

Titulo: *Auditoria y Validación de Diseño de los Sistemas de Protección Contra Incendio de las Plantas de Oldelval SA*

Nombre de los Autores: *Juan Domingo Perez (C.A.S. Oldelval SA)*

Ing. Federico Tenaglia (Tex Argentina SRL. Especialista en Protección Contra Incendios en la Industria Petrolera y Petroquímica. Miembro de NFPA.)

Ing. Rodolfo C. Rodriguez (Tex Argentina SRL. Especialista en Protección Contra Incendios en la Industria Petrolera y Petroquímica. Miembro del Comité de Riesgo Industrial de NFPA.)

INSTALACIONES DE PROTECCION CONTRA INCENDIO OLDELVAL S.A.

1.- INTRODUCCION:

En muchas ocasiones, si bien las instalaciones de protección contra incendio, cuentan con un adecuado y prolijo mantenimiento mecánico, se desconoce el comportamiento que tendrán a la hora de un incidente. En otros tipos de instalaciones, es fácil determinar si están funcionando correctamente, pues son monitoreadas a través del mismo proceso y el mismo funcionamiento permite conocer el estado real y corregir o modificar aquello que falla. Todo lo contrario ocurre con las instalaciones de protección contra incendio. Por defecto, son Instalaciones diseñadas para que no se utilicen nunca, pero cuando se requiere su servicio no pueden fallar bajo ninguna circunstancia.

Es por ello, que cada vez, con mayor frecuencia surge la necesidad de realizar verificaciones de campo siguiendo una metodología de ensayo que permita conocer el estado real de servicio de las instalaciones de protección contra incendio, destinadas a proteger vidas y bienes.

En este sentido, OLDELVAL S.A. ha tomado la decisión de verificar la performance y el cumplimiento de la legislación nacional al respecto y establecer las diferencias que pudieren existir con estándares internacionales.

El objeto de este trabajo, es transmitir en forma muy resumida, la experiencia recogida del trabajo realizado, marcando algunas de las diferencias más comunes e importantes entre las exigencias nacionales y las normativas americanas para la protección de playas de tanques que almacenan hidrocarburos.

Se establecieron, mediante el análisis de la información producto de los relevamientos en campo, y de documentación y ensayos, las discrepancias de los sistemas de protección contra incendio existentes, en lo que hace a su funcionamiento, condición y diseño, respecto de las exigencias de las leyes nacionales, así como los estándares internacionales mas ampliamente usados en la industria.-

Se tomaran como directrices para el análisis y la validación de diseño, la siguiente normativa básica: (No necesariamente aplicadas, todas ellas, en forma simultánea, sino a criterio de los profesionales intervinientes)

a- Legislación Nacional (Ley 13660 y Resolución 404 de la Secretaria de Energía de la Nación)

b- Código NFPA: National Fire Protection Association (en particular las siguientes normas de aplicación:)

NFPA 11: Sistemas de Espuma de baja Expansión

NFPA 13: Sistemas de Rociadores Automáticos

NFPA 14: Sistemas de Hidrantes y Mangueras para incendio.-

NFPA 15: Sistemas de rociadores de agua para protección contra incendio
NFPA 20: Instalación de sistemas de Bombas estacionarias para Protección Contra Incendio.-
NFPA 22: Tanques de almacenamiento de agua para sistemas Privados de Protección Contra Incendio.-
NFPA 24: Sistemas de redes de Incendio Privadas y sus componentes.-
NFPA 25: Inspección, Ensayos y Mantenimiento de Sistemas de Protección Contra Incendio.-
NFPA 30: Código de Líquidos Combustibles e Inflamables.-
NFPA 70: Código Eléctrico Nacional (NEC).-
NFPA 72: Sistemas de detección y alarma contra Incendio.-
NFPA 101: Código de Seguridad de Vidas.-

Se han tomado, además como parte del presente estudio, las siguientes fuentes de consulta (aspectos y datos no cubiertos por las leyes y códigos mencionados):

- a- FMRG (Factory Mutual Resource Guide).-**
- b- IRI (Industrial Risk Insurers).-**
- c- Fire Protection Handbook for Hydrocarbon Process Plants (Charles Vervalin)**
- d- API (American Petroleum Institute)**
- e- Directorio 2002 de UL (Underwriters Laboratories)**

2.- ANALISIS DE RIESGO TIPIFICACION Y CUANTIFICACION DE LOS MISMOS

Las instalaciones y equipos presentes en una Estación de Bombeo, típica, son:

- a- Sistemas de Bombeo (bombas y unidades motrices, motores, turbomáquinas), equipos periféricos calentadores, enfriadores).-**
- b- Sistemas de Almacenamiento (tanques).-**
- c- Instalaciones Auxiliares (Trampas de Scraper, Salas de Tableros, Usina, Tanques Sumideros, Sala de Control).**

En este caso en particular, nos referiremos a los englobados en el punto (b), Sistemas de Protección para las playas de tanques de almacenamiento de hidrocarburos.

A nivel local, si bien existe una Ley que es y ha sido el único marco regulatorio para las instalaciones contra incendio de plantas de petróleo, se observa que no contempla determinados aspectos, que hacen al diseño, construcción, mantenimiento y prueba, e incluso, existen algunas instalaciones y/o productos que directamente no están consideradas por la Ley, dado que, algunas, nacieron con posterioridad a la sanción legislativa.

