Si el buque lleva gasoil, no se debe llevar petróleo lampante.
 - Efectos de limpieza (Jabón, algodón, bayetas...etc.), generalmente se llevan en cantidades excesivas.
 - Efectos de cubierta (Defensas, estachas, motores...etc.): por lo general, existe una tendencia a acumular estos efectos, por lo que su cantidad debe limitarse al mínimo necesario.
 - Pintura: hay unas instrucciones que fijan las cantidades de pintura a llevar por cada buque. En los pintados y retoques debe limitarse al mínimo la cantidad de capas de pintura que se apliquen y ceñirse a las instrucciones que existen sobre pintado de buques.
4. Estiba y protección de todos los combustibles esenciales, para evitar que originen incendios o contribuyan a extenderlos. Los principios fundamentales que se siguen para la estiba de materiales combustibles, son los siguientes:

- Mantener la obra muerta del barco lo más libre posible de materiales de ventilación de Máquinas y Calderas.
- Los compartimentos de la obra viva se considerarán como los más seguros para la estiba de materiales combustibles, especialmente cuando uno de sus límites es el costado. Su seguridad puede aumentarse, instalando sistemas fijos de dióxido de carbono o de niebla de agua.

Es también muy importante que los materiales que se estiben en dichos compartimentos queden a una distancia de unos quince centímetros de los mamparos circundantes, con objeto de evitar que se inflamen en caso de incendio en algún compartimento adyacente.

- Todos los combustibles líquidos especialmente aquellos que emiten vapores explosivos, deben estibarse en tanques especiales.
- Los combustibles que hayan de llevarse en la obra muerta deben protegerse instalando un sistema fijo de niebla de agua en el compartimento en que vayan estibados, y encerrándolos en armarios metálicos, recipientes herméticos...etc.

5. Establecimiento de una disciplina adecuada de prevención de incendios por medio de:

- Limpieza y arranchado: este punto es el de mayor importancia en la prevención de incendios pues, con mucha frecuencia estos se han originado y extendido a causa de desperdicios, pérdidas de combustible, efectos estibados en malas condiciones...etc.

Los oficiales de los distintos destinos deben realizar inspecciones diarias en los compartimentos a su cargo, para comprobar que se cumplimenta lo ordenado sobre la limpieza.

- Mantenimiento en las condiciones adecuadas para prevenir incendios. El mantenimiento del buque en estas condiciones exige inspecciones regulares y frecuentes, educación del personal en los referente a la prevención y extinción de incendios y mantenimiento de todo el material de contra incendios en las debidas condiciones de funcionamiento.
- Responsabilidad del mantenimiento del buque en las condiciones adecuadas para prevenir incendios: el control de este mantenimiento es ejercido por el Oficial de seguridad interior, siendo responsabilidad de toda la dotación ya que en caso de incendio, pueden verse envueltos en él los distintos servicios de buques y por lo tanto el personal afecto a los mismos. Es de mayor importancia una perfecta coordinación entre todos los servicios del buque, tanto en lo que a prevención, como a extinción de incendios se refiere.

6. Responsabilidad individual y colectiva en la prevención de incendios:

Las responsabilidades individuales son las siguientes:

- No fumar en los lugares en que se esté prohibido hacerlo especialmente, cuando se esté embarcando o desembarcando petróleo o munición. Apagar siempre las colillas.
- No arrancar motores, meter machetes, encender luces...etc. En lugares en los cuales se sospeche la presencia de vapores explosivos.
- No trabajar con herramientas que puedan producir chispas en lugares en los cuales se sospeche la presencia de vapores explosivos.
- Al terminar algún trabajo de limpieza o reparación, guardar o tirar en los recipientes adecuados los algodones, estopas, trapos, virutas...etc.
- No dejar los efectos personales fuera de las taquillas. Tener éstas siempre cerradas.
- Dar cuenta inmediata de cualquier pérdida de combustible que se observe en tanques o tuberías.
- Dar cuenta inmediata de cualquier anomalía que se observe en el equipo eléctrico (Chispas, calentamiento excesivos...etc.).

Las responsabilidades colectivas serán:

- Cumplimentar lo ordenado sobre limpiezas y arranchados.
- Troncos de ventilación limpios de polvo, chimeneas de cocinas limpias de gas y hollín.
- Bidones de combustible bien cerrados y estibados en los lugares adecuados.
- Sentinas y talleres perfectamente limpios.
- Tirar todos los desperdicios (Papel, cartón, trapos, estopas) en latas de basura bien cerradas.
- Mantenimiento del equipo eléctrico y electrónico en las debidas condiciones de seguridad (Prevención de cortocircuitos, bombillas con sus globos estancos...etc.).

6.- PRESUPUESTO

6.1.- VALORACIÓN DE MATERIAL.

DESCRIPCIÓN	Ønominal (mm)	CANTIDAD (m)	PRECIO	TOTAL
TUBERÍAS	50	273	24,55	6702,15
TUBERÍAS	100	25,60	52,88	1353,72
TUBERÍAS	125	24,21	71,98	1742,63
TUBERÍAS	150	234	103,83	24296,22
TUBERÍAS	300 X 7,1	228	349,01	79573,84
TUBERÍAS	300 X 20	9	784,76	7062,81
CODO 90°	50	6	6,02	36,12
CODO 90°	80	1	19,26	19,26
CODO 90°	100	1	61,63	61,63
CODO 90°	125	3	107,32	321,97
CODO 90°	150	16	156,47	2503,52
CODO 90°	300	9	1001,93	9017,36
CODO 90°	300 X 20	1	948,77	948,77
CODO 90° RADIO LARGO	50	2	13,36	26,72
CODO 90° RADIO LARGO	150	2	156,47	312,94
CODO 45°	150	4	272,22	1088,87
CODO 45°	300	4	445,66	1782,63
TE (Colector 100 / ramal 50)		1	112,34	112,34
TE (Colector 300 / ramal 150)		17	940,26	15984,48
TE	50	1	61,22	61,22
TE	150	10	221,38	2213,85
TE	300	10	1038,72	10387,2
ESTRECHAMIENTO 100 / 50		1	32,82	32,82
ESTRECHAMIENTO 125 / 100		1	40,32	40,32
ESTRECHAMIENTO 150 / 125		3	70,21	210,63
ESTRECHAMIENTO 300 / 50		3	219,86	659,58
ESTRECHAMIENTO 300 / 150		6	285,58	1713,48
ENSANCHAMIENTO 50 / 100		4	19,46	77,83
VÁLVULA DE COMPUERTA	50	20	240,72	4800
VÁLVULA DE COMPUERTA	100	1	411,23	411,23
VÁLVULA DE COMPUERTA	125	2	453,36	906,72
VÁLVULA DE COMPUERTA	150	15	497,49	7462,41
VÁLVULA DE COMPUERTA	300	17	184,55	3137,42
VÁLVULA DE PIE	150	2	1062,39	2124,78
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	150	2	608,99	1217,98
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	300	1	2,38	2,38
VÁLVULA ANGULAR	300 X 20	1	2620,67	2620,67
FILTRO	300 X 20	1	4012,05	4012,05
GRUPO MOTOR-BOMBA	150 C.V.	3	50150,60	150451,81
GRUPO MOTOR-BOMBA (Liq. Espu.)	15 C.V.	2	27081,33	54162,65
MANÓMETROS	Hasta 25 Kg/ cm2	25	320,96	8024,10
ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	300	10	68,20	682,05
ACOPLAMIENTO FLEXIBLE	150	13	44,13	573,72
VARIADOR DE FRECUENCIA	de 5 a 200 c.v.	1	62587,95	62587,95
TRANSMISOR DE PRESIÓN		1	4613,86	4613,86
REGULADOR DE PESIÓN		1	22467,47	22467,47
			TOTAL	498604,16 €

6.2.- MANEJO DEL MATERIAL.

DESCRIPCIÓN	Ønominal (mm)	CANTIDAD	HORAS	TOTAL
TUBERÍAS	50	273	0,13	35,49
TUBERÍAS	100	25,60	0,16	4,096
TUBERÍAS	125	24,21	0,17	4,11
TUBERÍAS	150	234	0,18	42,12
TUBERÍAS	300 X 7,1	228	0,35	79,8
TUBERÍAS	300 X 20	9	0,57	5,13
CODO 90°	50	10	0,13	1,3
CODO 90°	80	1	0,15	0,15
CODO 90°	100	1	0,16	0,16
CODO 90°	125	3	0,17	0,51
CODO 90°	150	16	0,18	2,88
CODO 90°	300	9	0,35	3,15
CODO 90°	300 X 20	1	0,35	0,35
CODO 90° RADIO LARGO	50	2	0,13	0,26
CODO 90° RADIO LARGO	150	2	0,18	0,36
CODO 45°	150	4	0,18	0,72
CODO 45°	300	4	0,35	1,4
TE (Colector 100 / ramal 50)		1	0,17	0,17
TE (Colector 300 / ramal 150)		17	0,265	4,505
TE	50	1	0,13	0,13
TE	150	10	0,18	1,8
TE	300	17	0,35	5,95
ESTRECHAMIENTO 100 / 50		1	0,145	0,145
ESTRECHAMIENTO 125 / 100		1	0,165	0,165
ESTRECHAMIENTO 150 / 125		3	0,175	0,525
ESTRECHAMIENTO 300 / 50		3	0,19	0,57
ESTRECHAMIENTO 300 / 150		6	0,265	1,59
ENSANCHAMIENTO 50 / 100		4	0,14	0,56
VÁLVULA DE COMPUERTA	50	20	0,13	2,6
VÁLVULA DE COMPUERTA	100	1	0,16	0,16
VÁLVULA DE COMPUERTA	125	2	0,17	0,34
VÁLVULA DE COMPUERTA	150	15	0,18	2,7
VÁLVULA DE COMPUERTA	300	17	0,35	5,95
VÁLVULA DE PIE	150	2	0,2	0,4
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	150	3	0,18	0,54
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	300	1	0,35	0,35
VÁLVULA ANGULAR	300 X 20	1	0,57	0,57
FILTRO	300 X 20	1	0,57	0,57
			TOTAL HORAS	212,76

6.3.- FABRICACIÓN Y MONTAJE DE TUBERÍAS.

DESCRIPCIÓN	Ønominal (mm)	CANTIDAD	HORAS	TOTAL
TUBERÍAS	50	273	1,44	393,12
TUBERÍAS	100	25,60	1,74	44,54
TUBERÍAS	125	24,21	1,87	45,27
TUBERÍAS	150	234	2	468
TUBERÍAS	300 X 7,1	228	3,74	852,72
TUBERÍAS	300 X 20	9	6,6	59,4
			TOTAL HORAS	1863,05

6.4.- MONTAJE DE VÁLVULAS.

DESCRIPCIÓN	Ønominal (mm)	CANTIDAD	HORAS	TOTAL
VÁLVULA DE COMPUERTA	50	273	1,04	22,88
VÁLVULA DE COMPUERTA	100	25,60	2,1	2,1
VÁLVULA DE COMPUERTA	125	24,21	2,8	5,6
VÁLVULA DE COMPUERTA	150	234	3,51	52,65
VÁLVULA DE COMPUERTA	300	228	6,63	112,71
VÁLVULA DE PIE	150	9	3,965	7,93
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	150	2	3,51	7,02
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	300	1	6,63	6,63
VÁLVULA ANGULAR	300 X 20	1	6,63	6,63
FILTRO	300 X 20	1	6,63	6,63
			TOTAL HORAS	230,7

6.5.- SOLDADURA.

DESCRIPCIÓN	Ønominal (mm)	CANTIDAD	HORAS	TOTAL
TUBERÍAS	50	273	0,96	262,08
TUBERÍAS	100	25,60	1,56	39,93
TUBERÍAS	125	24,21	1,86	45,030
TUBERÍAS	150	234	2,16	505,44
TUBERÍAS	300 X 7,1	228	4,08	930,24
TUBERÍAS	300 X 20	9	12,48	112,32
CODO 90°	50	10	0,96	9,6
CODO 90°	100	1	1,56	1,56
CODO 90°	125	3	1,86	5,58
CODO 90°	150	16	2,16	34,56
CODO 90°	300	9	4,08	36,72
CODO 90°	300 X 20	1	12,26	12,26
CODO 90° RADIO LARGO	50	2	0,96	1,92
CODO 90° RADIO LARGO	150	2	2,6	5,2
CODO 45°	150	4	2,6	10,4
CODO 45°	300	4	4,08	16,32
TE (Colector 100 / ramal 50)		1	0,96	0,96
TE (Colector 300 / ramal 150)		17	2,16	36,72
TE	50	1	0,96	0,96
TE	150	10	2,16	21,6
TE	300	17	4,08	69,36
ESTRECHAMIENTO 100 / 50		1	0,96	0,96

ESTRECHAMIENTO 125 / 100		1	1,56	1,56
ESTRECHAMIENTO 150 / 125		3	1,86	5,58
ESTRECHAMIENTO 300 / 50		3	2,16	6,48
ESTRECHAMIENTO 300 / 150		6	4,08	24,48
ENSANCHAMIENTO 50 / 100		4	0,96	3,84
VÁLVULA DE COMPUERTA	50	20	0,96	19,2
VÁLVULA DE COMPUERTA	80	1	1,32	1,32
VÁLVULA DE COMPUERTA	100	1	1,56	1,56
VÁLVULA DE COMPUERTA	125	2	1,86	3,72
VÁLVULA DE COMPUERTA	150	15	2,16	32,4
VÁLVULA DE COMPUERTA	300	17	4,08	69,36
VÁLVULA DE PIE	150	2	2,4	4,8
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	150	3	2,16	6,48
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	300	1	4,08	4,08
VÁLVULA ANGULAR	300 X 20	1	14,97	14,97
FILTRO	300 X 20	1	14,97	14,97
TOTAL HORAS				2374,34

6.6.- MONTAJE DE SOLDADURA.

DESCRIPCIÓN	Ønominal (mm)	CANTIDAD	HORAS	TOTAL
TUBERÍAS	50	273	1,24	338,52
TUBERÍAS	100	25,60	2,02	51,71
TUBERÍAS	125	24,21	2,41	58,34
TUBERÍAS	150	234	2,8	655,2
TUBERÍAS	300 X 7,1	228	5,3	1208,4
TUBERÍAS	300 X 20	9	16,22	145,98
CODO 90°	50	10	1,24	12,4
CODO 90°	80	1	1,71	1,71
CODO 90°	100	1	2,02	2,02
CODO 90°	125	3	2,41	7,23
CODO 90°	150	16	2,8	44,8
CODO 90°	300	9	5,3	47,7
CODO 90°	300 X 20	1	16,22	16,22
CODO 90° RADIO LARGO	50	2	1,24	2,48
CODO 90° RADIO LARGO	150	2	2,8	5,6
CODO 45°	150	4	2,8	11,2
CODO 45°	300	4	5,3	21,2
TE (Colector 100 / ramal 50)		1	1,24	1,24
TE (Colector 300 / ramal 150)		17	2,8	47,6
TE	50	1	1,24	1,24
TE	150	10	2,8	28
TE	300	17	5,3	90,1
ESTRECHAMIENTO 100 / 50		1	1,24	1,24
ESTRECHAMIENTO 125 / 100		1	2,02	2,02
ESTRECHAMIENTO 150 / 125		3	2,41	7,23
ESTRECHAMIENTO 300 / 50		3	1,24	3,72
ESTRECHAMIENTO 300 / 150		6	2,8	16,8
ENSANCHAMIENTO 50 / 100		4	1,24	4,96
VÁLVULA DE COMPUERTA	50	20	1,24	24,8
VÁLVULA DE COMPUERTA	100	1	2,02	2,02
VÁLVULA DE COMPUERTA	125	2	2,41	4,82

VÁLVULA DE COMPUERTA	150	15	2,8	42
VÁLVULA DE COMPUERTA	300	17	5,3	90,1
VÁLVULA DE PIE	150	2	2,8	5,6
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	150	3	2,8	8,4
VÁLVULA DE RETENCIÓN HORIZONTAL	300	1	5,3	5,3
VÁLVULA ANGULAR	300 X 20	1	16,22	16,22
FILTRO	300 X 20	1	16,22	16,22
TOTAL HORAS				3050,34

Número de horas totales:

$$212,76 + 1863,06 + 230,7 + 2374,4 + 3050,34 = 7731,26 \text{ HORAS}$$

Considerando 35 euros, como precio de la hora de trabajo por operario.

6.7.1.- Coste generado por la mano de obra.

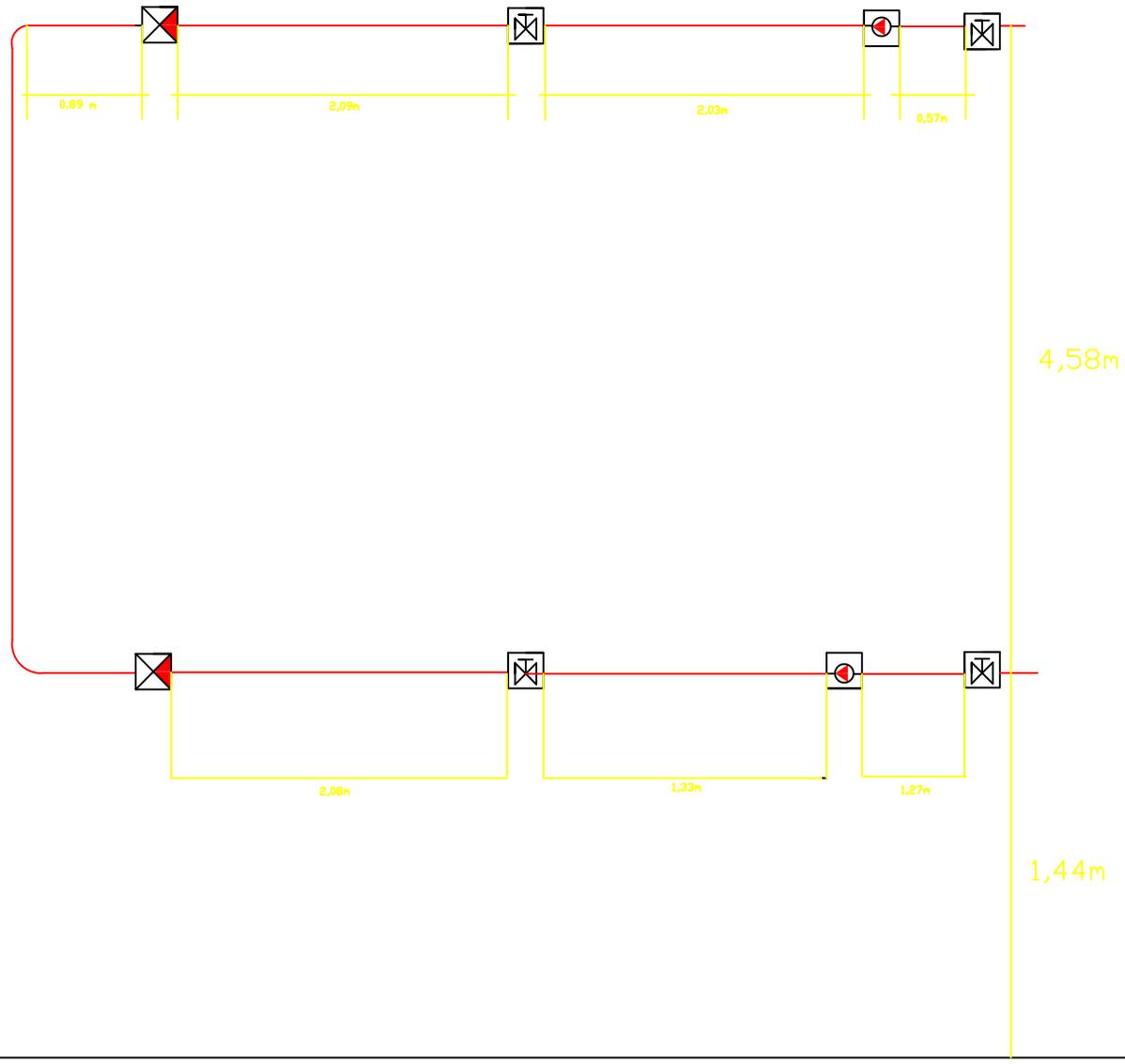
$$C_{\text{mdo}} = 7731,26 \times 35 = 270594,1 \text{ euros}$$

6.7.2.- Coste total.

La suma de la valoración de materiales, más el coste de la mano de obra; nos proporcionará el valor del coste total.

$$C = C_{\text{mdo}} + C_{\text{val. mat.}} = 769198,26 \text{ euros}$$

7.- PLANOS Y DETALLES



#23

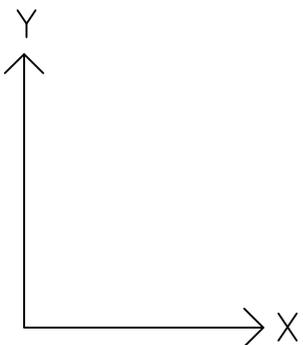
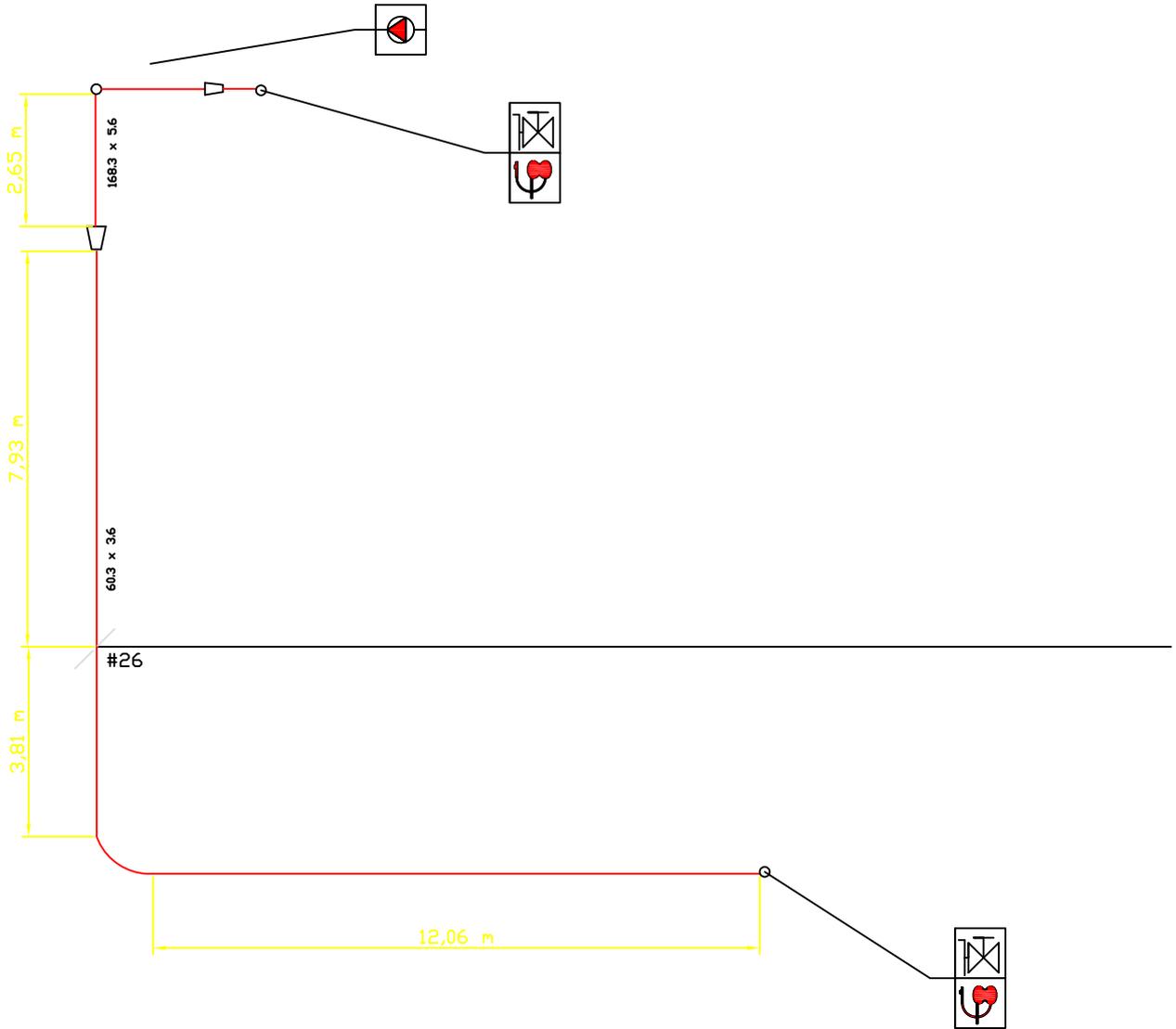
#30

LC

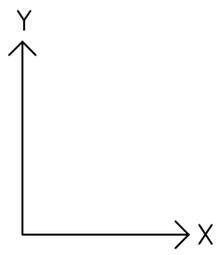
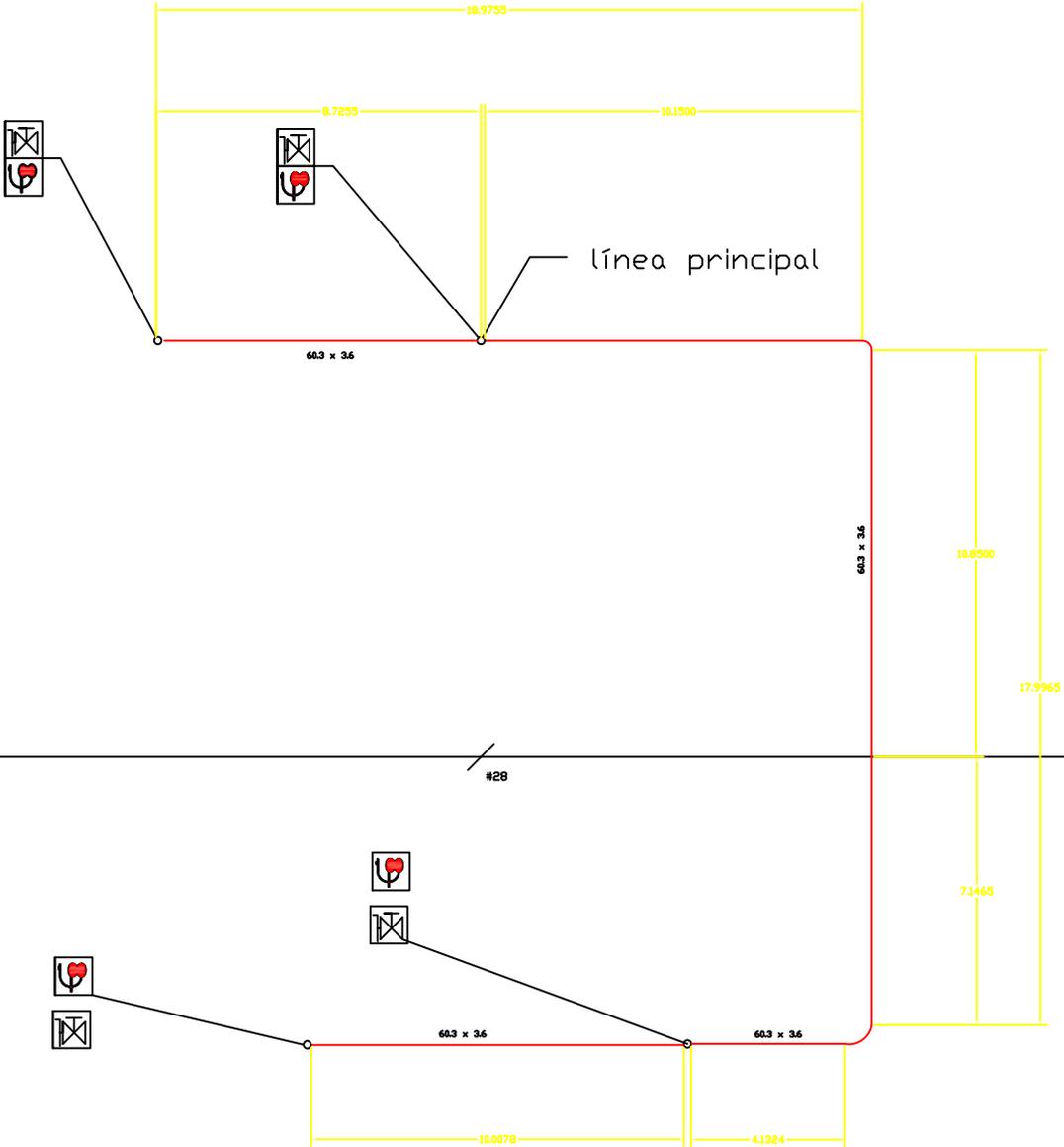
06	MOD6	Dibujado	Fecha	O. F.	ESCALA
05	MOD5	DB			1:5
04	MOD4	Comprobado	Fecha		TAMAÑO
03	MOD3	CM			↻
02	MOD2				
01	MOD1				
MODIFICACIONES					
DOBLE FONDO (BOMBAS)					

PLANO Nº
1

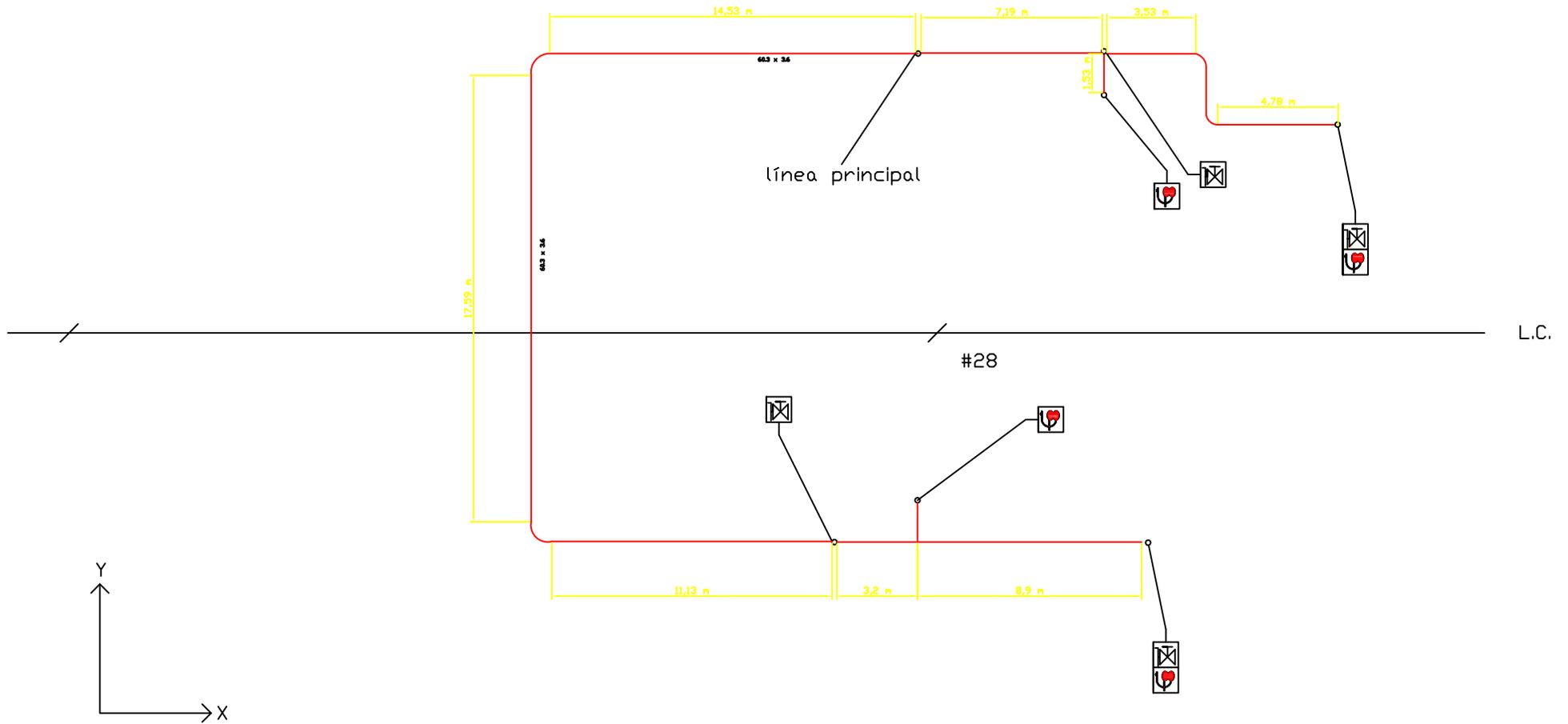
La línea principal pasa por aquí



06	Dibujado	Fecha	O. F.	ESCALA
05	DB			
04	Comprobado	Fecha		TAMANO
03	CM			
02				
01				
MODIFICACIONES				
DOBLE FONDO				PLANO Nº 2



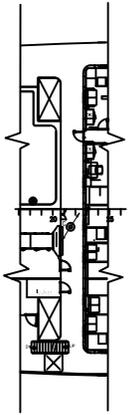
06	MOD6	Dibujado	Fecha	O. F.	ESCALA
05	MOD5	DB			
04	MOD4	Comprobado	Fecha		TAMAÑO
03	MOD3	CM			
02	MOD2				
01	MOD1				
MODIFICACIONES		PRIMERA PLATAFORMA			



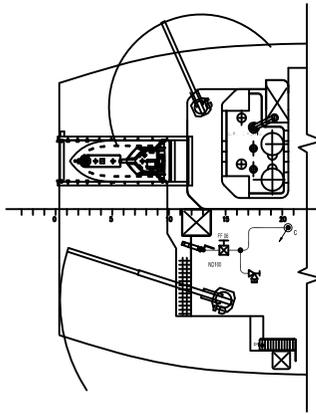
06	MOD6	Dibujado	Fecha	O. F.	ESCALA
05	MOD5	DB			
04	MOD4	Comprobado	Fecha		TAMAÑO
03	MOD3	CM			↻
02	MOD2				
01	MOD1				
MODIFICACIONES		SEGUNDA PLATAFORMA			

REFERENCE DRAWINGS		
No. DRAWING No.	DRAWING TITLE	REV.

1st. CUBIERTA DE ACOMODACIONC



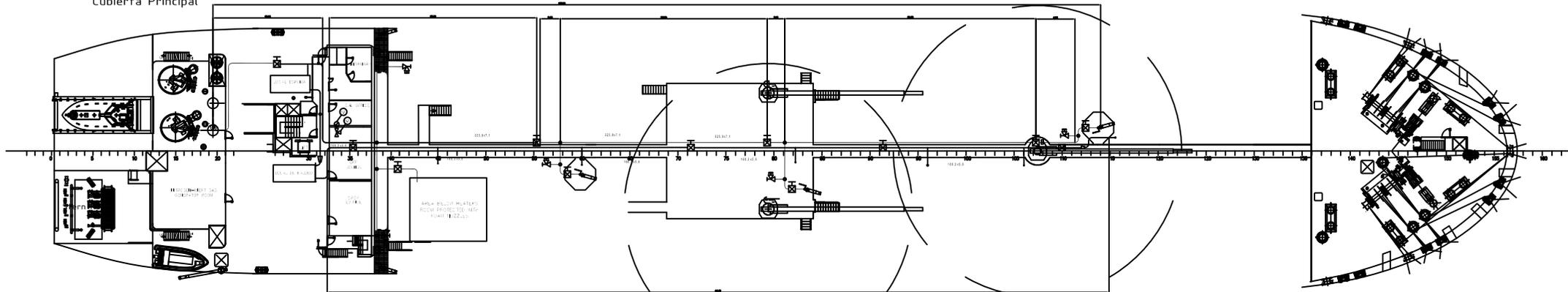
2nd. CUBIERTA DE ACOMODACIÓN



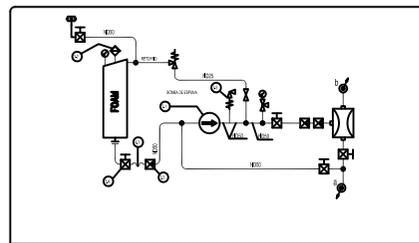
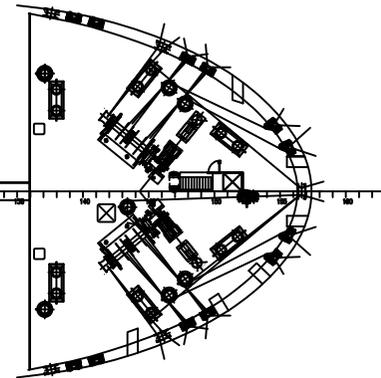
	VALVULA TIPO MARIPOSA DE COMPUESTA
	VALVULA DE MARIPOSA DE ACOMODACIONES HIBRIDAS
	VALVULA DE BOLA
	VALVULA DE RETENCION
	VALVULA DE ACOMODACIONES HIBRIDAS
	PIEZA ANEJO SCREW DOWN CHECK VALVE
	REDUCCION
	PIEZA DE PREDISTRIBUCION
	CONEXION DE MANGUERAS
	REPOLE REBO
	VALVULA DE FUEGO
	TAPON DE OBRERA

ITEM	DESCRIPTION	Qty	DATA SHEET No.
3.1	PRESSURE REL. VALVE	1	5303016
3.2	PRESSURE/VACUUM RELIEF VALVE	1	5303011
3.3	SWING CHECK VALVE	3	5303051
3.4	BUTTERFLY VALVE	3	5303021
3.5	AUTOMATIC AIR VENT VALVE	1	5303017
3.6	CLOSING VALVE 1	1	5303007
4.1	COMPENSATOR	1	5304008
5.1	FOAM PUMP DPVF 10-90	1	5305018
7.1	PROPORTIONER FP-150/40 TYPE BALANCED PRESSURE	1	5307014
11.1	PRESSURE GAUGE C-25 BAR	2	5311004
11.2	VALVE 3-WAY 1/2 IN. MALE X 1/2 IN. FEMALE	2	5311004

Cubierta Principal

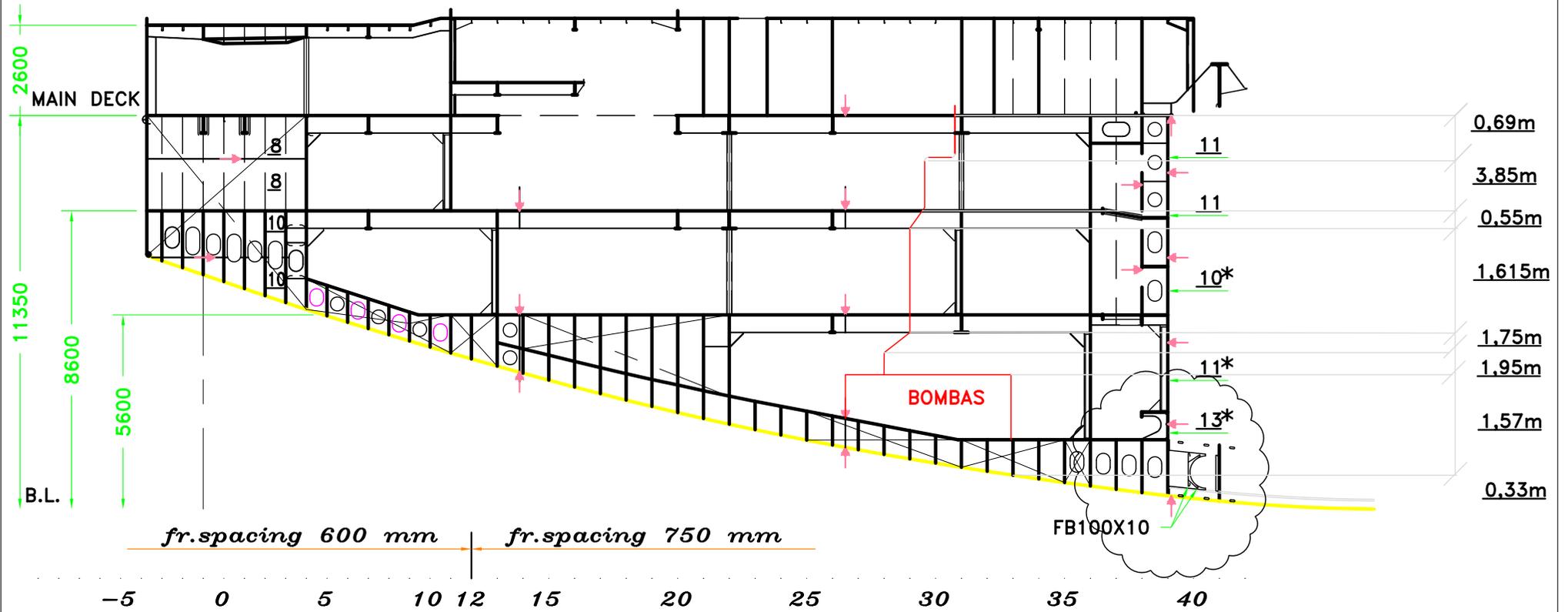


CASTILLO DE PROA



LOCAL DE ESPUMA

MOD 6			
MOD 5			
MOD 4			
MOD 3			
MOD 2			
MOD 1			
MODIFICACIONES	DISPOSICION GENERAL CUBTA		PLANO Nº 5



	Bomba Contraincendios.
	Válvula de compuerta.
	Lanzaespuma.
	Válvula de retención horizontal.
	Carretel con manguera para agua (30 m y 2' diam.).
	Caja con manguera para agua (30 m y 2' diam.)
	Monitor de espuma.
	Acoplamiento flexible.
	Conexión internacional.
	Estrechamiento / Ensanchamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- Normativa SOLAS (Convenio Internacional Seguridad y Vida Humana en el Mar) consolidado en el 2003, Capitulo II-2.
- Reglamentación Sociedad de Clasificación “Bureau Veritas” Part.C Capitulo 4. Rules for the classification of Steel Ship. Abril 2005 con enmienda de Mayo 2006.
- MARPOL.
- Fundamentos y aplicaciones de la Mecánica de fluidos, *Barrero Ripol, Antonio y Perez Saborid*, Editorias Mc-Graw-Hill
- Resistencia de Materiales (EUITN).
- Catalogos bombas, válvulas, etc UNITOR, AZCUE.