Específicamente, para las playas de tanques, la Ley 13.660 tipifica el riesgo y establece pautas de protección, sin discriminar el tipo de hidrocarburo, tipo constructivo de tanque, tipo de dispositivo de descarga, ni otros aspectos técnicos vinculados a los tipos de agentes de extinción como tasas de aplicación recomendadas y sus parámetros de cálculo y diseño.

En el caso de estándares internacionales, existe mayor cantidad de información respecto de la protección de tanques, discriminando, el tipo de hidrocarburo de que se trata, su naturaleza química, el tipo

constructivo de los tanques, el tipo de agente utilizado, el tipo de dispositivo de descarga empleado, porcentajes de dosificación, autonomías, metodologías y frecuencias de ensayo de los sistemas, parámetros de medición, etc.

El conocimiento de estos conceptos hace que para encarar una tarea de análisis y ensayo de performance de una instalación, se deba fijar, previamente contra que se va a comparar y cual será el patrón de referencia para indicar si la performance es aceptable o no, siendo necesaria la validación de aspectos de diseño recurriendo a Standard internacionales, tales como NFPA o API, entre otros.

Una verificación de este tipo, implica realizar pruebas de campo y trabajos de ingeniería reversa, tomando los datos necesarios de la documentación disponible y cuando esta no exista o difiera de la realidad, se deben tomar de la instalación misma.

En particular, los estudios, se basan en el análisis de la protección de las playas de tanques, de acuerdo a requerimientos de NFPA (National Fire Protection Association), código que tiene ampliamente desarrollado y comprobadas las metodologías de protección para este tipo de riesgos.

Específicamente el código directriz para el diseño es NFPA 11 (Estándar para Sistemas de Espuma de Baja Expansión), en su apartado específico que considera la protección de tanques de almacenamiento de hidrocarburos. Un segundo tipo de protección, además de los sistemas de extinción mediante espuma de baja expansión, lo conforma los sistemas de enfriamiento estructural, cubiertos y desarrollados por NFPA 15 (Estándar para Sistemas de rociadores de agua para protección contra incendio) y API 2030 (Aplicación de Sistemas Fijos de Rociado para Protección Contra Incendio en la Industria del Petróleo).

Además de los sistemas particulares aplicados a cada tanque y la playa en general, es necesario verificar los sistemas de abastecimiento y distribución que alimentan a dichos sistemas, de acuerdo a NFPA 20 “Instalación de sistemas de Bombas estacionarias para Protección Contra Incendio”.

El análisis y los estudios se basaron en:

- 1.- La recopilación de toda la información técnica disponible de las instalaciones existentes (Planos, Memoria de Cálculos, Características de los dispositivos y equipos instalados, tipo de concentrado utilizado, productos almacenados, etc.)
- 2.- El relevamiento físico y documental de las instalaciones de manera de contar con un registro único para cada instalación con toda la información actualizada.
- 3.- Los ensayos de performance, para verificar realmente el comportamiento y el rendimiento de los equipos y dispositivos.
- 4.- Las Validaciones de Diseño e Ingeniería Reversa: A partir de la información recopilada, se verifican aspectos de diseño tales como:
 - Análisis de escenarios, determinación del máximo riesgo y que recursos se imponen. (Capacidad de Bombeo y Reserva de Agua y concentrado de espuma)
 - Cantidad y tipo de dispositivos de descarga.
 - Elementos auxiliares de apoyo secundario (Monitores, cañones de gran caudal)
 - Aspectos funcionales y operativos de las instalaciones, fundamentalmente orientados a establecer que correspondencia existe entre el tipo de instalación existente y la dotación de personal disponible para operarla.

3.- RELEVAMIENTO DOCUMENTAL Y FISICO DE LAS INSTALACIONES

Mediante el relevamiento físico y documental con registro fotográfico de todas las instalaciones en estudio, se generó un archivo completo y actualizado de todas las instalaciones y todos sus componentes evaluando:

- **Sistemas de Reserva de Agua:** Volumen disponible, Sistema de Reposición, Tuberías y succiones de succión, estado general de las instalaciones de almacenamiento.
- **Sistema de Bombeo:** Características de las bombas, datos de chapa (presión y caudal), características geométricas y dimensionales, arreglo y tamaño de tuberías, metodología de arranque.
- **Red de agua:** Diámetro y estado de los anillos perimetrales y redes principales, disposición y distribución de válvulas de bloque, distribución de columnas de hidrantes y sus elementos auxiliares, cantidad y distribución de gabinetes portamangueras, inventario de cada gabinete, estado de las mangas, tipo y estado de las lanzas manuales para mangueras, distribución de monitores, tipos de boquillas y caudales nominales.
- **Diques de contención:** Volumen disponible para contención de derrames de los diques existentes.
- **Sistemas Fijos de Extinción:** Tamaño de la reserva de concentrado de espuma, tipo de concentrado utilizado, compatibilidad con el producto almacenado, dispositivos de dosificación (tipo y capacidad), dispositivos de descarga (tipo y capacidad), estado general de las instalaciones, drenajes.
- **Sistemas de Refrigeración:** Distribución y cantidad de anillos de rociadores, tipo y características de los rociadores (tipo, orificio de descarga, caudal patrón de descarga), diámetro de los anillos y los alimentadores, tipo de operación (automático/manual).

4.- ENSAYOS DE PERFORMANCE:

Los ensayos de performance se efectuaron haciendo correr los sistemas en condiciones de operación. De esta forma se verificó:

- **Medición de las curvas reales de las Bombas:** Dado que las Salas de Bombas, no contaban con un loop de prueba y medición (Cabezal de Prueba o Caudalímetro), tal como exige NFPA 20, se recurre a la medición de caudal por medio del registro de presión sobre boquillas calibradas dispuestas en monitores de planta. El ensayo consiste en colocar boquillas calibradas sobre monitores de planta, por cada diámetro de orificio, conociendo la presión de descarga en el monitor (con manómetro en forma directa o con tubo pitot), se calcula el caudal de descarga. Este valor (de una o más descargas, según corresponda), da el caudal de descarga de la bomba (abcisas de la curva presión vs. caudal), mientras que el registro de presión de la descarga de la bomba, da los valores correspondientes a las ordenadas de la curva.-
- **Performance de los Sistemas de Espuma:** Tanto para los sistemas fijos con cámaras de espuma, como para los sistemas de inyección por la base, se hicieron correr los sistemas bloqueando los ingresos a tanque y recolectando muestras de espuma formada a sistema abierto para comprobar, porcentaje de dosificación, medidos por refractometría y comparados contra muestras patrones realizadas en campo con agua de la planta.

- **Muestras de Concentrado:** De todos los tanques de almacenamiento de espuma, se tomaron muestras para análisis en laboratorio bajo normas IRAM, de manera de determinar tipo de concentrado y parámetros físico químicos (densidad, viscosidad, ph, cantidad de sedimentos, tiempo de drenaje, expansión).

5.- CRITERIOS DE PROTECCION SEGÚN LEY 13660 Vs. NFPA EVALUACION DE DISCREPANCIAS DE LOS SISTEMAS ESTUDIADOS – DIFERENCIAS FUNDAMENTALES

5.1 Aspectos de Diseño de acuerdo a NFPA 11.

La norma NFPA 11, establece como punto de partida del diseño de un sistema de protección para tanques de almacenamiento los siguientes puntos:

- a) Características del Producto Almacenado.
- b) Tipo Constructivo del tanque de almacenamiento.
- c) Tipo de dispositivos de descarga a emplear (Tipo de Instalación).

Existe una clasificación precisa definida a partir del “**Punto de Inflamación**”, que se define como la mínima temperatura de un líquido en la cual se produce suficiente cantidad de vapor para formar una mezcla inflamable con aire cerca de la superficie del líquido o en el recipiente que lo contiene.

De acuerdo a este parámetro característico NFPA establece la siguiente clasificación:

- **Líquidos inflamables:** son todos aquellos cuyo punto de inflamación es inferior a 37.8° C y presión de vapor menor a 2.76 Bar

Líquidos Inflamables	Flash Point	Punto de Ebullición
Clase IA	Menor a 23° C	Menor a 38° C
Clase IB	Menor a 23° C	Igual o Mayor a 38° C
Clase IC	Igual o Mayor a 23° C	Menor a 38° C

- **Líquidos combustibles:** son todos aquellos cuyo punto de inflamación es superior a 37.8°C

Líquidos Combustibles	Flash Point
Clase II	Igual o Mayor a 37.8° C y menor a 60° C
Clase III A	Igual o Mayor a 60° C y Menor a 93° C
Clase IIIB	Igual o Mayor a 93° C

En función de evaluar la peligrosidad de los productos de acuerdo a esta clasificación, se podría decir que el potencial riesgo de incendio aumenta conforme disminuye su clase.

Los fuegos desarrollados en tanques de almacenamiento, son los denominados “fuegos de profundidad”, pues son generados a partir de “charcos” de combustibles de grandes espesores.

Por tal razón y tal como indica la Normativa de Aplicación (NFPA 11), los mismos deben ser protegidos mediante la aplicación de espuma de baja expansión, aplicada mediante dispositivos de descarga de tipo II o tipo III (UL-162 – Dispositivos de descarga “gentil” de espuma o dispositivos de descarga “violenta”). En el primer grupo se distinguen los sistemas de cámaras de espuma e inyección subsuperficial, mientras que en el segundo se encuentran monitores y cañones de gran caudal.

Para seleccionar el tipo de espuma a descargar, se debe tener en cuenta las características de los productos a proteger. Cuando se trata de playas de tanques de crudo, estamos hablando de hidrocarburos convencionales, cuando se trata de Blendings de hidrocarburos aditivados, (en algunos casos), aditivos que confieren al hidrocarburo características de solvente polar, se requiere la utilización de concentrados aptos para solventes polares o resistentes a los alcoholes, identificados con la sigla AR. Esto obedece, a que un concentrado normal se destruiría al entrar en contacto con los solventes polares presentes en el hidrocarburo. Desde el punto de vista de diseño, no solo cambia el tipo de concentrado, sino que las presiones requeridas en los dispositivos de descarga son muy superiores a los requeridos para otras espumas, obligando en muchos casos, a modificar las instalaciones para garantizar los niveles de presión establecidos.