UNITOR	Type of document MAINTENANCE INSTRUCTION				Document no. 53-00-003-6-E	
	Issued by DAA	Date of issue 25.03.97	Rev. no. 00	Rev. date 25.03.97	Approved by PKP	Page 1 of 2
System FIXED FOAM	Subject FIXED FOAM SYSTEM				Ref. 53-00-001/2/3	

GENERAL

The Unitor Fixed Foam system is designed with the objective of keeping the maintenance level as low as possible. But some maintenance will always be required. The following inspection and maintenance will be recommended annually.

INSTRUCTION

1. Foam central

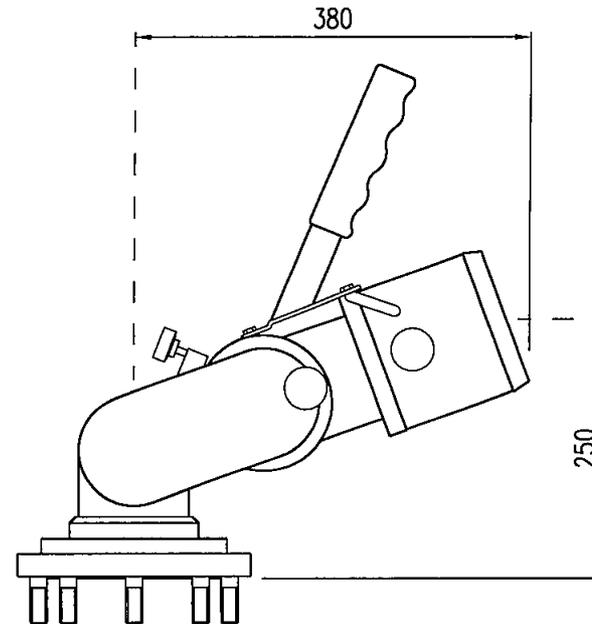
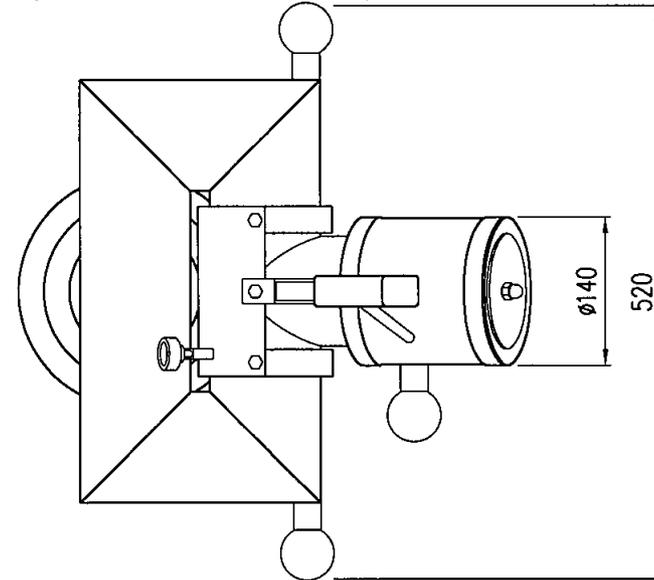
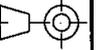
- 1.1 Check the foam liquid tank visually for any damages or leakage.
- 1.2 Check the function of the pressure/vacume valve by pressing the knob on the top of the valve. Make sure that it moves up and down.
- 1.3 Check the level of foam concentrate. Refill if required (see doc.53-12-990-3-E)
- 1.4 Check the function of the liquid level indicator. Make sure that the needle on the indicator corresponds to the level in the foam liquid tank.
- 1.5 Inspect the main foam valve for visible damage.
- 1.6 Inspect the rubber compensator for damage and leakage.
- 1.7 Send 2.5l sample of foam concentrate to the nearest Unitor office for testing. Damaged foam concentrate must be replaced. Make sure to use a clean bottle for the sample.
- 1.8 Inspect the pressure gauge for visible damage and the function of the ball valve. Lubricate the valve if necessary.
- 1.9 Start the foam pump for two (2) seconds, to make sure that it works (no electrical failure, correct rotation). Do not run the pump for a longer period in dry condition, this will cause damage to the pump.
- 1.10 Check the valve and pressure relief valve on the return line.
- 1.11 Inspect the proportioner for damage.
Check that the adjustment screw is set to correct mixing ratio.
- 1.12 Check the function of all selection valves and lubricate if required.

UNITOR	Type of document MAINTENANCE INSTRUCTION				Document no. 53-00-003-6-E	
	Issued by DAA	Date of issue 25.03.97	Rev. no. 00	Rev. date 25.03.97	Approved by PKP 	Page 2 of 2
System FIXED FOAM	Subject FIXED FOAM SYSTEM				Ref. 53-00-001/2/3	

2. Protected area

- 2.1 Inspect piping and all valves visually for damage.
Repair or replace if required.
- 2.2 Check movability of monitors (elevation and rotation).

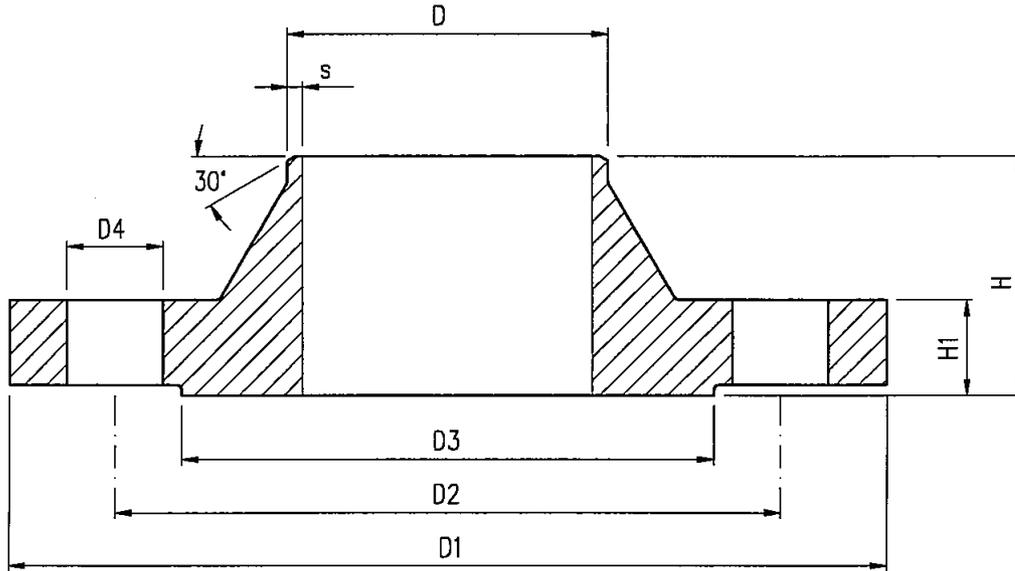
The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



TYPE : FJM-100
 MATERIAL : STAINLESS STEEL AISI 316 AND BRONZE
 SURFACE TREATMENT : PRIMER AND EPOXY COATING
 COLOUR : RED RAL 3000
 OPERATION : MANUAL
 MAX ELEVATION : $-60^{\circ} - +90^{\circ}$
 ROTATION : 360°
 MAX CAPACITY : 5000 L/MIN
 MAX WORKING PRESSURE : 16 BAR
 BASE FLANGE CONNECTION : DN 100, DIN, PN 16/JIS, 10K
 WEIGHT : 22 KG

Product no. 596668	03	Drawn by/date ILS 12.10.98	Drawn by/date ILS 01.08.94	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component MONITOR FJM-100 DIN/JIS TYPE FOG/JET, MANUAL OPERATED	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date DAA 12.10.98	Issued by/date FDA 01.08.94			
		Approved by/date SHL 12.10.98	Approved by/date PKP 01.08.94			

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.

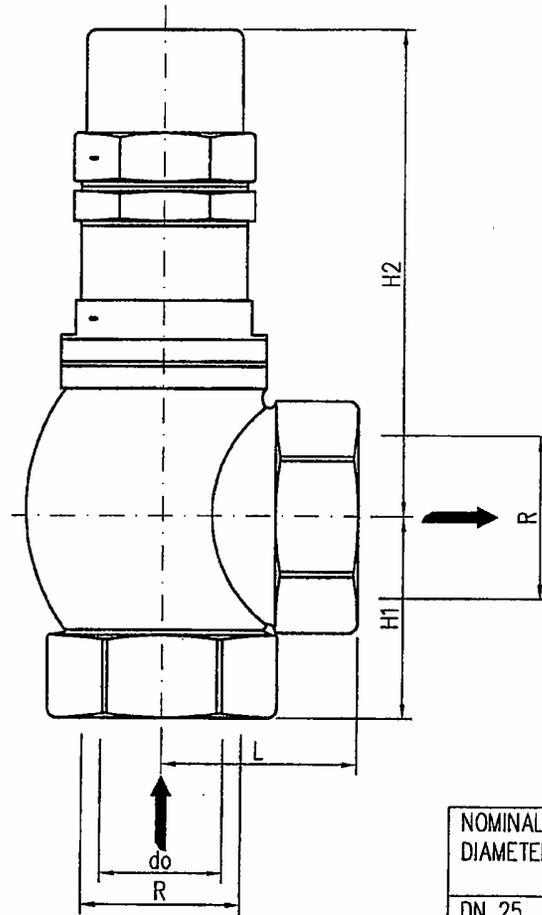


WELDING NECK FLANGES	D	D1	D2	D3	D4	H	H1	s	NO OF BOLT HOLES	WEIGHT KG	PROD NO
DN 25	ø33.7	ø115	ø85	ø68	ø14	38	16	2.6	4	1.14	605733
DN 32	ø42.4	ø140	ø100	ø78	ø18	40	16	2.6	4	1.69	605725
DN 40	ø48.3	ø150	ø110	ø88	ø18	42	16	2.6	4	1.86	605717
DN 50	ø60.3	ø165	ø125	ø102	ø18	45	18	2.9	4	2.53	605709
DN 65	ø76.1	ø185	ø145	ø122	ø18	45	18	2.9	4	3.06	605691
DN 80	ø88.9	ø200	ø160	ø138	ø18	50	20	3.2	8	3.70	605683
DN 100	ø114.3	ø220	ø180	ø158	ø18	52	20	3.6	8	4.62	605675
DN 125	ø139.7	ø250	ø210	ø188	ø18	55	22	4.0	8	6.30	605659
DN 150	ø168.3	ø280	ø240	ø212	ø22	55	22	4.5	8	7.75	605642
DN 200	ø219.1	ø340	ø295	ø268	ø22	62	24	6.3	12	11.00	605667
DN 250	ø273.0	ø405	ø355	ø320	ø26	70	26	6.3	12	15.60	605634
DN 300	ø323.9	ø460	ø410	ø378	ø26	78	28	7.1	12	22.00	605626

MATERIAL : STEEL, RSt 37-2
 STANDARD : DIN 2633
 PRESSURE CLASS : PN 16

Product no. SEE TABLE UNITOR	03 Rev. no.	Drawn by/date [Signature] 29.02.96	ORIGINAL	Drawn by/date DS 14.07.86	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component FLANGE PN 16, DIN 2633	DATA SHEET Data sheet no. 53-04-005
		Issued by/date [Signature] 29.02.96		Issued by/date DS 14.07.86			
		Approved by/date [Signature] 29.02.96		Approved by/date 14.07.86			

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.

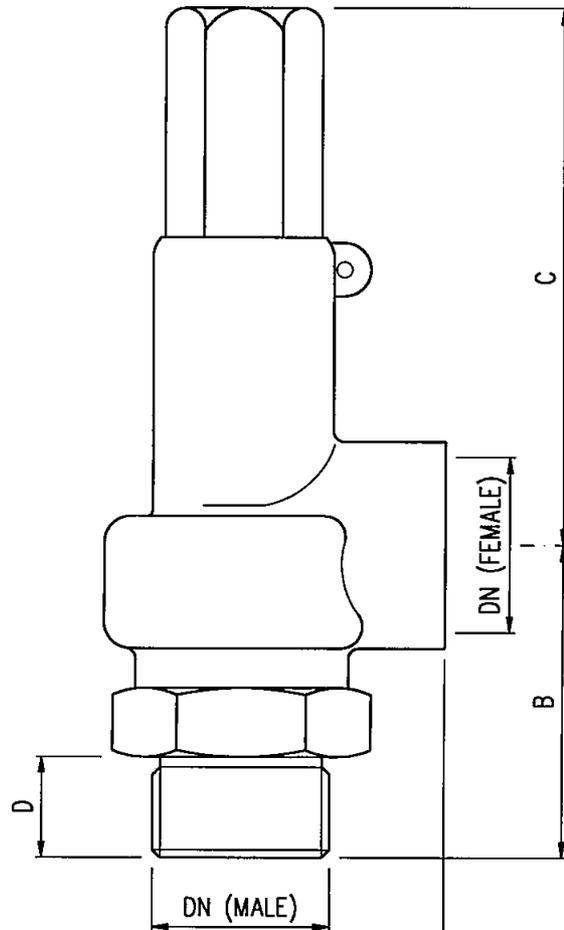
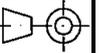


■ THE VALVE SHOULD BE MOUNTED WITH THE BODY IN A VERTICAL POSITION TO ENSURE THAT THE VALVE RESEATS CORRECTLY.

MATERIAL : BODY: BRONZE
 SEAT: PTFE (618T)
 PERBUNAN (619E)
 SPRING: DIN X12CrNi17-7 Mat.No.: 1.4310 (AISI 301)
 PRESSURE CLASS : PN 25

NOMINAL DIAMETER	CONNECTION (R) BSP (FEMALE)	TYPE	L	H1	H2	do	SET PRESSURE BAR	WEIGHT KG	PROD NO
DN 25	1"	619E	40	41	95	25	10.5	1.0	738237
DN 25	1"	618T	40	41	95	25	13.5	1.0	738245
DN 40	1 1/2"	619E	50	51	135	38	10.5	2.3	738252
DN 40	1 1/2"	618T	50	51	135	38	13.5	2.3	738260
DN 50	2"	619E	60	60	140	50	10.5	3.3	738278
DN 50	2"	618T	60	60	140	50	13.5	3.3	738286

Product no. SEE TABLE	00	Drawn by/date JW JYU 22.08.06	Drawn by/date JYU 22.08.06	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date DMO 22.08.06	Issued by/date DMO 22.08.06	UNITOR FIXED FOAM AND WATER-BASED SYSTEMS	PRESSURE RELIEF VALVE DN 25, 40 AND 50	
		Approved by/date DAA 22.08.06	Approved by/date DAA 22.08.06			



■ THE VALVE SHOULD BE MOUNTED WITH THE BODY IN A VERTICAL POSITION TO ENSURE THAT THE VALVE RESEATS CORRECTLY.

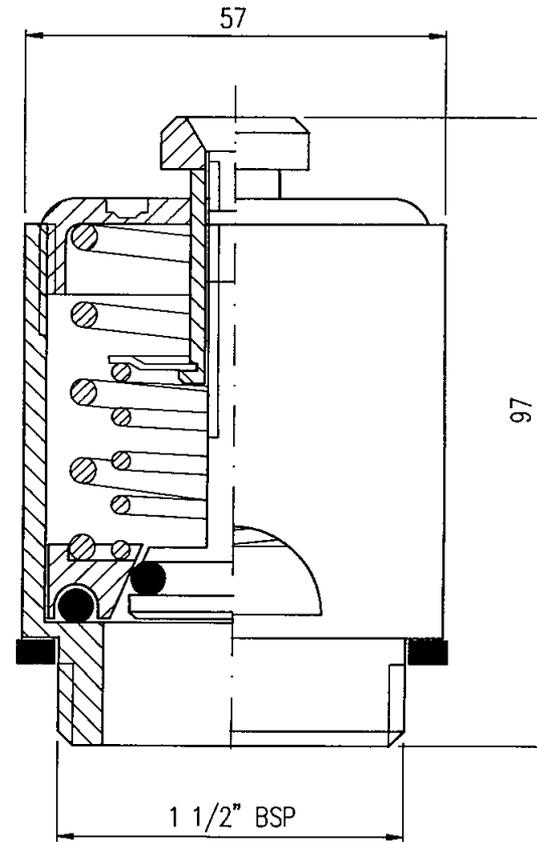
NOMINAL DIAMETER	CONNECTION BSP	A	B	C	D	SET PRESSURE	WEIGHT	PROD NO
						BAR	KG	
DN 25	1"	38	59	101	19	10.5	1.0	613810
DN 25	1"	38	59	101	19	13.5	1.0	613811
DN 40	1 1/2"	52	80	117	24	10.5	2.5	613812
DN 40	1 1/2"	52	80	117	24	13.5	2.5	613813
DN 50	2"	62	92	122	28	10.5	3.0	613814
DN 50	2"	62	92	122	28	13.5	3.0	613815

MATERIAL : BODY: BRONZE
SEAT: PTFE
CAP: BRASS
PRESSURE CLASS : PN 25



Product no. SEE TABLE	00	Drawn by/date ILS 10.12.97	Drawn by/date ILS 10.12.97	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date AST 10.12.97	Issued by/date AST 10.12.97	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	PRESSURE RELIEF VALVE DN 25, 40 AND 50	
		Approved by/date GFR 10.12.97	Approved by/date GFR 10.12.97			53-03-016
		ORIGINAL				

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



TYPE : BMK,1 1/2" TWINACT
 MATERIAL : STAINLESS STEEL, AISI 316
 OPERATION : AUTOMATIC
 PRESSURE SETTING : 0.21 BAR
 VACUUM SETTING : 25.4 MM Hg
 CONNECTION : 1 1/2" BSP MALE
 WEIGHT : 0.64 KG