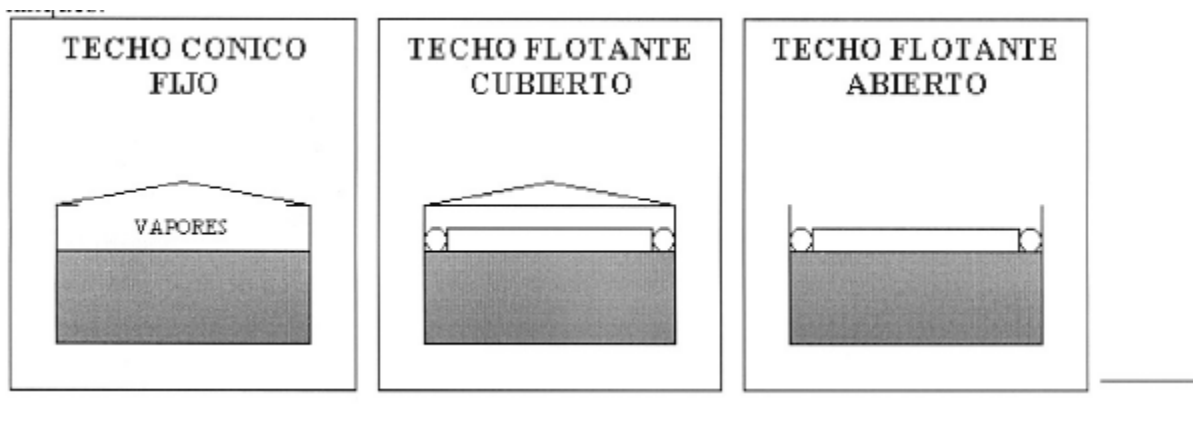
La primer diferencia que surge entre NFPA y la Ley 13660 es que, esta ultima, no distingue entre el tipo de hidrocarburo almacenado, contempla solo tasas de aplicación para dispositivos de Tipo II y en particular cámaras de espuma, no contemplando sistemas de inyección subsuperficial o sistemas de monitores o cañones de gran caudal.

Tanto la Legislación Local como NFPA para la protección contra incendio de una playa de tanques supone dos tipos de instalaciones:

Una específicamente es la extinción y dispositivos de ataque activos. Sistemas de espuma de baja expansión (Relación de expansión menor que 10).

La segunda esta vinculada a la refrigeración estructural de la envuelta del tanque y el contenido interno de manera de minimizar la generación de vapores por acción de la radiación interna o externa y efectos secundarios no deseados, altamente peligrosos como el Boil Over y otros.

NFPA asocia la metodología de protección y las pautas de diseño, de acuerdo al tipo constructivo de los tanques de almacenamiento, así pues, distingue principalmente tres tipos constructivos de tanques:



NFPA contempla, cuatro metodologías aplicables y posibles para la protección de tanques, no siendo todas aplicables a todos los tipos constructivos de tanques. Ellos son:

- a) Sistema fijo con cámaras de espuma
- b) Sistema fijo con monitores
- c) Sistema fijo inyección por la base
- d) Sistema semi fijo con cámaras de espuma

a) Sistema fijo con cámaras de espuma

Los sistemas de este tipo consisten en una fuente segura de agua, que proviene de la red de incendio de planta, por ejemplo, un tanque de almacenamiento de emulsor, un equipo para producir la dosificación y un conjunto de cañerías que vinculan al equipo dosificador con las cámaras de espuma que es donde finalmente se produce la espuma.

Este tipo de protección puede ser de operación manual o automática, de acuerdo sea el tipo de diseño que se haga y el nivel de complejidad deseado.

Se distinguen dos tipos de cámaras según sea el techo del tanque, se tienen cámaras para techo fijo y cámaras para techo flotante. Si bien, operativamente, cumplen la misma función, la diferencia radica en la forma de instalación y el área de protección.

En ambos casos un deflector ubicado en el interior del tanque, para los de techo fijo, y en la parte exterior sobre el sello, para los de techo flotante, dirige la descarga de espuma suavemente sobre la superficie en combustión.

b) Sistema fijo con Monitores o Cañones de Gran Caudal

Al hablar de este tipo de protecciones, podríamos decir que inicialmente son iguales, en cuanto componentes, a los sistemas con cámaras, con la única diferencia que el dispositivo de descarga no es una cámara sino un monitor, es decir, un elemento que descarga un chorro de espuma sobre el riesgo, siendo la aplicación bastante mas violenta que con una cámara de espuma, razón por la cual las tasas de aplicación son mayores a las utilizadas con cámaras.

De la misma manera se necesita una fuente de agua, un sistema de dosificación, que en este caso puede estar incorporado a la boquilla del monitor o no.

Es de esperar que en los tanques de techo fijo, de construcción bajo API 650, exista un desprendimiento del techo con alta probabilidad de dañar o anular los sistemas fijos de cámaras de espuma. Por tal razón muchas veces se recurre al apoyo secundario de monitores o cañones de gran caudal que puedan actuar cuando el techo haya volado.

Desde el punto de vista normativo, este tipo de sistema, tiene limitaciones en cuanto a que no es aceptado para protección principal y única para de tanques cuyo diámetro supere los 18 m de diámetro.

c) Sistema Inyección por la base

Otra alternativa de protección es la de inyección por la base, donde el ingreso de espuma se efectúa por la base del tanque, debiendo viajar a través del seno del líquido hasta la superficie del combustible donde se desarrolla el fuego.

Es un sistema no permitido para la protección de hidrocarburos líquidos Clase IA, ni para solventes polares, pues estos tipos de productos contienen elementos destructivos de la espuma y por lo tanto requerirían tasa de aplicación excesivamente elevadas. Tampoco es recomendable para tanques de techo flotante debido a la alta probabilidad de tener una inapropiada distribución de espuma en la superficie del líquido en combustión.