EDP NO. 546531
UNITOR
 Unitor Ships Service AS

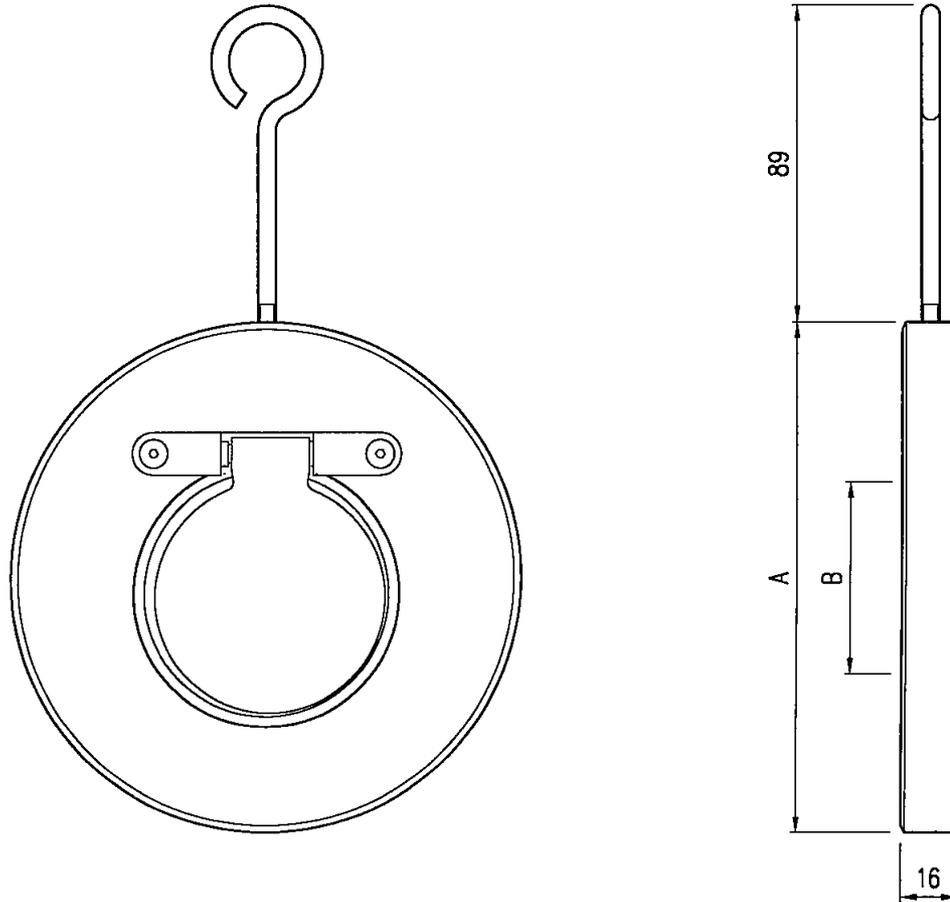
Rev. no. 03
 Drawn by/date: *78* 10.01.90
 Issued by/date: *78* 10.01.90
 Approved by/date: *78* 10.01.90

ORIGINAL
 Drawn by/date: D.S. 27.05.86
 Issued by/date: D.S. 27.05.86
 Approved by/date: 27.05.86

System
 UNITOR FIXED FOAM
 FIRE FIGHTING SYSTEM

Component
 PRESSURE/VACUUM RELIEF VALVE
 1 1/2"

DATA SHEET
 Data sheet no.
 53-03-011



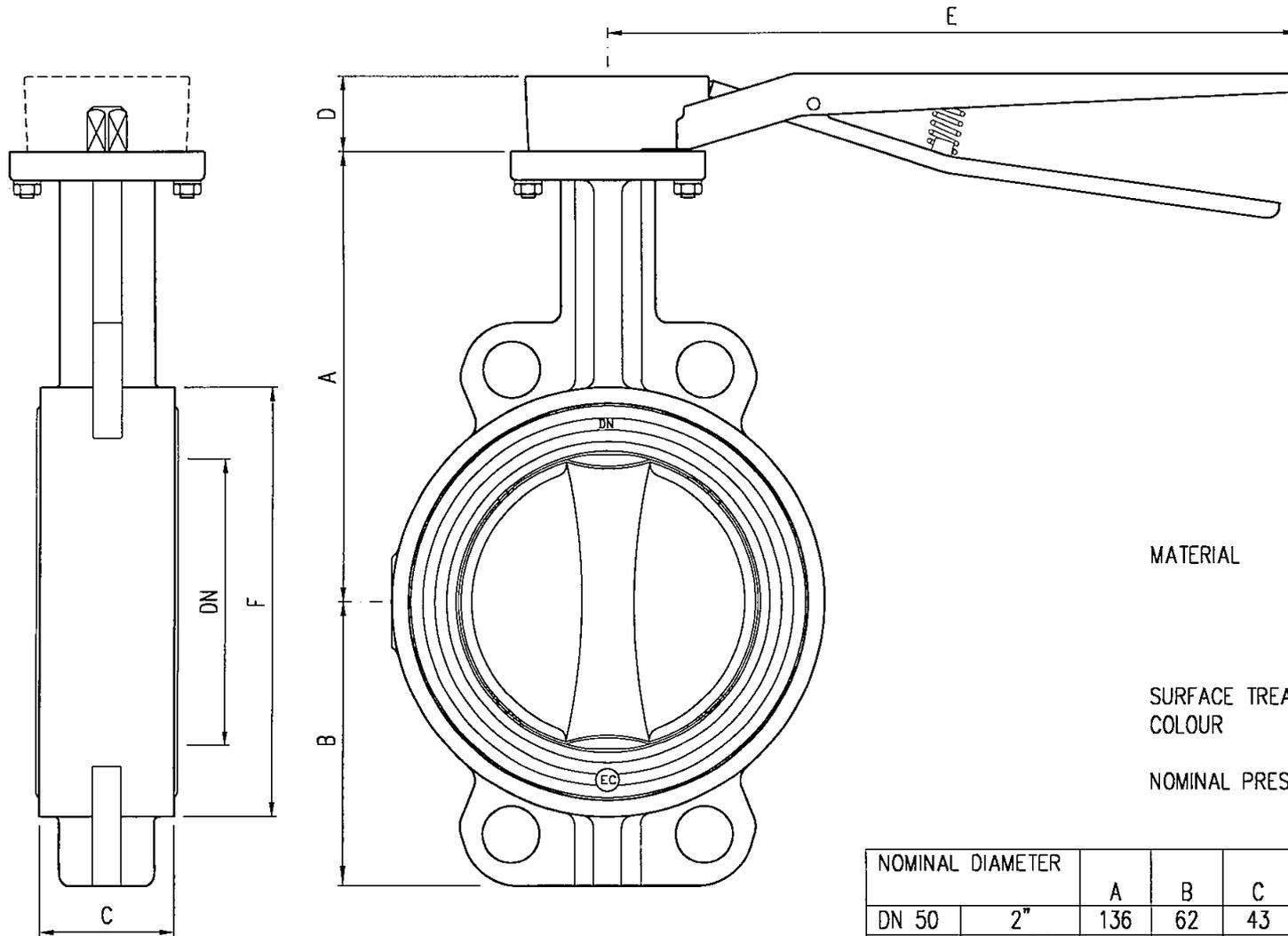
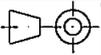
MATERIAL : BODY AND DISC: ALUMINIUM BRONZE
 HOLDING SHAFT: STAINLESS STEEL
 GASKET: NITRILE
 PRESSURE CLASS : PN 16

NOMINAL DIAMETER	A	B	WEIGHT KC	PROD NO
DN 50	Ø109	Ø32	1.0	607982
DN 80	Ø144	Ø54	1.8	607983

Product no. SEE TABLE	01	Drawn by/date ILS 16.04.99 Issued by/date DAA 16.04.99 Approved by/date SHL 16.04.99	ORIGINAL Drawn by/date ILS 11.08.97 Issued by/date AST 11.08.97 Approved by/date ALO 11.08.97	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component SWING CHECK VALVE DIN FLANGE, PN 16	DATA SHEET Data sheet no. 53-03-051
--------------------------	----	---	---	---	---	---

UNITOR

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



MATERIAL : BODY: CAST IRON
 DISC: ALUMINIUM BRONZE
 SHAFT: STAINLESS STEEL
 SEALS: EPDM
 LEVER: DUCTILE IRON

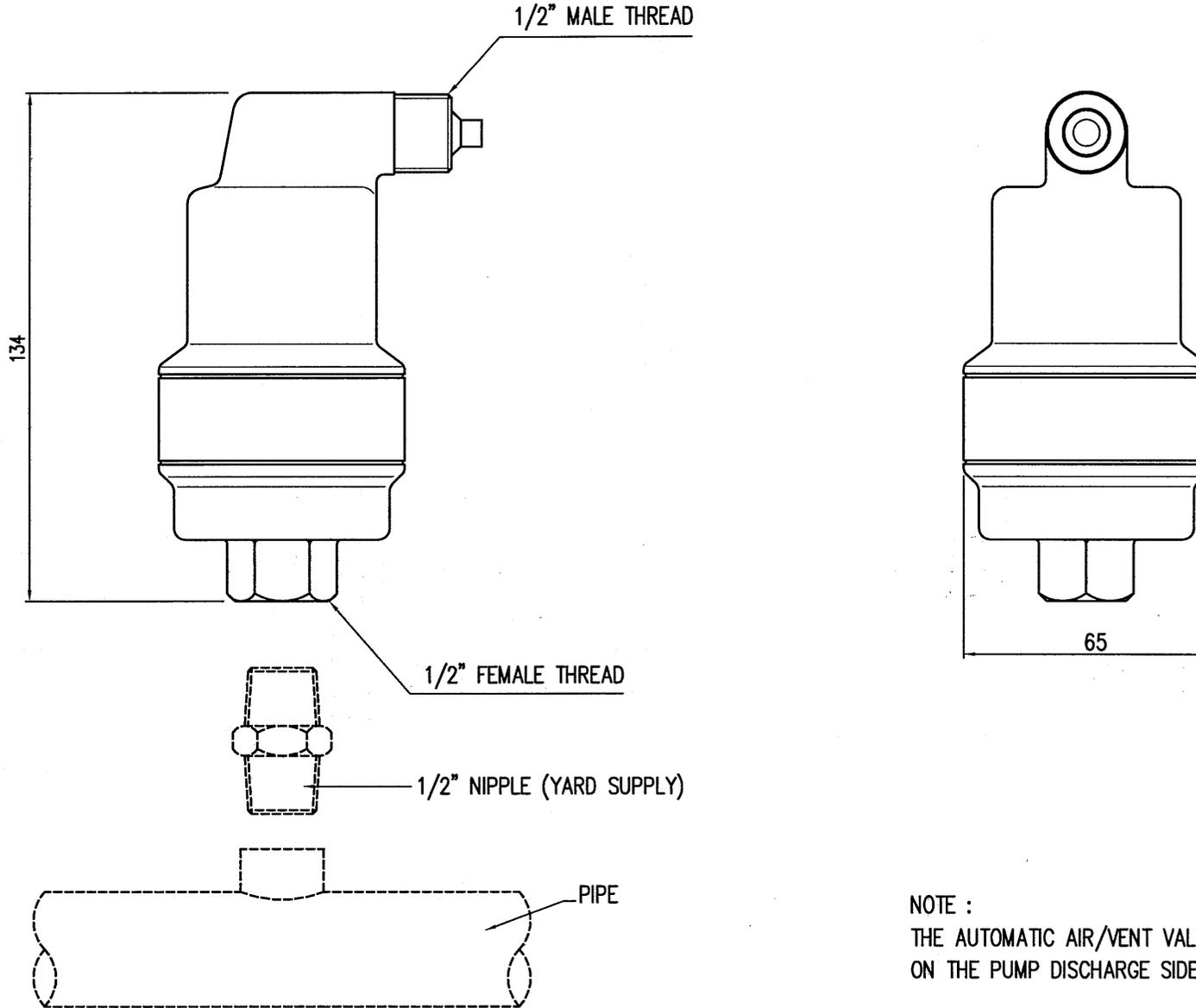
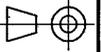
SURFACE TREATMENT : POLYESTER, EPOXY
 COLOUR : VALVE: BLUE, RAL 5017
 LEVER: BLACK, RAL 9005

NOMINAL PRESSURE : PN 16

NOMINAL DIAMETER		A	B	C	D	E	F	WEIGHT KG	PROD NO
DN 50	2"	136	62	43	32	200	Ø94	4.5	607850
DN 65	2 1/2"	145	70	46	32	200	Ø112	5.0	607851
DN 80	3"	151	89	46	32	200	Ø125	5.0	607852
DN 100	4"	175	106	52	32	200	Ø152	7.0	607853
DN 125	5"	190	120	56	32	200	Ø182	9.0	607854
DN 150	6"	203	132	56	32	200	Ø208	10.0	607855

Product no. SEE TABLE	01	Drawn by/date NJO 04.04.00	Drawn by/date ILS 11.08.97	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date SOP 04.04.00	Issued by/date AST 11.08.97	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	BUTTERFLY VALVE, DN 50 – 150, MANUAL DIN, PN 16, WITH HAND LEVER	
		Approved by/date DAA 04.04.00	Approved by/date ALO 11.08.97			53-03-021

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



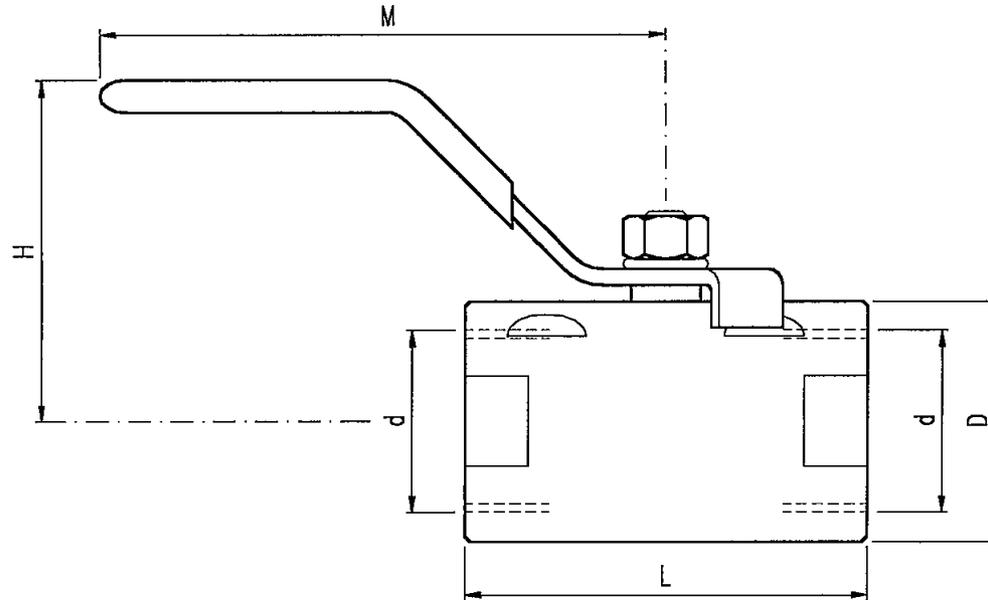
MAX PRESSURE: 25 BAR
 MAX TEMP.: 200°C
 MATERIALS: BRASS
 WEIGT: 0.8 KG

NOTE :
 THE AUTOMATIC AIR/VENT VALVE IS TO BE INSTALLED
 ON THE PUMP DISCHARGE SIDE.

Product no. 672089	01	Drawn by/date JM JYU 25.03.05 Issued by/date DMO 25.03.05 Approved by/date DAA 25.03.05	ORIGINAL	Drawn by/date RMC 25.05.00 Issued by/date SOP 25.05.00 Approved by/date ALO 25.05.00	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component AUTOMATIC AIR/VENT VALVE DN15	DATA SHEET
							Data sheet no. 53-03-017

UNITOR

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



MATERIAL : HOUSING: AISI 316
 PACKING: PTFE
 HANDLE: AISI 303

d	D	L	H	M	WEIGHT KG	EDP NO.
3/4"	35	67	58	108	0.5	589291
1"	45	76	64	107	0.7	589309
2"	83	112	85	178	1.1	589317

KYOCERA LASERSYSTEMS

EDP NO. SEE TABLE
UNITOR

Rev. no.	00	Drawn by/date <i>A.M.J.</i> 01.06.92
		Issued by/date <i>P.K.P.</i> 01.06.92
		Approved by/date <i>P.K.P.</i> 01.06.92

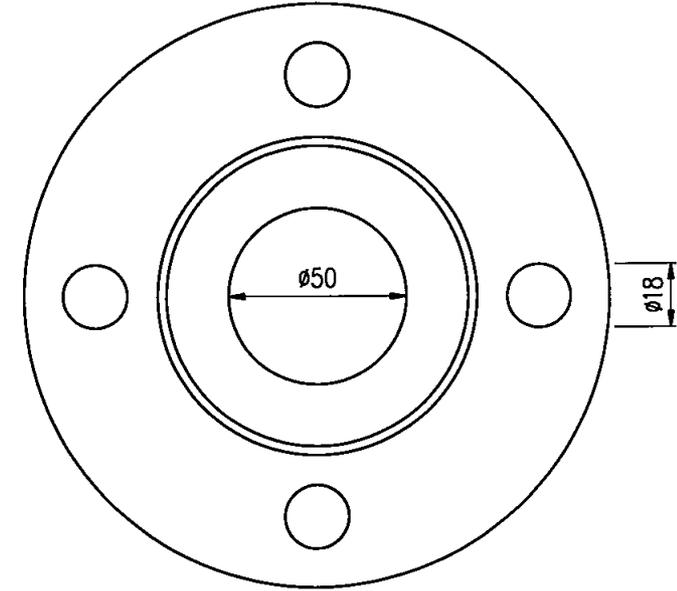
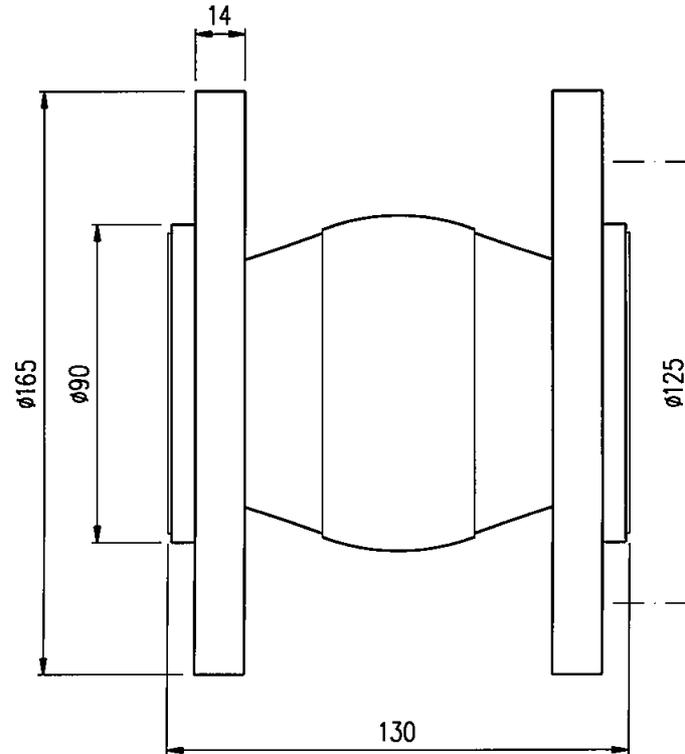
ORIGINAL	Drawn by/date A.M.J. 01.06.92
	Issued by/date P.K.P. 01.06.92
	Approved by/date P.K.P. 01.06.92

System
 UNITOR NITROGEN
 INERT GAS SYSTEM

Component
 CLOSING VALVE

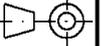
DATA SHEET
 Data sheet no.
 63-03-007

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



TYPE : TEGUFLEX YELLOW LABEL
 MATERIAL : FLANGES: STEEL
 INNER TUBE: NITRILE
 OUTER TUBE: NEOPRENE
 REINFORCED WITH NYLON CORD
 SURFACE TREATMENT : FLANGES: ZINC PLATED
 OPERATING PRESSURE : 16 BAR
 TEMPERATURE : MAX 90 °C
 CERTIFICATES : DNV, LLOYDS, GL AND ABS
 WEIGHT : 3.5 KG

Product no. 606237	00	Drawn by/date [Signature] 09.09.96	ORIGINAL	Drawn by/date ILS 09.09.96	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date [Signature] 09.09.96		Issued by/date DAA 09.09.96	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	COMPENSATOR DN 50, PN 16 APPROVED TYPE	
		Approved by/date [Signature] 09.09.96		Approved by/date PKP 09.09.96			53-04-008



■ FLOW DIRECTION IS INDICATED BY AN ARROW ON THE FOOT PLATE.