Este tipo de aplicación requiere que la espuma posea una elevada resistencia a la contaminación por combustible, pues para llegar a la superficie de combustión, primero debe pasar toda la columna de hidrocarburo del tanque. En general las espumas sintéticas AFFF y las fluoroproteínicas son las que presentan una tolerancia adecuada, mientras que se deben descartar para esta aplicación las espumas proteínicas convencionales. No obstante es indispensable el listado y la aprobación de la espuma para aplicaciones subsuperficiales.

Comúnmente el ingreso de espuma se hace vía una derivación en la cañería de carga de producto, por lo que se requiere de una válvula de retención y un disco de ruptura que garantiza en todo momento la imposibilidad de un derrame de producto.

Se utilizan dispositivos formadores de espuma de alta contrapresión, pues en todo momento la espuma formada debe vencer la contrapresión hidrostática ejercida por la columna de producto contenida en el tanque, mas las perdidas por fricción de la tubería.

Resumiendo están formadas por una red de agua, un sistema de dosificación e inyección de emulsor, un formador de espuma de alta contrapresión, una válvula de retención y un disco de ruptura dispuesto en la cañería de inyección que es la misma que la de carga de producto.

Un aspecto importante en el diseño, es garantizar los niveles de presiones adecuados y la ubicación de los puntos de descarga de espuma por encima del nivel de agua mas alto, de lo contrario la eficiencia de la espuma se vería reducida por la dilución con el agua, prolongando así la extinción.

d) Sistema semi fijo con cámaras:

Este sistema es idéntico al primero que hemos descripto con la diferencia que el sistema de abastecimiento de solución no pertenece a la instalación sino que se realiza mediante un equipo externo, como por ejemplo una autobomba.

En este caso las cañerías que alimentan a las cámaras llegan hasta algún punto exterior al muro de contención y se disponen en sus extremos una serie de acoples rápidos para la conexión del equipo móvil que abastece de solución.

5.2 Criterios de Diseño para los Sistemas e Extinción:

Desde el punto de vista del diseño, existen algunas discrepancias entre las exigencias de la Legislación Local y NFPA.

La fundamental, obedece, a la forma de especificar el caudal de espuma requerido para garantizar la extinción. La Ley 13.660 establece la necesidad de descargar un mínimo de 30 lpm/m² de espuma formada, esto quiere decir espuma expandida. Es sabido, que la expansión no es fácilmente controlable, pues depende del tipo de dispositivo y de las presiones de operación.

Un mismo dispositivo puede generar expansiones diferentes con distintos tipos de concentrados y no por ello es ineficiente.

NFPA, establece y tipifica, para tanques de techo fijo, tasas de aplicación, es decir, caudales por unidad de superficie, de solución agua/espuma antes de la expansión. Normalmente, para hidrocarburos convencionales estas tasas son de 4.1 lpm/m² para dispositivos de Tipo II (Dispositivos de descarga suave como cámaras de espuma e inyección por la base), mientras que para dispositivos de Tipo III (Dispositivos de descarga violenta, como monitores), establece 6.5 lpm/m² aplicada sobre la superficie de espejo del tanque.

Esta diferencia que puede parecer sutil, es muy importante a la hora del diseño, pues los concentrados de espuma están ensayados en base a tasas de aplicación de solución y los dispositivos de dosificación se dimensionan en base caudal de solución. Conocer el caudal de espuma formada, no necesariamente implica conocer el caudal de solución, pues el mismo será función de la expansión que se logre.

Para NFPA la cantidad de cámaras de espuma a colocar, es función del diámetro del tanque a proteger, mientras que la única mención que se hace en la Ley nacional es que no se permite superar los 10000 LPM de espuma formada por cámara. Este aspecto es importante tenerlo en cuenta a la hora de selección, porque si bien algunos fabricantes poseen cámaras de estas magnitudes y superiores, suponiendo que por el diámetro del tanque se pueda instalar una sola cámara, por la legislación local deberíamos colocar dos de la mitad de capacidad que la cantidad total de solución requerida.

NFPA 11	
Diámetro del Tanque	Cantidad de Cámaras
Hasta 24.3 m (80 ft)	1
Entre 24.3 m y 36.5 m (80 ft a 120 ft)	2
Entre 36.5 m y 42.6 m (120 ft a 140 ft)	3
Entre 42.6 m y 48.7 m (140 ft a 160 ft)	4
Entre 48.7 m y 54.8 m (160 ft a 180 ft)	5
Entre 54.87m y 61 m (180 ft a 200 ft)	6

Los criterios de NFPA establecen, para la autonomía de los sistemas de espuma y el dimensionamiento de la reserva una relación directa con el producto a proteger y además fijan una cantidad extra denominada reserva suplementaria.

Esta reserva suplementaria, tiene por finalidad abastecer una serie de conexiones auxiliares de, mangueras cuya cantidad y autonomía depende del diámetro del tanque. Estas conexiones cubren la necesidad de pequeñas intervenciones a nivel de dique que se puedan originar por fugas o derrames menores en las

tuberías de maniobra y transferencia del tanque. Si bien la Ley 13.660 prevé la disposición de tomas auxiliares la conexión de dispositivos portátiles, no establece capacidades ni cantidades.