MATERIAL : IMPELLER, DIFFUSER, SLEEVE,
PUMP FOOT, TOP PLATE:
STAINLESS STEEL AISI 304
FOOT PLATE, TOP BRACKET: CAST IRON
SHAFT: STAINLESS STEEL AISI 303

SURFACE TREATMENT : FOOT PLATE: POWDER COATING
MOTOR BRACKET: GH 2 K

COLOUR : BLUE, RAL 5010

VOLTAGE : 3 x: 440 V, 60 Hz

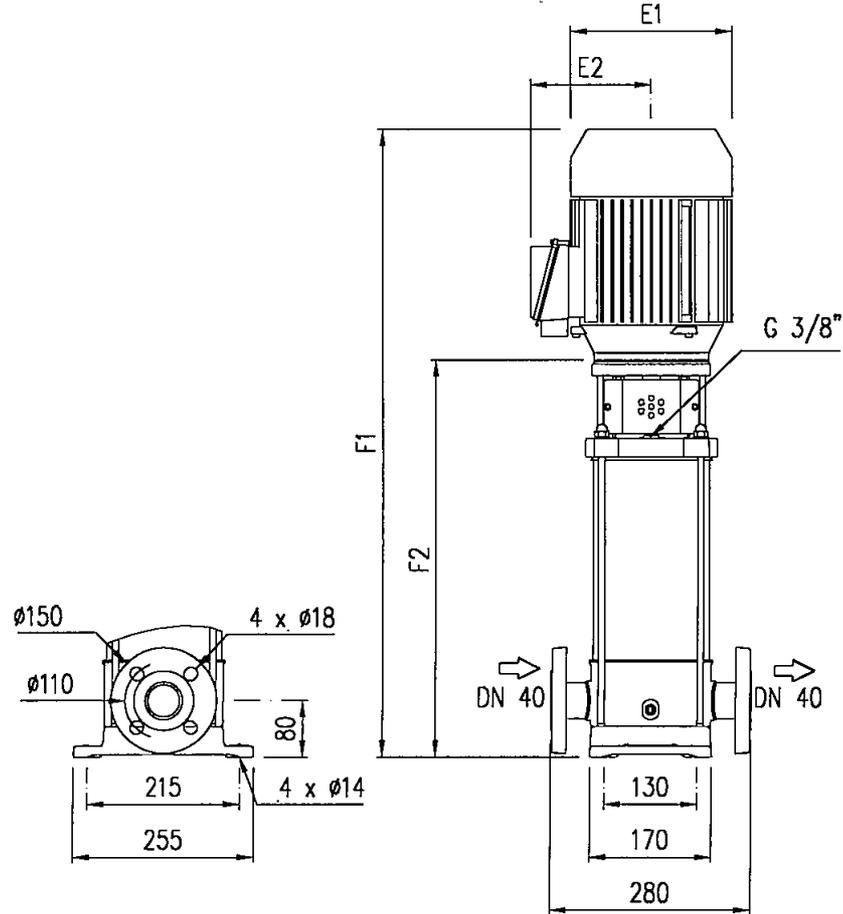
MOTOR HEATING : INCLUDED, 220/240 V,
5.5 & 7.5 kW: 26 W
11 kW: 40 W

MOTOR FLANGE : B5/V1

STANDARD : FLANGE: DIN 2534

DEGREE OF PROTECTION: IP 55

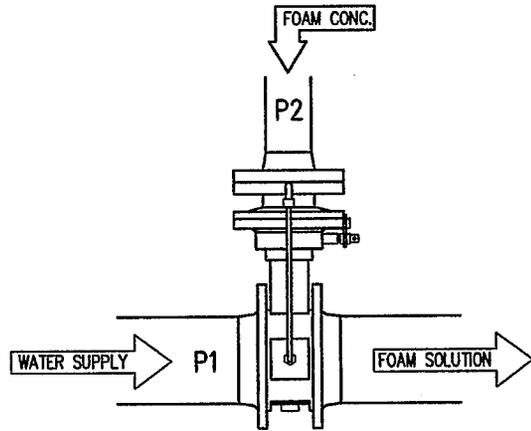
INSULATION CLASS : F



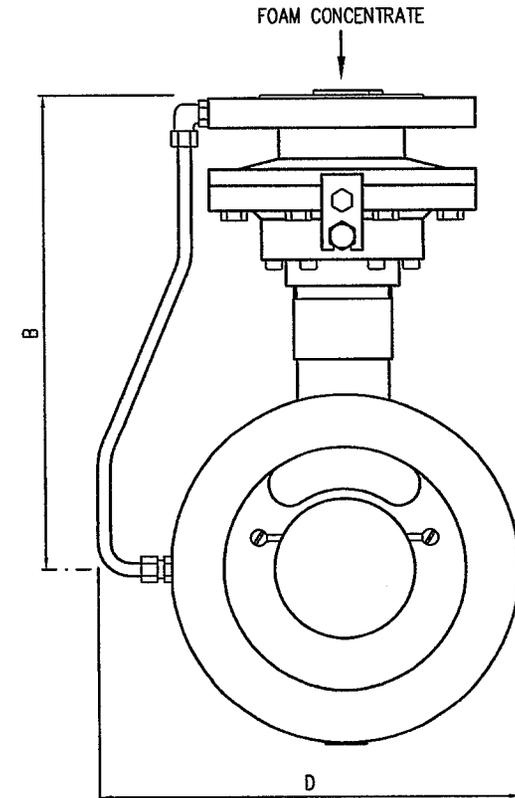
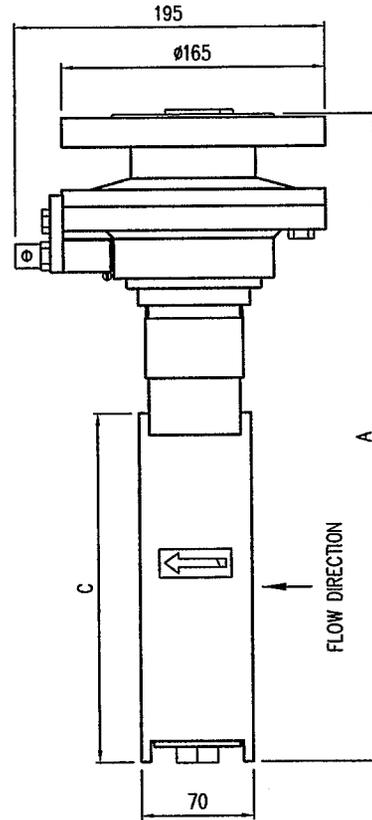
PUMP TYPE	ELECTRICAL DATA					DIMENSION				WEIGHT	PROD NO
	MOTOR	NOMINAL CURRENT	MOTOR EFFICIENCY	POWER FACTOR	CABLE GLAND	E1	E2	F1	F2		
	kW	A _{1/1}	η _{1/1} %	COS φ _{1/1}	PG					KG	
DPVF 10-60	5.5	11.4	84	0.93	21	264	179	800	440	53	623694
DPVF 10-70	5.5	11.4	84	0.93	21	264	179	837	477	60	623702
DPVF 10-90	7.5	14.27	83	0.92	21	264	179	931	531	70	623710
DPVF 10-100	11.0	21.8	86	0.85	29	315	210	1068	558	148	623678
DPVF 10-140	11.0	21.8	86	0.85	29	315	210	1196	686	149	623686

Product no. SEE TABLE	00	Drawn by/date ILS 12.02.99	Drawn by/date ILS 12.02.99	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component FOAM LIQUID PUMP DPVF 10 3 x 440 V, 60 Hz	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date AS, AST 12.02.99	Issued by/date AST 12.02.99			
		Approved by/date DAA 12.02.99	Approved by/date DAA 12.02.99			

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



THE FOAM CONCENTRATE PRESSURE P2 MUST EXCEED THE WATER PRESSURE P1 BY AT LEAST 1 BAR.

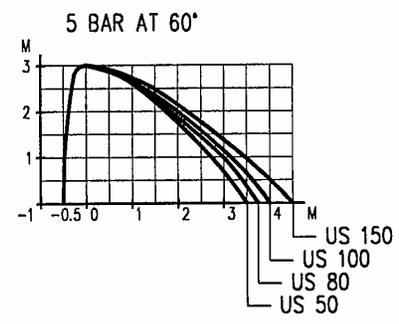
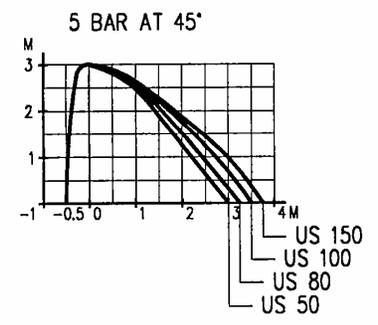
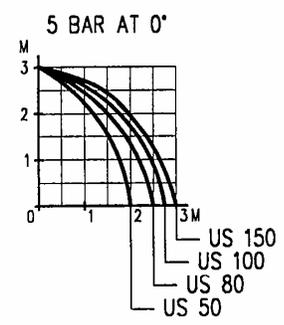
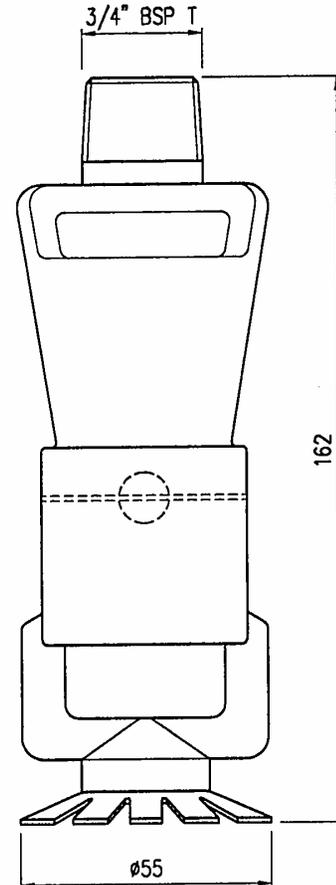


- MATERIAL : FOAM LIQUID SIDE: STAINLESS STEEL AISI 316
 WATER SIDE: BRONZE
 ORIFICE: POLYPROPYLENE
- FLANGE CONNECTION : WATER LINE PP-100/50: DN 100, PN 16
 WATER LINE PP-150/50: DN 150, PN 16
 FOAM LINE: DN 50, DIN 2633, PN 16
- FOAM LIQUID PRESSURE : MIN 1 BAR HIGHER THAN WATER PRESSURE
 PROPORTIONING RATIO : 1 - 6%, ADJUSTABLE
 DESIGN PRESSURE : 16 BAR
 TEST PRESSURE : 24 BAR

TYPE	A	B	C	D	WATER CAPACITY L/MIN		PRESSURE LOSS BAR	WEIGHT KG	PROD NO
					MIN	MAX			
PP-100/50	350	271	ø157	~220	770	4900	0.00019 x L/MIN	20	596684
PP-150/50	400	297	ø216	~275	1500	9800	0.000096 x L/MIN	25	596692

Product no. SEE TABLE	04	Drawn by/date TYUJYU 24.02.04	ORIGINAL	Drawn by/date ILS 01.08.94	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component BALANCED PRESSURE PROPORTIONER PP DN 100 - 150	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date DMO 24.02.04	APPROVED	Issued by/date FDA 01.08.94		Data sheet no. 53-07-014	
		Approved by/date DMO 24.02.04		Approved by/date PKP 01.08.94			

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.

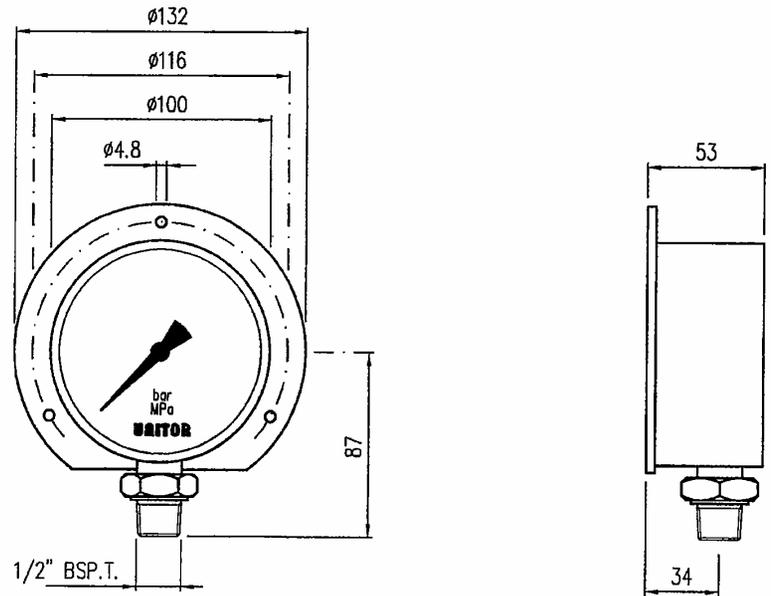


MATERIAL : BRONZE ALUMINIUM ALLOY
 EXPANSION RATIO : 5 : 1
 SPRAY ANGLE : ~100°
 WEIGHT : 0.65 KG

TYPE	CODE	NOZZLE DIA	FLOW RATES AT DIFFERENT PRESSURE VALUES					PROD NO
			3 BAR: L/MIN	5 BAR: L/MIN	6 BAR: L/MIN	7 BAR: L/MIN	8 BAR: L/MIN	
US 50	RFV 2388 T52	ø6.25	38.7	50.0	54.8	59.2	63.3	613742
US 80	RFV 2621 T52	ø8.5	62.0	80.0	87.6	94.7	101.3	613743
US 100	RFV 2775 T52	ø9.0	77.5	100.0	109.6	118.3	126.5	613744
US 150	RFV 3116 T52	ø10.5	116.2	150.0	164.3	177.5	189.7	613745

Product no. SEE TABLE	02	Drawn by/date ILS 12.02.99	ORIGINAL	Drawn by/date ILS 02.03.98	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component FOAM SPRAY NOZZLE TYPE US	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date AST 12.02.99		Issued by/date DAA 02.03.98			Data sheet no. 53-09-054
		Approved by/date DAA 12.02.99		Approved by/date GFR 02.03.98			

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.

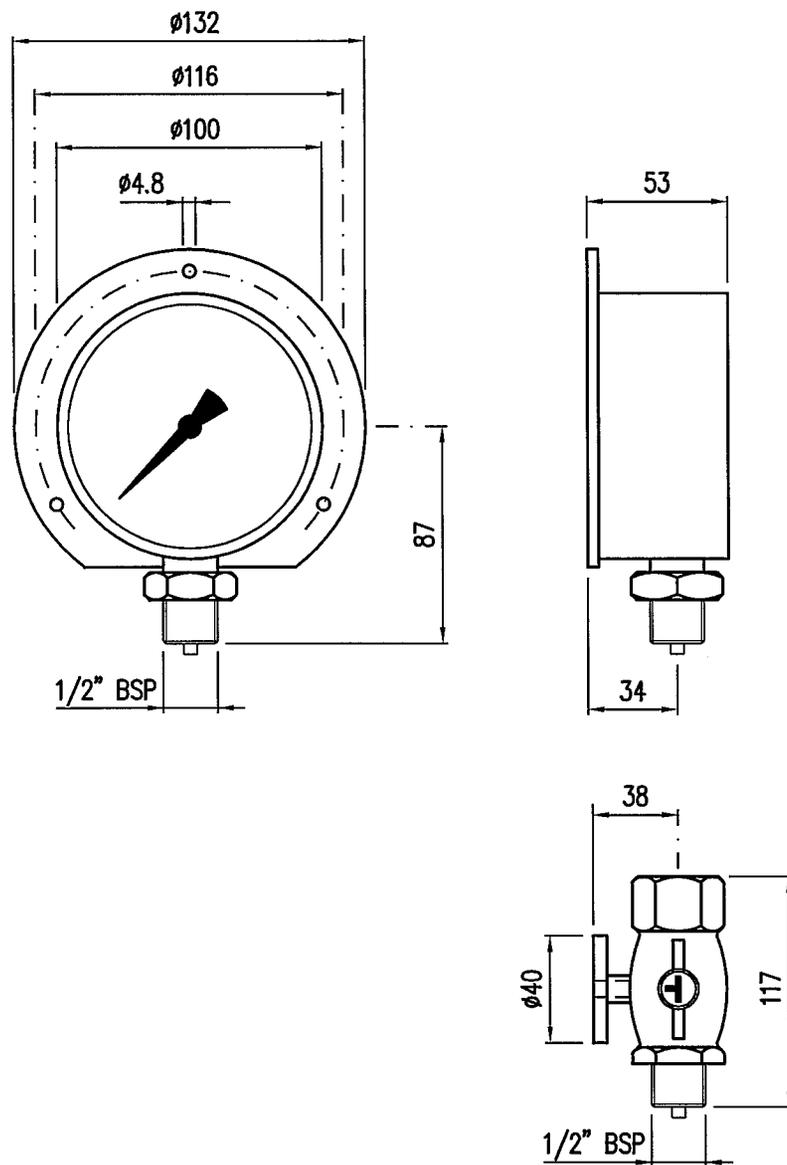


ACCURACY : ±1.6% OF FULL SCALE DEFLECTION
 TEMPERATURE : +60°C (MAX)
 SCALE READING : 0 - 25 BAR & 0 - 2.5 MPa
 INLET PRESSURE CONNECTION : 1/2 " BSP.T. MALE
 MATERIAL : HOUSING : STAINLESS STEEL
 BODY & CONNECTION : BRASS
 WEIGHT : 0,6 KG
 MISC : GLYCERINE FILLED

■ NOTE:
 THE 3-WAY VALVE FOR PRESSURE GAUGE TO BE ORDERED SEPARATELY.
 REF. DATASHEET NO.53-03-061

Product no. 720144	03	Drawn by/date JYU 17.08.06 Issued by/date DMO 17.08.06 Approved by/date DAA 17.08.06	ORIGINAL Drawn by/date JYU 01.04.04 Issued by/date DMO 01.04.04 Approved by/date DMO 01.04.04	System UNITOR FIXED FOAM AND WATER-BASED SYSTEMS	Component PRESSURE GAUGE 0-25 BAR / 0-2.5 MPa	DATA SHEET Data sheet no. 53-11-006

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.