AUTONOMIA NFPA 11		
Producto	Flash Point	Tiempo de aplicación
Aceites lubricantes	Mayor a 23° C	25 min.
Kerosene, Aceites ligeros, Diesel Oil	Entre 38° C y 93° C	30 min.
Gasolina, Nafta, Benceno	Menor a 38° C	55 min.
Petróleo Crudo		55 min.

RESERVA SUPLEMENTARIA NFPA 11		
Diámetro de Tanque	Numero de Conexiones	Autonomía de la Conexiones
Hasta 10 m	1	10 min.
Entre 10 m y 20 m	1	20 min.
Entre 20 m y 30 m	2	20 min.
Entre 30 m y 36 m	2	30 min.
Superior a 36 m	3	30 min.

Para el caso de tanques de techo flotante NFPA, fija una metodología clara de protección con cámaras de espuma a nivel de sello (área anular), también con instalaciones de conexiones suplementarias al igual que los tanques de techo fijo.

Establece la necesidad de colocar un dique contenedor de espuma (Foam Dam) en el sello. El número de puntos de descargas o cámaras se calcula en función de la altura del Foam Dam.

La Distancia máxima entre cámaras 12.2 m de la circunferencia del tanque si el alto del Foam Dam es de 305 mm y 24.4 m si el alto del Foam Dam es de 610 mm.

La tasa de aplicación es de 12.2 LPM/m² calculada sobre la superficie anular entre el dique de espuma y la pared del tanque, siendo la autonomía de diseño de 20 min. como mínimo.

También se debe distinguir el tipo de producto almacenado, pero normalmente, la mínima densidad de aplicación recomendada por NFPA 11 es de 12.2 LPM/m² sobre el área del sello.

Para el caso de protección mediante inyección por la base, la Ley 13.660, no contempla esta metodología, razón por la cual para cualquier tipo de evaluación o análisis se debe recurrir a los criterios de NFPA.

NFPA fija limitaciones para esta aplicación, no permitiéndose para tanques de techo flotante, tanques que contienen solventes polares o combustibles miscibles con el agua o tanques conteniendo hidrocarburos Clase IA.

Tanto la cantidad de puntos de inyección de espuma, como la autonomía, se encuentran perfectamente definidas en función del diámetro del tanque y del producto almacenado. También se fijan velocidades de ingreso de la formación de espuma en el seno del líquido, en función del tipo de hidrocarburo, que fijan los diámetros de alimentación de las entradas.

También se establecen arreglos típicos, que deben incluir, válvulas de retención para bloqueo de descarga del producto, disco de ruptura, capaces de resistir en un sentido la columna hidrostática de la carga del tanque y en el sentido del flujo deben romper a bajas presiones residuales, del orden de los 2 bar, para garantizar la descarga efectiva de espuma dentro del tanque, tomas de muestra para test, etc.

INYECCION POR LA BASE AUTONOMIA NFPA 11		
Producto	Flash Point	Tiempo de aplicación
Líquidos Combustibles	Mayor a 38° C	30 min.
Líquidos Inflamables	Menor a 38° C	55 min.
Petróleo Crudo		55 min.

PUNTOS DE INYECCION – NFPA 11		
Diámetro del Tanque	Flash Point Menor 38° C	Flash Point Mayor 38° C
Hasta 24 m	1	1
24 m – 36 m	2	1
36 m – 42 m	3	2
42 m – 48 m	4	2
48 m – 54 m	5	2
54 m – 60 m	6	3

5.3 Criterios de Diseño para los Sistemas de Refrigeración:

La Ley 13.660 exige la existencia de distribución de columnas de hidrantes de manera tal que sea posible la concentración de 6 chorros de manguera en cualquier punto de la playa sin necesidad de contar con tramos de longitud mayor a 120 m. Cada chorro debe ser como mínimo de 30 m³/h (500 APM). Además exige la existencia de monitores u otros dispositivos fijos que permitan formar cortinas de agua alrededor del tanque siniestrado a una tasa de 30 m³/h/m² (0.5 lpm/m²), sobre la superficie de techo y envuelta.

Desde el punto de vista de refrigeración estructural, la Ley 13.660, establece tasas de aplicación, muy inferiores a las de NFPA 15, API 2001 o API 2030, códigos específicos de refrigeración estructural y protección contra incendio en refinerías. En todos los casos estos códigos, dependiendo del tipo de

tanque, cotas de operación, tipos constructivos, etc., fijan tasas no inferiores a 4.1 lpm/m², también sobre la superficie de techo y de envuelta.

Estas condiciones pueden obligar a replantear drásticamente, la capacidad de bombeo de una planta, la capacidad de las redes, la capacidad de la reserva de agua, la capacidad y cantidad de los anillos de rociado, etc.

En algunos casos cuando la distancia entre tanques es la suficiente, es posible minimizar estos requerimientos, pero en muchos casos cuando existen tanques muy próximos es difícil no contemplar tasas mas elevadas a las fijadas por la legislación local.

La minimización de los requerimientos de agua para refrigeración, siempre deben estar acompañados de estudios de radiación, que no siempre son fáciles de realizar, capaces de fijar valores de radiación a distintas distancias del foco de incendio. Esto permite evaluar la cantidad de calor que podría estar recibiendo un tanque vecino y en función de ese valor decidir que caudal de agua se debería descargar para que la chapa no alcance la fluencia térmica.