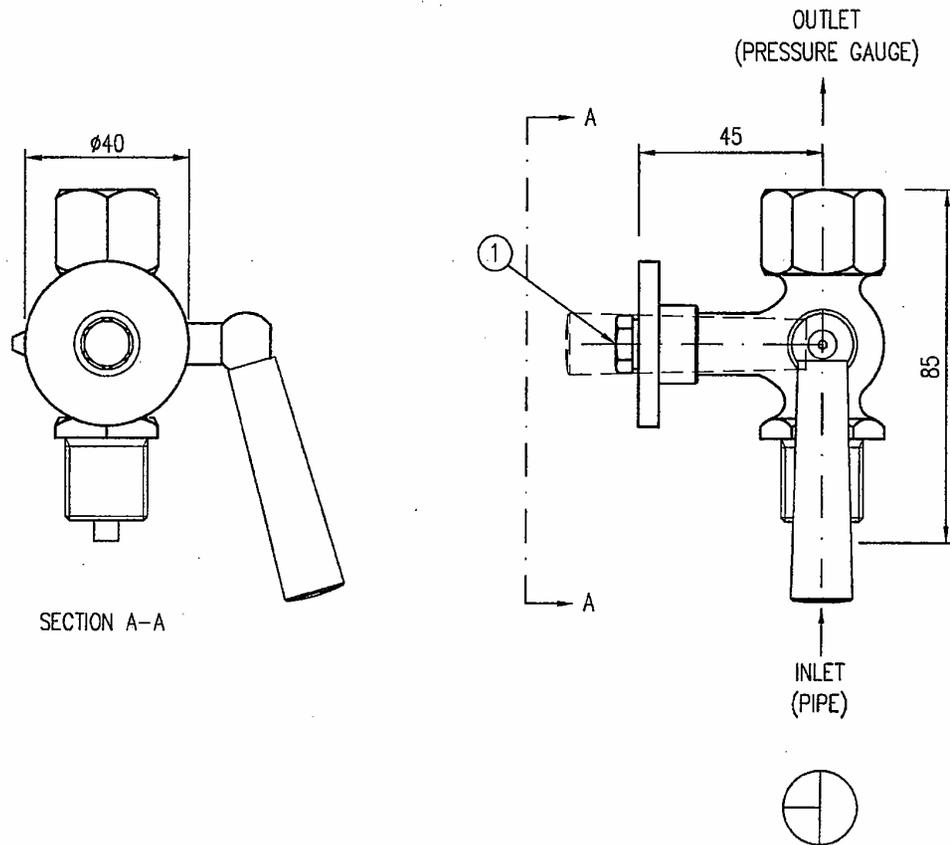


MATERIAL : BRASS/STAINLESS STEEL
 WEIGHT : 0,6 KG

DESCRIPTION	PRESSURE RANGE	PROD NO
GAUGE W BAR RANGE	0-25 BAR	564740
GAUGE W MPa SCALE	0-2.5 MPa	607804
VALVE	-	564732

Product no. SEE TABLE	05	Drawn by/date MAIMA 07.08.03	Drawn by/date DS 17.06.87	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date SOP 07.08.03	Issued by/date DS 17.06.87	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	PRESSURE GAUGE WITH VALVE	
		Approved by/date DAA 07.08.03	Approved by/date 17.06.87			53-11-004
		ORIGINAL				

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



■ ITEM 1, SCREW M8, TO BE DISMANTLED AFTER INSTALLATION.

MATERIAL : BRASS
 PRESSURE RATING : PN 16
 CONNECTION OUTLET : 1/2" BSP FEMALE
 INTLET : 1/2" BSP MALE
 WEIGHT : ~0.5 KG

Product no. 740290	00	Drawn by/date Jm JYU 23.08.06	Drawn by/date JYU 23.08.06	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no. 00	Issued by/date DMO 23.08.06	Issued by/date DMO 23.08.06	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	VALVE 3-WAY 1/2" FOR PRESSURE GAUGE, PN 16	Data sheet no.
		Approved by/date DAA 23.08.06	Approved by/date DAA 23.08.06			53-03-061
		ORIGINAL				



TYPE : UNIVERSAL (ALCOHOL RESISTANT)

APPLICATION : FOR FIRES OF POLAR SOLVENTS AS WELL AS OF HYDROCARBONS AND MIXTURES OF BOTH.

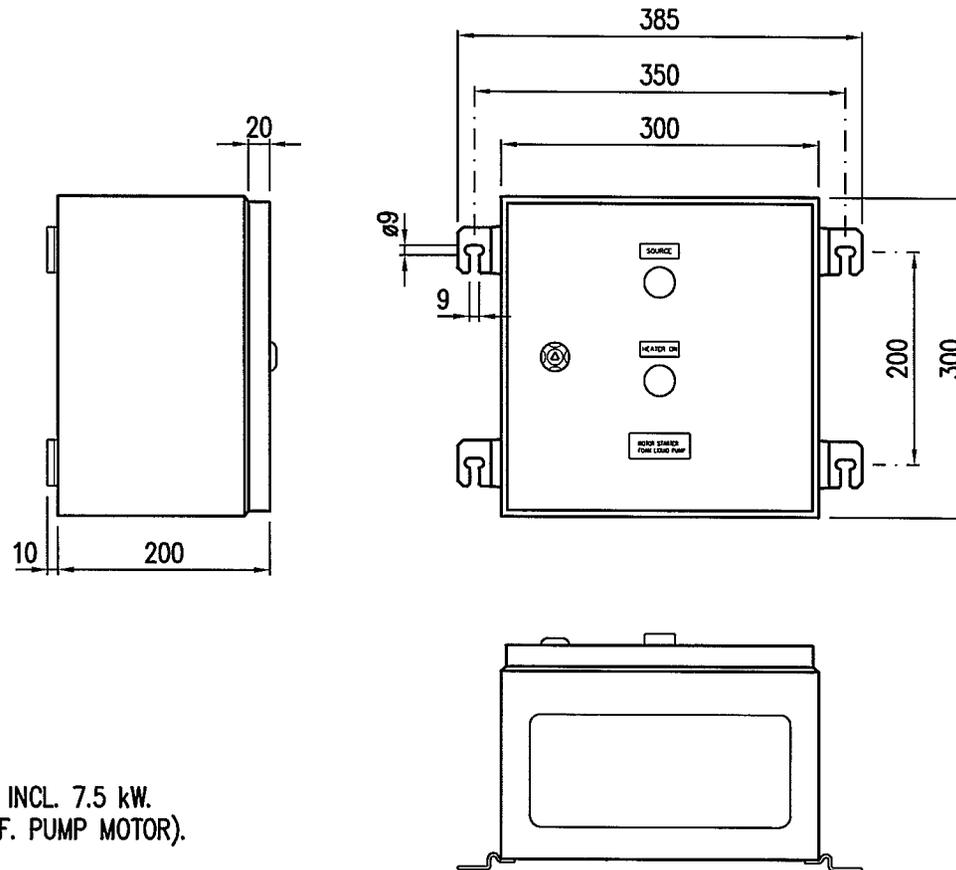
SPECIFICATION :

SPECIFIC GRAVITY AT 15 °C	: 1,14 - 1,18	SEDIMENTS BY AGING, MAX AT -35 °C	: 0,2
			+65 °C : 0,4
VISCOSITY, MAX (CS) AT 20 °C	: 30	STEEL CORROSION, MAX (m.d.g.)	: 5
	0 °C : 70	EXPANSION RATIO, MIN AT 20 °C	: 7 - 10
	-5 °C : 150	DRAINAGE TIME 25%, MIN (MINUTES)	: 5 - 8
pH AT 20 °C	: 6,0 - 8,0	(DETERMINED ON 20 CM OF FOAM HEIGHT)	
POUR POINT (°C)	: -15±2	■ EXPANSION RATIO AND 25% DRAINAGE TIME ARE DETERMINED ACCORDING TO DP 7203 ISO DRAFT STANDARD SPECIFICATION.	
SEDIMENTS, MAX (%VOL)	: 0,2	■ 3% : HYDROCARBON FIRES	
PRECIPITATION, MAX (%VOL)	: 0,1	3% : CHEMICAL FIRES	

DESCRIPTION	PROD.NO.
PER LITRE, IN 200 L DRUM	677195
20 L CAN	677229

Product no. SEE TABLE	00	Drawn by/date RMC 08.03.01	ORIGINAL	Drawn by/date RMC 08.03.01	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component FOAM CONCENTRATE 3 - 3% UNIVEX, UNIVERSAL	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date SOP 08.03.01		Issued by/date SOP 08.03.01			
		Approved by/date ALO 08.03.01		Approved by/date ALO 08.03.01			
							Data sheet no. 53-12-013

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



■ FOR EL. MOTORS FROM 1 kW AND INCL. 7.5 kW.
(OR MAX.18 A NOM. CURRENT, REF. PUMP MOTOR).

■ CABLE GLANDS: NOT INCLUDED.

MOUNTING : 4 SCREWS M8 (NOT INCLUDED)
 MATERIAL : STEEL
 COLOUR : PAINTED RED, RAL 3000
 DEGREE OF PROTECTION : IP 66
 WEIGHT : 7.5 KG

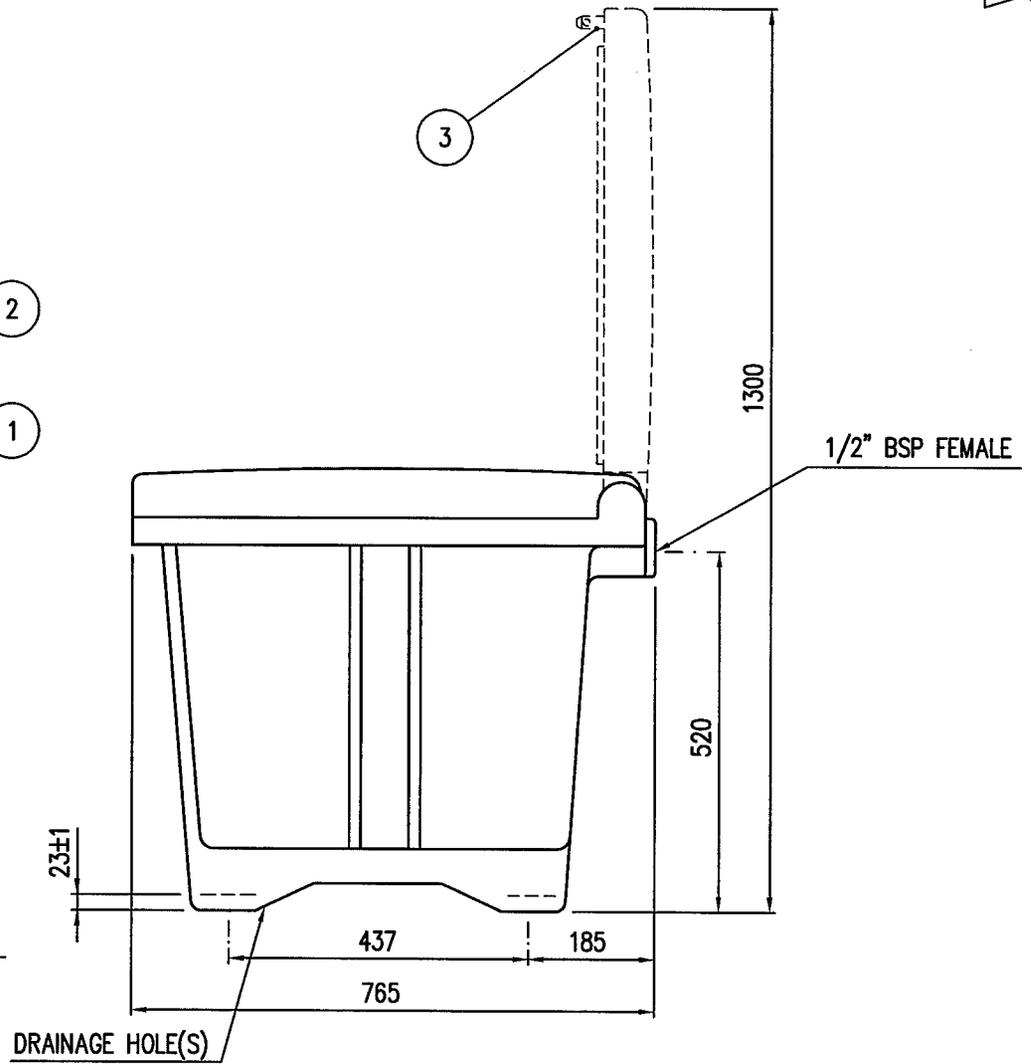
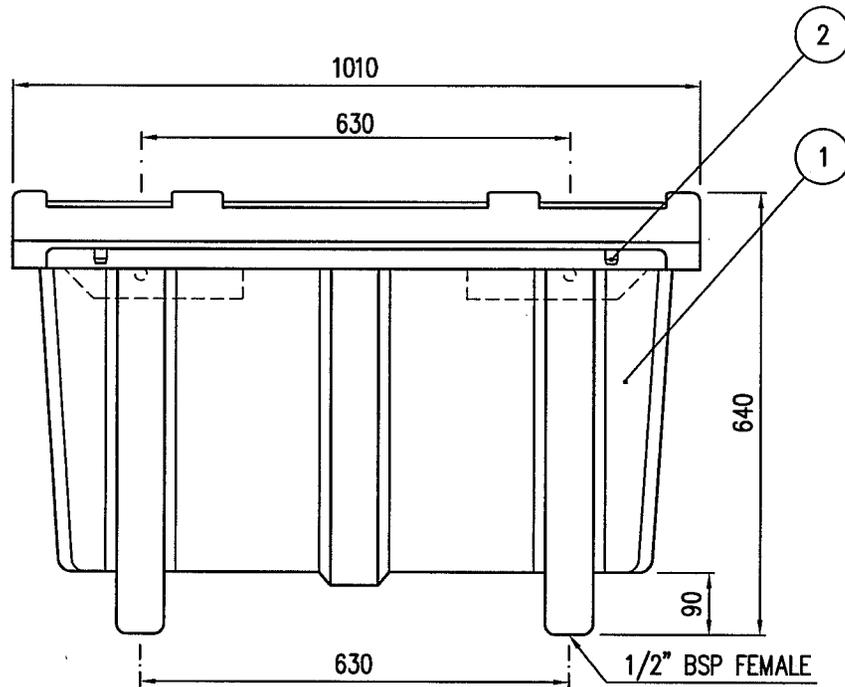
MOTOR STARTER CABINET 300x300 COMBINED APPLICATIONS FOR EL. MOTOR FROM 16-18 A NOM.CURR.	657049
MOTOR STARTER CABINET 300x300 COMBINED APPLICATIONS FOR EL. MOTOR FROM 10-16 A NOM.CURR.	651893
MOTOR STARTER CABINET 300x300 COMBINED APPLICATIONS FOR EL. MOTOR FROM 6-10 A NOM.CURR.	651885
DESCRIPTION	PROD. NO.

Product no. SEE TABLE	01	Drawn by/date <i>SMA</i> 07.08.03	Drawn by/date IMA 18.09.02	System	Component	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date <i>SOP</i> 07.08.03	Issued by/date SOP 18.09.02	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	MOTOR STARTER CABINET 300x300 FOR FOAM PUMP AND FRESH WATER PUMP	Data sheet no. 53-08-251
		Approved by/date <i>DAA</i> 07.08.03	Approved by/date DAA 18.09.02			
		ORIGINAL				

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



POS 1 : COMES COMPLETE WITH GASKET
AND LOCKING SPRING.
POS 2 & 3 : SPARE PARTS ONLY.



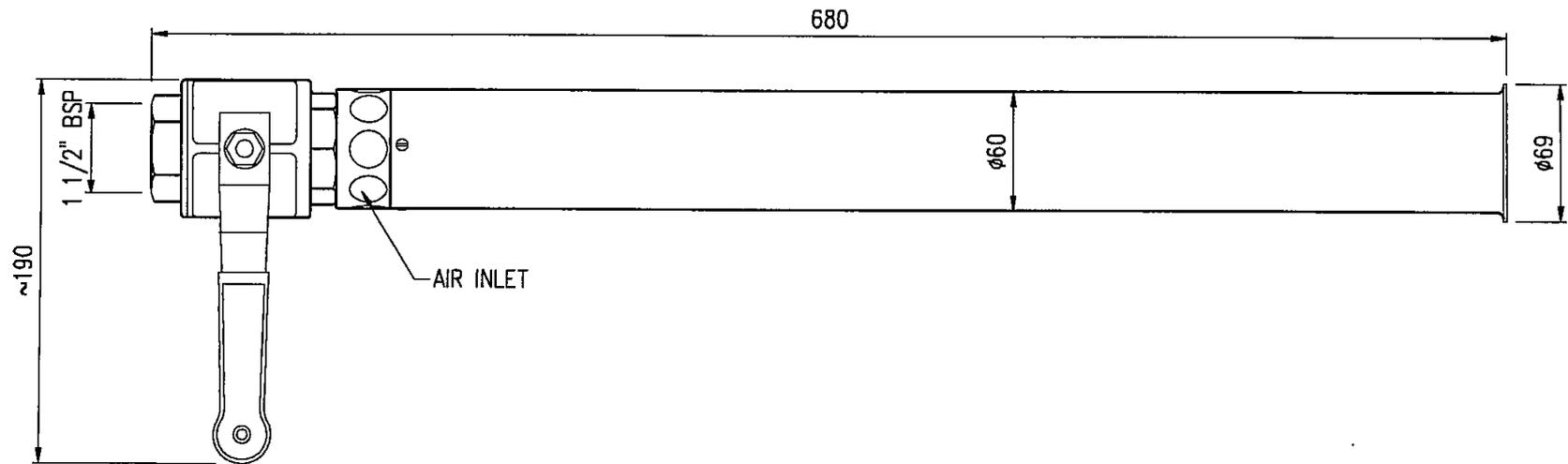
MATERIAL : POLYETHYLENE
COLOUR : RED, RAL 3000
MOUNTING : DECK/BULKHEAD
VOLUME : 200 L
WEIGHT : 18 KG

■ LOGO ON LID: "FOAM STATION, UNITOR".
■ GASKET IN LID.

3	SPARE GASKET FOR LID - RUBBER	658351
2	SPARE LOCKING SPRING - STAINLESS STEEL	658344
1	FOAM STATION BOX 200 L	606080
ITEM	DESCRIPTION	PROD. NO.

Product no. SEE TABLE	05	Drawn by/date JYU 16.06.04	Drawn by/date ILS 30.04.96	System UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	Component FOAM STATION BOX, 200 L POLYETHYLENE	DATA SHEET
UNITOR	Rev. no.	Issued by/date DMO 16.06.04	Issued by/date DAA 30.04.96	ORIGINAL		Data sheet no. 53-14-007
		Approved by/date DMO 16.06.04	Approved by/date PKP 30.04.96			

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



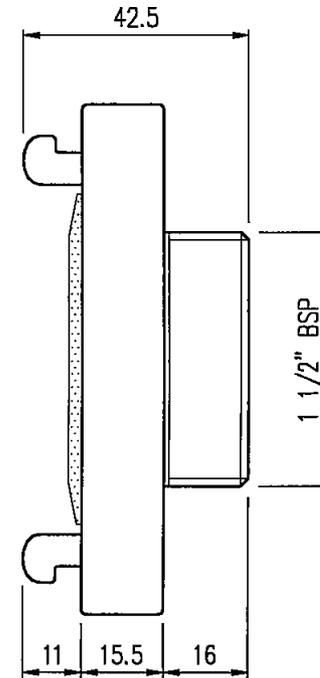
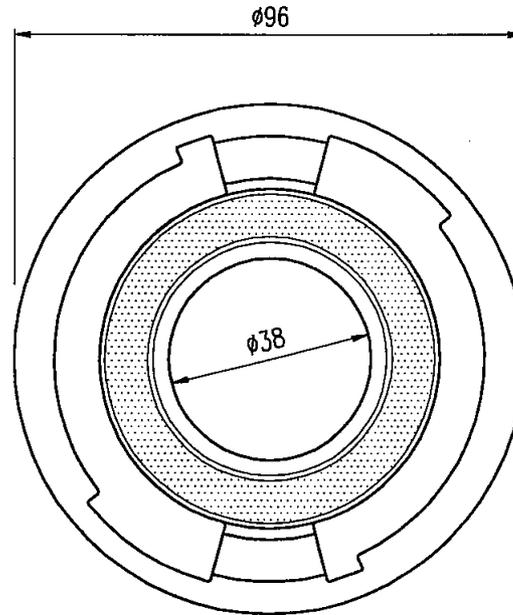
MATERIAL : PIPE: STAINLESS STEEL
 VALVE: BRASS, NICKEL PLATED
 NOZZLE: BRASS
 WEIGHT : 2.9 KG

TYPE	CAPACITY		PROD NO
	AT 3 BAR	AT 6 BAR	
MLR-40 A 215 L	215 L/MIN		604991
MLR-40 A 400 L	400 L/MIN		605014
MLR-40 A 215 L		215 L/MIN	605006
MLR-40 A 400 L		400 L/MIN	605022

KYOCERA LASERSKRIVER

Product no. SEE TABLE	00	Rev. no.	ORIGINAL	System	Component	DATA SHEET Data sheet no. 53-14-026
UNITOR	Drawn by/date Issued by/date Approved by/date	Drawn by/date Issued by/date Approved by/date	Drawn by/date Issued by/date Approved by/date	UNITOR FIXED FOAM FIRE FIGHTING SYSTEM	FOAM APPLICATOR MLR-40 A WITH VALVE	

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



MATERIAL : COUPLING: BRASS
 GASKET: NITRILE RUBBER
 TYPE : 1 1/2" STORZ C
 OPERATING PRESSURE : 16 BAR
 DESIGN STANDARD : DIN 86204
 WEIGHT : 0.6 KG

■ COUPLING IS DELIVERED WITH NECESSARY GASKETS.

KYOCERA LASERSKRIVER

Product no. 605121
UNITOR

00
 Rev. no.
 Drawn by/date
 Issued by/date
 Approved by/date

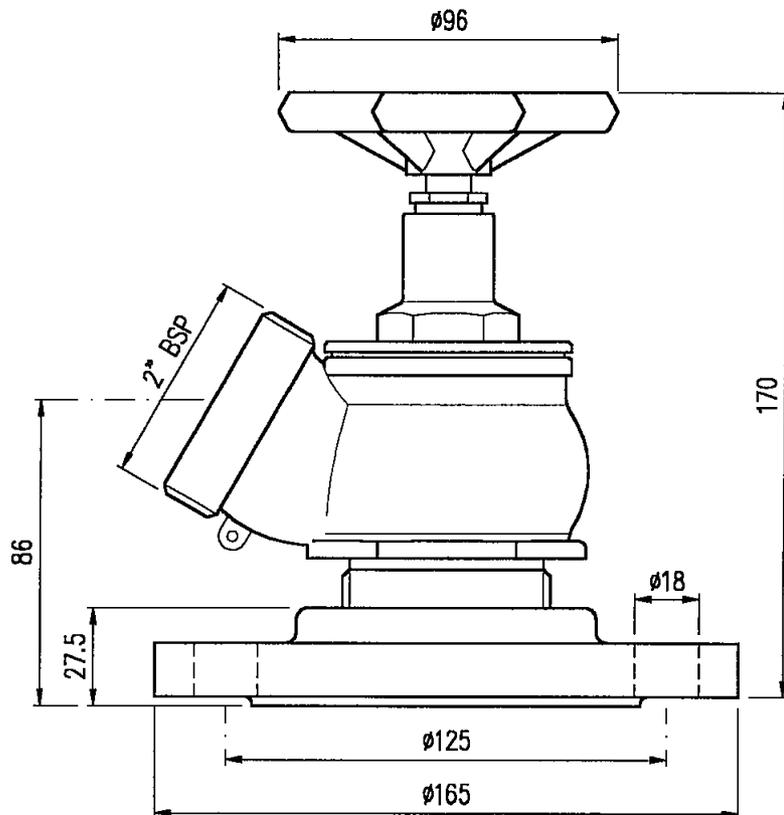
ORIGINAL
 Drawn by/date
 Issued by/date
 Approved by/date

System
 UNITOR FIXED FOAM
 FIRE FIGHTING SYSTEM

Component
 COUPLING, STORZ C
 1 1/2" MALE THREAD

DATA SHEET
 Data sheet no.
 53-14-044

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



MATERIAL : VALVE: BRASS
 FLANGE: ST 37-2 GALVANIZED
 FLANGE SIZE : 2" FEMALE THREADS
 OPERATING PRESSURE : 16 BAR
 DESIGN STANDARD : FLANGE: DIN 2566
 WEIGHT : 3.8 KG

KYOCERA LASERSKRIVER

EDP NO. 534172

00

Rev. no.
 Drawn by/date
 Issued by/date
 Approved by/date

ORIGINAL

Drawn by/date
 I.L.S. 30.01.92
 Issued by/date
 S.L. 30.01.92
 Approved by/date
 J.T.A. 30.01.92

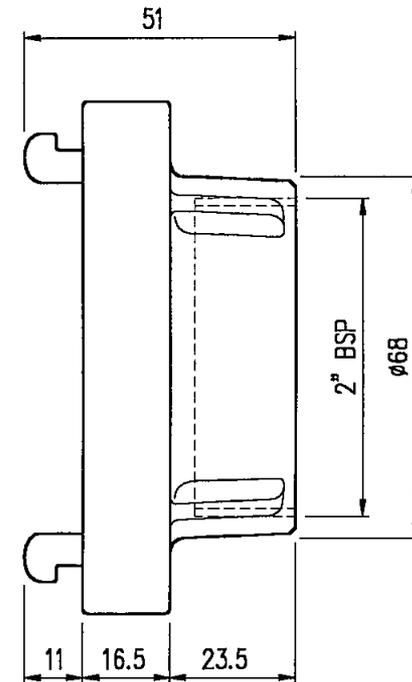
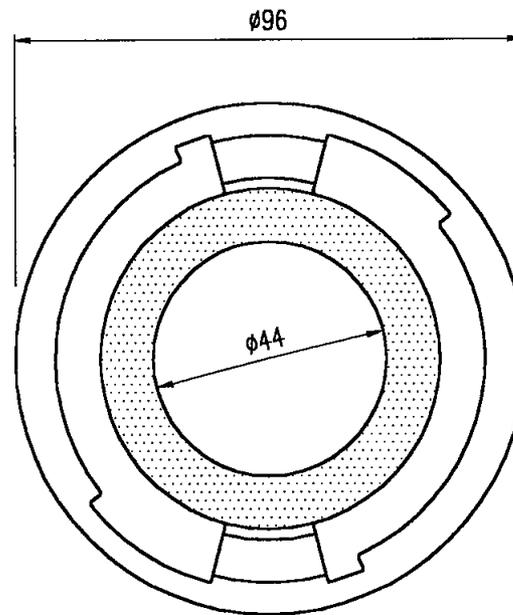
System
 UNITOR PORTABLE FIRE
 FIGHTING EQUIPMENT

Component
 HYDRANT VALVE 2"
 W. FLANGE

DATA SHEET
 Data sheet no.
 29-13-001

UNITOR

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



MATERIAL : COUPLING: BRASS
 GASKET: NITRILE RUBBER
 TYPE : 2" STORZ C
 OPERATING PRESSURE : 16 BAR
 DESIGN STANDARD : DIN 86204
 WEIGHT : 0.7 KG

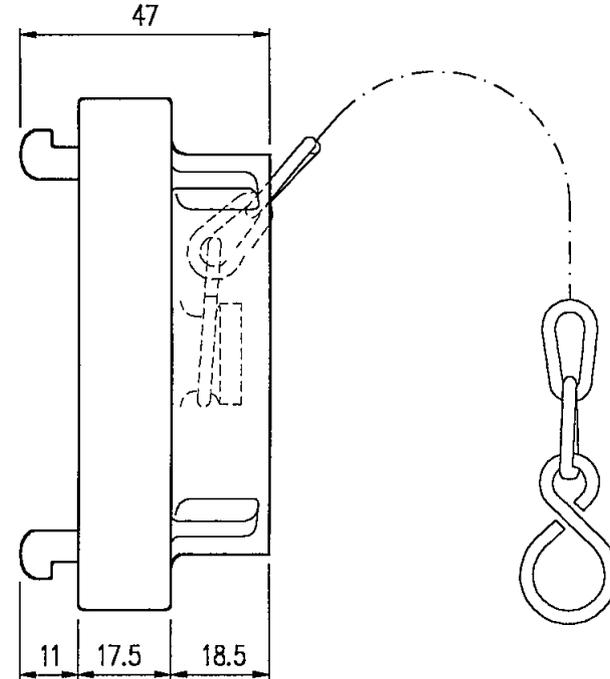
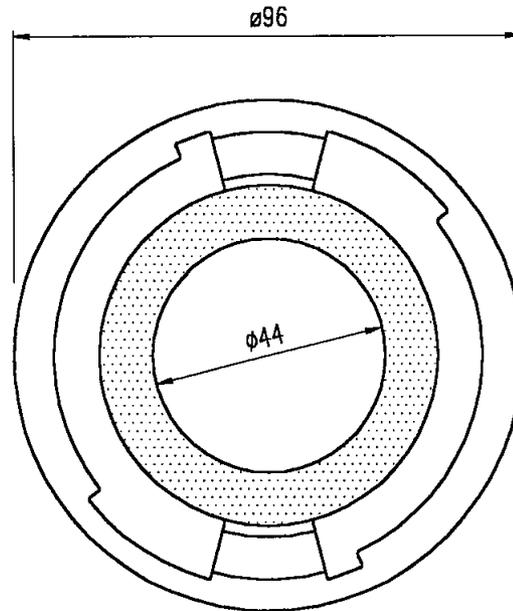
■ COUPLING IS DELIVERED WITH NECESSARY GASKETS.

KYOCERA LASERSKRIVER

EDP NO. 233924	00	Drawn by/date <i>MS</i> 14.01.92 Issued by/date <i>SL</i> 14.01.92 Approved by/date <i>Ø</i> 14.01.92	ORIGINAL Drawn by/date I.L.S. 14.01.92 Issued by/date S.L. 14.01.92 Approved by/date J.T.A. 14.01.92	System UNITOR PORTABLE FIRE FIGHTING EQUIPMENT	Component COUPLING, STORZ C 2" FEMALE THREAD	DATA SHEET Data sheet no. 29-15-006
-------------------	----	--	--	---	--	---

UNITOR

The right to make engineering refinements on all products is reserved. Dimensions and details are subject to change without prior notice. When dimensions are critical, the dimensions should be confirmed by UNITOR.



MATERIAL : BLANKING CAP: BRASS
 GASKET: NITRILE RUBBER
 OPERATING PRESSURE : 16 BAR
 DESIGN STANDARD : DIN 86202
 WEIGHT : 0.8 KG

■ BLANKING CAP IS DELIVERED WITH NECESSARY GASKETS.

KYOCERA LASERSKRIIVER

EDP NO. 527663

01	Drawn by/date	<i>[Signature]</i> 16.12.92
	Issued by/date	<i>[Signature]</i> 16.12.92
	Approved by/date	<i>[Signature]</i> 16.12.92

ORIGINAL	Drawn by/date	I.L.S. 19.02.92
	Issued by/date	S.L. 19.02.92
	Approved by/date	J.T.A. 19.02.92

System
 UNITOR PORTABLE FIRE FIGHTING EQUIPMENT

Component
 BLANKING CAP W. CHAIN
 F. STORZ C

DATA SHEET
 Data sheet no.
 29-15-024

VALVULAS INDUSTRIALES

Válvula de Retención de Doble Plato

ZRD G-4-g

Ratios Presión/Temperatura

	TMA (°C)	-10	20	100	150	200	250	300
PN 6	PMA (bar)	6	6	6	5,4	4,8	4,2	3,6
PN 10	PMA (bar)	10	10	10	9	8	7	6
PN 16	PMA (bar)	16	16	16	14,4	12,8	11,2	9,6

Margen de fuga según DIN 3230 parte 3, BO1

Materiales

Cuerpo	Platos	Muelles	Eje
EN-JL 1040	CC483K	1.4571	1.4571
Fundición nodular recubierta de goma	Bronce	Acero inoxidable	Acero inoxidable

Asientos elásticos disponibles, límites de temperatura y aplicaciones:
EPDM, Etileno Propileno Termopolímero (-50°C a +150°C), agua caliente, vapor

Presión de apertura

DN	P _o (mbar)		sin muelle
	↔	↑	
50	15	25	10
65	15	25	10
80	15	30	15
100	15	30	15
125	15	35	20
150	15	35	20
200	15	35	20
250	15	35	20
300	15	45	30
400	15	45	30
500	15	55	40

↔ ↓ ↑ = Dirección del fluido



DN 50 - 500

PN 6 - 16

Aplicaciones

- Especial para agua de mar
- Grupo de fluidos 2 según PED 97/23/EC

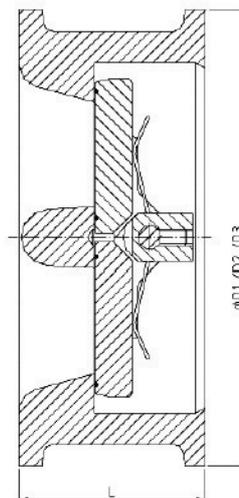
Opciones

- Construcción hasta DN 2000
- Machihembrado de caras según DIN EN 1092-1, forma C, forma D, forma E y forma F
- Construcción hasta PN 40



Dimensiones y Pesos

DN	L	Dimensiones en mm			kg
		D ₁ (PN6)	D ₂ (PN10)	D ₃ (PN16)	
50	43	99	110	110	4,0
65	46	116	130	130	5,0
80	64	133	145	145	7,5
100	64	152	165	165	8,5
125	70	183	195	195	12,5
150	76	208	221	221	15,5
200	89	262	276	276	22,0
250	114	317	331	332	38,0
300	114	376	381	387	52,0
400	140	476	492	499	97,0
500	152	581	597	621	175,0



Dimensiones cara/cara según EN 558-1, línea 16

Válvulas normalizadas para montaje entre bridas según EN 1092-1, forma B1

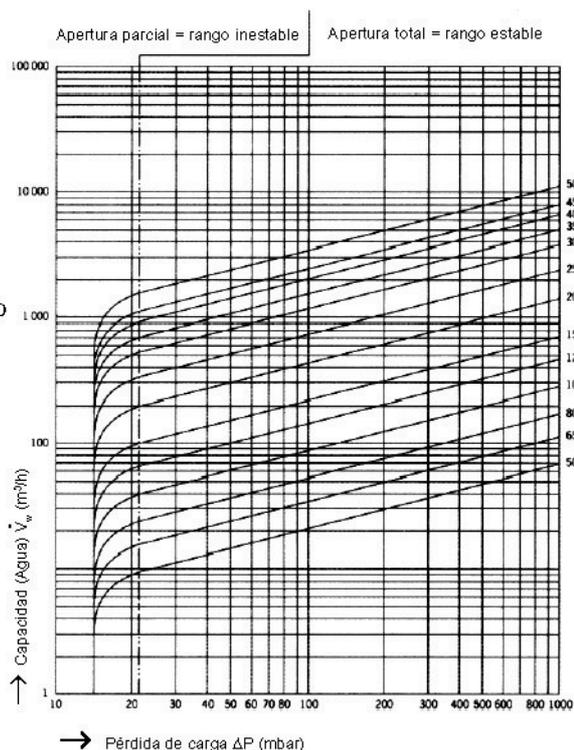
Diagrama de Pérdida de Carga

La lectura del diagrama está basada en agua a 20°C. Es el resultado de mediciones realizadas sobre válvulas instaladas en tuberías horizontales. En caso de instalación vertical, algunas variaciones de escasa importancia pueden apreciarse en la apertura parcial.

Para calcular la pérdida de carga con otros líquidos, se debe calcular anteriormente el caudal de agua equivalente por medio de la siguiente fórmula:

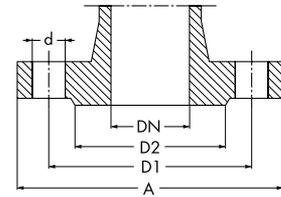
$$\dot{V}_w = \dot{V} \sqrt{\frac{\rho}{1000}}$$

- \dot{V}_w [m³/h] Caudal de agua equivalente
- ρ [kg/m³] Densidad del líquido en condiciones de trabajo
- \dot{V} [m³/h] Caudal del líquido en condiciones de trabajo



flange dimensions and drilling to DIN 2501

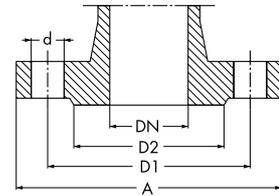
DN = diameter nominal (size)
 A = flange \varnothing
 D₂ = diameter of raised face \varnothing
 D₁ = diameter of bolt circle \varnothing
 n = number of bolts
 d = diameter of bolt holes \varnothing
 □ = not standardized



copyright 2003 maryland metrics

DN		PN 6 DIN 2631	PN 10 DIN 2632	PN 16 DIN 2633	PN 25 DIN 2634	PN 40 DIN 2635	PN63 DIN 2636	PN 100 DIN 2637	PN 160 DIN 2638	PN 250 DIN 2628	PN 320 DIN 2629
10	A D ₁ D ₂ n x d	75 50 35 4 x 11	90 60 40 4 x 14	90 60 40 4 x 14	90 60 40 4 x 14	90 60 40 4 x 14	100 70 40 4 x 14	100 70 40 4 x 14	100 70 40 4 x 14	125 85 40 4 x 18	125 85 40 4 x 18
15	A D ₁ D ₂ n x d	80 55 40 4 x 11	95 65 45 4 x 14	95 65 45 4 x 14	95 65 45 4 x 14	95 65 45 4 x 14	105 75 45 4 x 14	105 75 45 4 x 14	105 75 45 4 x 14	130 90 45 4 x 18	130 90 45 4 x 18
20	A D ₁ D ₂ n x d	90 65 50 4 x 11	105 75 58 4 x 14	105 75 58 4 x 14	105 75 58 4 x 14	105 75 58 4 x 14					
25	A D ₁ D ₂ n x d	100 75 60 4 x 11	115 85 68 4 x 14	115 85 68 4 x 14	115 85 68 4 x 14	115 85 68 4 x 14	140 100 68 4 x 18	140 100 68 4 x 18	140 100 68 4 x 18	150 105 68 4 x 22	160 115 68 4 x 22
32	A D ₁ D ₂ n x d	120 90 70 4 x 14	140 100 78 4 x 18	140 100 78 4 x 18	140 100 78 4 x 18	140 100 78 4 x 18					
40	A D ₁ D ₂ n x d	130 100 80 4 x 14	150 110 88 4 x 18	150 110 88 4 x 18	150 110 88 4 x 18	150 110 88 4 x 18	170 125 88 4 x 22	170 125 88 4 x 22	170 125 88 4 x 22	185 135 88 4 x 26	195 145 88 4 x 26
50	A D ₁ D ₂ n x d	140 110 90 4 x 14	165 125 102 4 x 18	165 125 102 4 x 18	165 125 102 4 x 18	165 125 102 4 x 18	180 135 102 4 x 22	195 145 102 4 x 26	195 145 102 4 x 26	200 150 102 8 x 26	210 160 102 8 x 26
65	A D ₁ D ₂ n x d	160 130 110 4 x 14	185 145 122 4 x 18	185 145 122 4 x 18	185 145 122 8 x 18	185 145 122 8 x 18	205 160 122 8 x 22	220 170 122 8 x 26	220 170 122 8 x 26	230 180 122 8 x 26	255 200 122 8 x 30
80	A D ₁ D ₂ n x d	190 150 128 4 x 18	200 160 138 8 x 18	200 160 138 8 x 18	200 160 138 8 x 18	200 160 138 8 x 18	215 170 138 8 x 22	230 180 138 8 x 26	230 180 138 8 x 26	255 200 138 8 x 30	275 220 138 8 x 30
100	A D ₁ D ₂ n x d	210 170 148 4 x 18	220 180 158 8 x 18	220 180 158 8 x 18	235 190 162 8 x 22	235 190 162 8 x 22	250 200 162 8 x 26	265 210 162 8 x 30	265 210 162 8 x 30	300 235 162 8 x 33	335 265 162 8 x 36
125	A D ₁ D ₂ n x d	240 200 178 8 x 18	250 210 188 8 x 18	250 210 188 8 x 18	270 220 188 8 x 26	270 220 188 8 x 26	295 240 188 8 x 30	315 250 188 8 x 33	315 250 188 8 x 33	340 275 188 12 x 33	380 310 188 12 x 36
150	A D ₁ D ₂ n x d	265 225 202 8 x 18	285 240 212 8 x 22	285 240 212 8 x 22	300 250 218 8 x 26	300 250 218 8 x 26	345 280 218 8 x 33	355 290 218 12 x 33	355 290 218 12 x 33	390 320 218 12 x 36	425 350 218 12 x 39
(175)	A D ₁ D ₂ n x d		315 270 242 8 x 22	315 270 242 8 x 22	330 280 248 12 x 26	350 295 260 12 x 30	375 310 260 12 x 33	385 320 260 12 x 33	390 320 260 12 x 36	430 355 260 12 x 39	485 400 260 12 x 42
200	A D ₁ D ₂ n x d	320 280 258 8 x 18	340 295 268 8 x 22	340 295 268 12 x 22	360 310 278 12 x 26	375 320 285 12 x 30	415 345 285 12 x 36	430 360 285 12 x 36	430 360 285 12 x 36	485 400 285 12 x 42	525 440 285 16 x 42
250	A D ₁ D ₂ n x d	375 335 312 12 x 18	395 350 320 12 x 22	405 355 320 12 x 26	425 370 335 12 x 30	450 385 345 12 x 33	470 400 345 12 x 36	505 430 345 12 x 39	515 430 345 12 x 42	585 490 345 16 x 48	640 540 345 16 x 52

flange dimensions and drilling to DIN 2501



DN = diameter nominal (size)
 A = flange \varnothing
 D₂ = diameter of raised face \varnothing
 D₁ = diameter of bolt circle \varnothing
 n = number of bolts
 d = diameter of bolt holes \varnothing