Normalmente, de acuerdo a NFPA ese valor de temperatura ronda los 400° C y hasta esa temperatura no existe peligro de colapso por fluencia térmica, mientras que también fija, que toda estructura o recipiente que reciba mas de 18 kw/m², debe ser refrigerada.

La refrigeración no solo esta vinculada a la resistencia estructural del mismo, sino a la minimización de la formación de vapores y a la prevención de efectos secundarios muy severos como por ejemplo el boil over, sobre todo en aquellos tanques con fondos de agua importantes.

NFPA refiere a sistemas de enfriamiento del tipo spray, con rociadores abiertos de cono lleno. Estos rociadores presentan un patrón de descarga volumétrico, formado por partículas de agua finamente divididas que maximizan la absorción de calor.

En muchos casos, cuando se trata de tanques de techo fijo tipo API 650, cuando el techo vuela, arrastre con el todos los sistemas de refrigeración vinculados, razón por la que es altamente recomendable, aun cuando no se especifique en los códigos, que los alimentadores de los sistemas de rociado de techo y envuelta, sean independientes con sendas válvulas de bloqueo.

Por tratarse de sistemas secos, es decir sistemas no presurizados desde la válvula de bloqueo hasta los rociadores, existe la posibilidad de que cascarillas de óxido formadas en las cañerías obturen la descarga de los picos. Para evitar estos inconvenientes, además de la utilización de filtros con relaciones de área no inferiores a 10:1 (para minimizar la perdida de carga), con malla de filtrado con orificios inferiores a los de los rociadores, se utilizan picos con orificios de descarga de diámetro no inferiores a 5 mm.

Esto obliga a realizar consideraciones y evaluaciones hidráulicas apropiadas, pues para la misma presión un rociador con mayor diámetro de orificio descarga mayor caudal, pudiendo verse afectada la autonomía del sistema.

5.4 Criterios de Diseño para los Sistemas de Bombeo:

Desde el punto de vista de la Legislación Local, las exigencias de los sistemas de bombeo son sumamente escuetas y se resumen en la necesidad de contar con dos fuentes de impulsión independientes, capaces de abastecer en forma individual al máximo riesgo y además deben contar con dos fuentes de energía diferentes e independientes.

NFPA, específicamente en el código referido a Bombas e Instalaciones de bombeo establece criterios precisos de los requerimientos que deben tener las bombas de incendio y sus instalaciones.

En primer lugar, establece una característica hidráulica particular para las bombas centrífugas aplicadas al servicio de incendio. Fija puntos característicos para los cuales a caudal cero la presión de cierre no debe superar el 140% de la presión nominal y al 150% del caudal nominal, la presión no puede ser inferior al 65% de la presión nominal. Estas características son las que describen una curva, denominada “plana” típica de NFPA 20. La bomba de incendio, debe ser capaz de proveer un exceso de caudal, en condición de siniestro a una presión aceptable.

Si bien se trata de bombas centrífugas, las bombas de incendio no son bombas de proceso, presentan características hidráulicas diferentes, instrumentaciones y protecciones totalmente diferentes a las bombas aplicadas al transporte de fluidos.

A diferencia de las bombas de proceso, también deben ser capaces de trabajar en cualquier punto de la curva, sin necesidad de recirculaciones adicionales para caudales bajos. En una instalación de incendio, la bomba debe abastecer desde el consumo de una manguera hasta el máximo consumo previsto por diseño. Constructivamente, el concepto es diferente al de las bombas de proceso, pues están diseñadas para que no funcionen nunca, pero cuando se las requiere deben poder hacerlo sin dificultad. No interesa tanto su rendimiento, pues no son de uso continuo, pero si interesa su confiabilidad.

Las unidades típicas, pueden ser accionadas por motores eléctricos o motores diesel, variando los requerimientos de sus controladores según se trate de una u otra. Tanto las bombas como el arreglo de cañerías y la configuración de la sala están perfectamente determinadas. Las capacidades de las bombas están normadas en saltos discretos, así como los diámetros de las tuberías de succión, descarga, loops de prueba, válvulas de alivio de presión, etc.

Gpm	LPM	Succión Pulg	Desc. Pulg	ALIVIO	ALIVIO Desc.	Caudalímetro	Válvulas de Prueba	Diam. del Cabezal
500	1892	5	5	3	5	5	2- 2 ½	4
750	2839	6	6	4	6	5	3- 2 ½	6
1000	3785	8	6	4	8	6	4- 2 ½	6
1250	4731	8	8	6	8	6	6- 2 ½	8
1500	5677	8	8	6	8	8	6- 2 ½	8
2000	7570	10	10	6	10	8	6- 2 ½	8
2500	9462	10	10	6	10	8	8- 2 ½	10
3000	11355	12	12	8	12	8	12- 2 ½	10
3500	13247	12	12	8	12	10	12- 2 ½	12
4000	15140	14	12	8	14	10	16- 2 ½	12
4500	17032	16	14	8	14	10	16- 2 ½	12
5000	18925	16	14	8	14	10	20- 2 ½	12

Se incluye la aplicación de bomba de presurización permanente (Bombas Jockey), que permiten el arranque automático del sistema ante la apertura de un consumo. Estas bombas deben ser de muy bajo caudal e inferiores al consumo mínimo de la instalación, de manera que ante la apertura de un sistema, la misma no pueda abastecer dicho consumo y por caída de presión en la línea y con una debida calibración en cascada de Presóstato, provoque el arranque automático de la bomba principal.