□ = not standardized

copyright 2003 maryland metrics

DN		PN 6 DIN 2631	PN 10 DIN 2632	PN 16 DIN 2633	PN 25 DIN 2634	PN 40 DIN 2635	PN63 DIN 2636	PN 100 DIN 2637	PN 160 DIN 2638	PN 250 DIN 2628	PN 320 DIN 2629
300	A D ₁ D ₂ n x d	440 395 365 12 x 22	445 400 370 12 x 22	460 410 378 12 x 26	485 430 395 16 x 30	515 450 410 16 x 33	530 460 410 16 x 36	585 500 410 16 x 42	585 500 410 16 x 42	690 590 410 16 x 52	
350	A D ₁ D ₂ n x d	490 445 415 12 x 22	505 460 430 16 x 22	520 470 438 16 x 26	555 490 450 16 x 33	580 510 465 16 x 36	600 525 465 16 x 39	655 560 465 16 x 48			
400	A D ₁ D ₂ n x d	540 495 465 16 x 22	565 515 482 16 x 26	580 525 490 16 x 30	620 550 505 16 x 36	660 585 535 16 x 39	670 585 535 16 x 42	715 620 535 16 x 48			
(450)	A D ₁ D ₂ n x d	595 550 520 16 x 22	615 565 532 20 x 26	640 585 550 20 x 30		685 610 560 20 x 39					
500	A D ₁ D ₂ n x d	645 600 570 20 x 22	670 620 585 20 x 26	715 650 610 20 x 33	730 660 615 20 x 36	755 670 615 20 x 42	800 705 615 20 x 48	870 760 615 20 x 56			
600	A D ₁ D ₂ n x d	755 705 670 20 x 26	780 725 685 20 x 30	840 770 725 20 x 36	845 770 720 20 x 39	890 795 735 20 x 48	930 820 735 20 x 56	990 875 735 20 x 62			
700	A D ₁ D ₂ n x d	860 810 775 24 x 26	895 840 800 24 x 30	910 840 795 24 x 36	960 875 820 24 x 42	995 900 840 24 x 48	1045 935 840 24 x 56	1145 1020 840 24 x 70			
800	A D ₁ D ₂ n x d	975 920 880 24 x 30	1015 950 905 24 x 33	1025 950 900 24 x 39	1085 990 930 24 x 48	1140 1030 960 24 x 56	1165 1050 960 24 x 62				
900	A D ₁ D ₂ n x d	1075 1020 980 24 x 30	1115 1050 1005 28 x 33	1125 1050 1000 28 x 39	1185 1090 1030 28 x 48	1250 1140 1070 28 x 56	1285 1170 1070 28 x 62				
1000	A D ₁ D ₂ n x d	1175 1120 1080 28 x 30	1230 1160 1110 28 x 36	1255 1170 1115 28 x 42	1320 1210 1140 28 x 56	1360 1250 1180 28 x 56	1415 1290 1180 28 x 70				
1200	A D ₁ D ₂ n x d	1405 1340 1295 32 x 33	1455 1380 1330 32 x 39	1485 1390 1330 32 x 48	1530 1420 1350 32 x 56	1575 1460 1380 32 x 62	1665 1530 1380 32 x 78				
1400	A D ₁ D ₂ n x d	1630 1560 1510 36 x 36	1675 1590 1535 36 x 42	1685 1590 1530 36 x 48	1755 1640 1560 36 x 62	1795 1680 1600 36 x 62					
1600	A D ₁ D ₂ n x d	1830 1760 1710 40 x 36	1915 1820 1760 40 x 48	1930 1820 1750 40 x 56	1975 1860 1780 40 x 62	2025 1900 1815 40 x 70					
1800	A D ₁ D ₂ n x d	2045 1970 1920 44 x 39	2115 2020 1960 44 x 48	2130 2020 1950 44 x 56	2195 2070 1985 44 x 70						
2000	A D ₁ D ₂ n x d	2265 2180 2125 48 x 42	2325 2230 2170 48 x 48	2345 2230 2150 48 x 62	2425 2300 2210 48 x 70						

dimensions in mm



DIMENSIONES Y PESO DEL TUBO SOLDADO Y SIN SOLDADURA SEGUN ANSI B 36.10 M-1985 Y ANSI B 36.19 M-1985

NUMEROS NEGROS=ESPEORES EN MILIMETROS (M/M).

NUMEROS ROJOS=PESO EN KILOGRAMOS POR METRO LINEAL (KG/M).

Diámetro Nominal	O.D. mm	Schedule					STD y 40 S	Schedule			XS y 80 S	Schedule					XXS
		5 S	10 S	10	20	30		40	60	80		100	120	140	160		
1/8"	10.3		1.24 0.28				1.73 0.37			2.41 0.47							
1/4"	13.70		1.65 0.49				2.24 0.63			3.02 0.80							
3/8"	17.10		1.65 0.63				2.31 0.84			3.20 1.10							
1/2"	21.30	1.65 0.80	2.11 1.00				2.77 1.27			3.73 1.62						4.78 1.95	7.47 2.55
3/4"	26.70	1.65 1.03	2.11 1.28				2.87 1.69			3.91 2.20						5.56 2.90	7.82 3.64
1"	33.40	1.65 1.30	2.77 2.09				3.38 2.50			4.55 3.24						6.35 4.24	9.09 5.45
1 1/4"	42.20	1.65 1.65	2.77 2.70				3.56 3.39			4.85 4.47						6.35 5.61	9.70 7.77
1 1/2"	48.30	1.65 1.91	2.77 3.10				3.68 4.05			5.08 5.41						7.14 7.25	10.15 9.56
2"	60.30	1.65 2.40	2.77 3.93				3.91 5.44			5.54 7.48						8.74 11.11	11.07 13.44
2 1/2"	73.00	2.11 3.69	3.05 5.26				5.16 8.63			7.01 11.41						9.53 14.92	14.02 20.39
3"	88.90	2.11 4.51	3.05 6.45				5.49 11.29			7.62 15.27						11.13 21.35	15.24 27.68
3 1/2"	101.60	2.11 5.18	3.05 7.40				5.74 13.57			8.08 18.63							
4"	114.30	2.11 5.84	3.05 8.36				6.02 16.07			8.56 22.32			11.13 28.32			13.49 33.54	17.12 41.03
5"	141.30	2.77 9.47	3.40 11.57				6.55 21.77			9.53 30.97			12.70 40.28			15.88 49.11	19.05 57.43
6"	168.30	2.77 11.32	3.40 13.84				7.11 28.26			10.97 42.56			14.27 54.20			18.26 67.56	21.95 79.22
8"	219.10	2.77 14.79	3.76 19.96		6.35 33.31	7.04 36.81	8.18 42.55	10.31 53.08	12.70 64.64	15.09 75.92	18.26 90.44	20.62 100.92	23.01 111.27	25.40 127.92	28.58 155.15	33.32 186.97	35.71 217.92
10"	273.00	3.40 22.63	4.19 27.78		6.35 41.77	7.80 51.03	9.27 60.31	12.70 81.55	15.09 81.55	18.26 96.01	21.44 114.75	25.40 133.06	28.58 155.15	33.32 172.33	35.71 192.33	40.49 255.15	49.05 365.35
12"	323.80	3.96 31.25	4.57 36.00		6.35 49.73	8.38 65.20	9.53 73.88	10.31 79.73	14.27 108.96	17.48 97.46	21.44 132.08	25.40 159.19	28.58 186.97	33.32 208.14	35.71 238.76	40.49 288.76	49.05 365.35
14"	355.60	3.96 34.36	4.78 41.30	6.35 54.69	7.92 67.90	9.53 81.33	9.53 81.33	11.13 94.55	15.09 126.71	19.05 107.39	23.83 158.10	27.79 194.96	31.75 224.65	35.71 253.56	40.49 281.70	49.05 365.35	57.43 410.49
16"	406.40	4.19 41.56	4.78 47.29	6.35 62.64	7.92 77.83	9.53 93.27	9.53 93.27	12.70 123.30	16.66 160.12	21.44 123.30	26.19 203.53	30.96 245.56	36.53 286.64	40.49 333.19	49.05 365.35	57.43 410.49	79.22 549.37
18"	457.00	4.19 46.81	4.78 53.26	6.35 70.57	7.92 87.71	11.13 122.38	9.53 105.16	14.27 155.80	19.05 205.74	23.83 139.15	29.36 254.55	34.93 309.62	39.67 363.56	45.24 408.26	57.43 459.37	79.22 549.37	107.92 792.22
20"	508.00	4.78 59.25	5.54 68.61	6.35 78.55	9.53 117.15	12.70 155.12	9.53 117.15	15.09 183.42	20.62 247.83	26.19 155.12	32.54 311.17	38.10 381.53	44.45 441.49	50.01 508.11	60.35 564.81	79.22 549.37	127.92 912.22
22"	559.00	4.78 65.24	5.54 75.53	6.35 86.54	9.53 129.13	12.70 171.09	9.53 129.13	15.09 294.25	20.62 171.09	26.19 373.83	32.54 451.42	38.10 527.02	44.45 600.63	50.01 672.26	60.35 722.26	79.22 549.37	155.15 1127.92
24"	610.00	5.54 82.47	6.35 94.53	6.35 94.53	9.53 141.12	14.27 209.64	9.53 141.12	17.48 255.41	24.61 355.26	30.96 187.06	38.89 442.08	46.02 547.71	52.37 640.03	59.54 720.15	79.22 808.22	107.92 792.22	186.97 1365.35
26"	660.00			7.92 127.36	12.70 202.72		9.53 152.87			12.70 202.72							
28"	711.00			7.92 137.32	12.70 218.69	15.88 271.21	9.53 164.85			12.70 218.69							
30"	762.00	6.35 118.33	7.92 147.28	7.92 147.28	12.70 234.67	15.88 292.18	9.53 176.84			12.70 234.67							
32"	813.00			7.92 157.24	12.70 250.61	15.88 312.15	9.53 188.82	17.48 342.91		12.70 250.64							
34"	864.00			7.92 167.20	12.70 266.61	15.88 332.12	9.53 200.31	17.48 364.90		12.70 266.61							
36"	914.00			7.92 176.96	12.70 282.27	15.88 351.70	9.53 212.56	19.05 420.42		12.70 282.27							
38"	965.00						9.53 224.54			12.70 298.24							
40"	1.016.00						9.53 236.53			12.70 314.22							
42"	1.067.00						9.53 248.52			12.70 330.19							
44"	1.118.00						9.53 260.50			12.70 346.16							

Nota.— Los pesos son para tuberías de acero carbono con extremos planos.

Los diversos grados de acero inoxidable, permiten considerables variaciones en los pesos. Los inoxidables ferríticos pueden pesar aproximadamente un 5% menos, y los austeníticos aproximadamente un 2% más que los valores de esta tabla, que están basados en los pesos del acero carbono.

TUBOS DE ACERO TR

para Conducciones y Calderas
Según normas EUROPEAS

Diámetro exterior mm	Espesor normal mm	Peso kg/m	OTROS ESPESORES (mm)															
			2	2,3	2,6	2,9	3,2	3,6	4	4,5	5	5,6	6,3					
10,2	1,6	0,344	0,410	0,454	0,493													
13,5	1,8	0,522	0,571	0,639	0,703	0,762	0,817	0,883										
16	1,8	0,632	0,692	0,778	0,860	0,938	1,01	1,10	1,18									
17,2	1,8	0,688	0,754	0,850	0,942	1,03	1,11	1,21	1,31	1,41								
20	2	0,890		1,01	1,12	1,22	1,33	1,46	1,58	1,71	1,85							
21,3	2	0,962		1,09	1,21	1,33	1,44	1,59	1,72	1,87	2,01							
25	2	1,13		1,29	1,44	1,58	1,72	1,90	2,07	2,28	2,47	2,68	2,91					
26,9	2,3	1,41			1,57	1,73	1,89	2,09	2,28	2,48	2,70	2,94	3,21					
30	2,6	1,77				1,96	2,14	2,37	2,59	2,83	3,08	3,37	3,70					
31,8	2,6	1,88				2,08	2,27	2,52	2,76	3,02	3,30	3,60	3,97					
33,7	2,6	2,01				2,22	2,42	2,69	2,95	3,23	3,54	3,87	4,27					
35	2,6	2,08					2,30	2,51	2,79	3,06	3,38	3,70	4,06	4,46				
38	2,6	2,29					2,53	2,77	3,08	3,38	3,71	4,07	4,47	4,95				
42,4	2,6	2,57					2,84	3,11	3,47	3,81	4,19	4,61	5,07	5,62				
44,5	2,6	2,70					2,99	3,28	3,65	4,02	4,42	4,87	5,35	5,95				
48,3	2,6	2,95					3,27	3,59	4,00	4,41	4,85	5,34	5,89	6,55				
51	2,6	3,12					3,46	3,79	4,23	4,66	5,13	5,67	6,24	6,95				
54	2,6	3,30						4,04	4,50	4,97	5,47	6,04	6,66	7,43				
57	2,9	3,90						4,28	4,78	5,27	5,81	6,41	7,08	7,91				
60,3	2,9	4,14						4,54	5,07	5,59	6,17	6,82	7,53	8,42				
63,5	2,9	4,36						4,79	5,36	5,91	6,52	7,21	7,97	8,91				
70	2,9	4,83						5,30	5,93	6,55	7,24	8,01	8,85	9,92				
76,1	2,9	5,28						5,80	6,49	7,17	7,92	8,77	9,71	10,9				
82,5	3,2	6,31							7,06	7,80	8,63	9,56	10,6	11,9				
88,9	3,2	6,81							7,63	8,43	9,33	10,3	11,5	12,9				
95	3,6	8,11								8,98	10,0	11,1	12,3	13,8				
101,6	3,6	8,76								9,70	10,7	11,9	13,2	14,9				
108	3,6	9,33								10,3	11,4	12,7	14,1	15,8				
114,3	3,6	9,90								11,0	12,1	13,5	15,0	16,8				
121	4	11,5									12,9	14,3	15,9	17,8				
127	4	12,2									13,5	15,0	16,7	18,8				
133	4	12,8									14,2	15,8	17,6	19,8				
139,7	4	13,5									14,9	16,6	18,5	20,8				
146	4,5	15,7										17,4	19,4	21,7				
152,4	4,5	16,4										18,2	20,2	22,8				
159	4,5	17,1										19,0	21,1	23,8				
165,1	4,5	17,8										19,7	21,9	24,8				
168,3	4,5	18,1										20,1	22,4	25,3				

NORMAS: ISO/R-64, DIN 2448/61, AFNOR 48005/61.

MATERIAL: Se fabrican con todos los aceros según DIN 1629 y DIN 17175 y los equivalentes según UNE, AFNOR, B. S., etc.

TOLERANCIAS: Ver las normas de material.

PRUEBA: Todos los tubos se someten en fábrica a un ensayo de presión interna con agua a las presiones indi-



7,1	8	8,8	10	11	12,5	14,2	16	17,5	20	22,2	25	Diámetro exterior mm	Tolerancias diámetro exterior Máximo mm	Mínimo mm
												10,2	10,7	9,7
												13,5	14,0	13,0
												16	16,5	15,5
												17,2	17,7	16,7
												20	20,5	19,5
												21,3	21,8	20,8
												25	25,5	24,5
3,48												26,9	27,4	26,4
4,03	4,34											30	30,5	29,5
4,33	4,68											31,8	32,3	31,3
4,67	5,05	5,39										33,7	34,2	33,2
4,89	5,33	5,69										35	35,5	34,5
5,43	5,91	6,33	6,91									38	38,5	37,5
6,19	6,76	7,27	7,99	8,54								42,4	42,9	41,9
6,56	7,17	7,72	8,51	9,11	9,90							44,5	45,0	44,0
7,24	7,93	8,56	9,45	10,2	11,1							48,3	48,8	47,8
7,69	8,43	9,10	10,1	10,9	11,9	12,9						51	51,51	50,49
8,23	9,04	9,77	10,9	11,7	12,9	14,0						54	54,54	53,46
8,77	9,65	10,4	11,6	12,5	13,8	15,0	16,2					57	57,57	56,43
9,34	10,3	11,1	12,4	13,4	14,8	16,2	17,4					60,3	60,90	59,70
9,90	10,9	11,8	13,2	14,3	15,8	17,3	18,7					63,5	64,13	62,87
11,0	12,2	13,2	14,8	16,0	17,8	19,6	21,2	22,6				70	70,70	69,30
12,1	13,4	14,6	16,3	17,7	19,7	21,7	23,7	25,3	27,7			76,1	76,86	75,34
13,2	14,6	15,9	17,9	19,5	21,7	24,0	26,2	28,0	30,8	33,0		82,5	83,32	81,68
14,4	15,9	17,3	19,5	21,2	23,7	26,2	28,7	30,8	34,0	36,5		88,9	89,79	88,01
15,4	17,2	18,7	21,0	22,8	25,4	28,3	31,2	33,4	37,0	39,9	43,2	95	95,95	94,05
16,6	18,4	20,1	22,6	24,7	27,6	30,7	33,7	36,2	40,2	43,5	47,5	101,6	102,61	100,59
17,7	19,6	21,4	24,2	26,4	29,6	32,9	36,2	39,0	43,4	47,0	51,4	108	109,08	106,92
18,8	20,9	22,8	25,7	28,1	31,6	35,1	38,6	41,7	46,5	50,4	55,3	114,3	115,44	113,16
19,9	22,3	24,3	27,4	29,8	33,4	37,4	41,4	44,7	49,8	54,1	59,2	121	122,21	119,79
21,0	23,4	25,5	28,9	31,6	35,5	39,6	43,6	47,2	52,8	57,4	63,2	127	128,27	125,73
22,1	24,6	26,9	30,3	33,3	37,4	41,8	46,1	49,9	55,7	60,8	67,1	133	134,33	131,67
23,3	25,9	28,3	32,0	35,1	39,5	44,0	48,6	52,7	59,0	64,3	71,1	139,7	141,09	138,31
24,3	27,2	29,8	33,5	36,6	41,2	46,2	51,3	55,5	62,1	67,8	74,6	(146)	147,46	144,54
25,5	28,4	31,0	35,1	38,5	43,4	48,5	53,6	58,1	65,3	71,3	79,0	152,4	153,92	150,88
26,6	29,6	32,4	36,7	40,3	45,4	50,8	56,2	60,9	68,6	74,8	83,0	159	160,59	157,41
27,7	30,9	33,8	38,2	42,0	47,4	53,0	58,6	63,6	71,6	78,2	86,9	165,1	166,75	163,45
28,3	31,5	34,5	39,0	42,9	48,4	54,1	59,9	65,0	73,1	80,0	88,9	168,3	169,98	166,62

OTROS ENSAYOS: Bajo demanda al cursar el pedido, se efectúan las pruebas exigidas por cada norma o por los Organismos Oficiales.

LONGITUD: Salvo indicación expresa en el pedido, los tubos se suministran en largos comerciales de 4 a 8 mts. El 6 % de los tubos pueden ser suministrados en longitudes de 2 a 4 mts.

CONDICIONES TECNICAS: Los tubos de conducciones, según DIN 1629/h.2.

Los tubos para calderas y otras aplicaciones, según DIN 1629, 17175; B. S. 3059, 3601, 3602, 3603, 3604, 3605;

GAPAVE 211, 222, 411, 421; etc. etc.