Se exige un loop de prueba y mediación, de manera de poder levantar la curva de la bomba, al menos una vez al año. Esta medición es factible de realizar, mediante caudalímetro con capacidad de medición hasta el 150% del caudal o cabezal de prueba con válvulas aptas para conexión de boquillas calibradas y medición con tubo pitot.

Los aspectos más relevantes de un Sistema de Bombeo típico, diseñado y construido de acuerdo a NFPA 20 son:

- Equipos de Bombeo (Motobomba, Electrobomba, Bomba Jockey), todos de acuerdo a NFPA 20 y listados para el servicio de incendio.
- Válvula de Alivio en línea de impulsión de Motobomba, con retorno a tanque o drenaje.
- Línea de prueba con caudalímetro, o cabezal de prueba, con posibilidad de prueba hasta el 150% del caudal nominal.
- Línea de sensado para arranque automático de las bombas principales.
- Posibilidad de arranque manual de las bombas principales.
- Valores pre-establecidos en los diámetros de las cañerías tanto de succión, como de impulsión.
- Línea de sensado de Bomba Jockey.
- Distancias mínimas a respetar en la cañería de succión de algunos accesorios respecto de la brida de la bomba.
- Tanque de combustible con indicador de nivel visual.
- Liberador automático de aire, accionados por un flotador de descarga atmosférica.
- Manómetros en la succión y en la descarga.
- Motobombas refrigeradas por medio de intercambiadores de calor de circuito abierto tomadas del agua de succión o radiador.
- Capacidad del Tanque de combustible: 5,07 lts/Kw, mas 10% por expansión y sumidero. Únicamente de aplicación para el motor de la bomba.
- Escapes Independientes para cada motor de Bomba, dirigido fuera de la sala.
- Protecciones por sobrevelocidad o embale de los motores de combustión interna.
- Arranque secuencial con doble banco de baterías y monitoreo permanente del estado de cada banco de baterías.
- Alarma de falla por falta de alimentación eléctrica o inversión de fase para el caso de motores eléctricos.
- En condición de servicio, las bombas no deben parar por ninguna razón más que por sobrevelocidad. Todas las demás protecciones quedan anulados quedando restringidas únicamente cuando los equipos se encuentran en modo de prueba.

Consideraciones principales para las tuberías de succión y descarga:

- La velocidad en la succión no puede ser mayor a 4,6 m/s (15 ft/seg), calculada al 150% del caudal nominal.
- La velocidad del flujo en la descarga no debe superar los 6.2 m/s (20 ft/seg), al 150% del caudal nominal.

- Cualquier cambio de dirección del flujo debe estar ubicado por lo menos a 10 diámetros de la brida de succión.
- Para la succión sólo se aceptan válvulas esclusas.
- Reducciones excéntricas para evitar bolsones de aire.
- Amortiguadores, para permitir movimientos de la tubería de succión.
- Se deben evitar codos en el mismo plano en el que apoya la bomba.
- Placa Rompe Vórtice: 2 veces el diámetro de la cañería y el despeje al piso es de $\frac{1}{2}$ diámetro, con un mínimo de 6" (152 mm).

6.- OBSERVACIONES Y RECOMENDACIONES TÍPICAS.

Normalmente, se pueden enumerar una serie de deficiencias y recomendaciones típicas luego de los ensayos y las validaciones de diseño:

a) **Reservas de agua Insuficientes:** La Ley 13.660 exige una autonomía de 4 hs. para la reserva de agua de incendio, dimensionada para el máximo riesgo. La clave está en distinguir cuál será el máximo riesgo y bajo qué hipótesis o escenario. Que equipos y dispositivos se requerirán para combatir el máximo riesgo.

b) **Sistemas de Bombeo:**

- **Desconocimiento de los datos de chapa:** Muchas veces se tratan de bombas existentes utilizadas en otras aplicaciones y se desconoce los parámetros mínimos como caudal, presión y potencia, son de origen desconocido, y no se dispone documentación del fabricante, indicando sus parámetros de trabajo.-
- **Bombas Centrifugas de Proceso:** Es muy común encontrar bombas de procesos aplicadas a los servicios de protección contra incendio. Estas no responden a las características necesarias desde el punto de vista hidráulico y/o operativas.
- **Capacidades de Bombas Insuficientes:** Muchas veces las capacidades de las bombas no se corresponden con las demandas estimadas para el máximo riesgo, siendo insuficientes en muchos casos.
- **Ausencia de Sistemas de Prueba:** No están implementados sistemas o loops de prueba para las unidades de bombeo, lo que dificulta la posibilidad de ensayos periódicos de performance para la obtención de la curva presión vs. Caudal.
- **Reservas de combustibles insuficientes:** Para el caso de motobombas las capacidades de los tanques de combustibles no alcanzan para cubrir las cuatro horas de funcionamiento. Es recomendable dimensionar la capacidad de los tanques de combustible a 3.785 lts. por HP de potencia del motor.
- **Ausencias de Bombas de Reposición de Presión (Bombas Jockey):** En la mayoría de las instalaciones el arranque de las bombas principales no se realiza en forma automática. Eso es importante a tener en cuenta cuando las dotaciones de gente, en condiciones normales de operación, son mínimas. Es recomendable en líneas generales, mantener la red presurizada y que el arranque de la o las bombas principales sea por demanda (ante la apertura de un consumo).
- **Ausencia de Sistemas de Protección Contra Sobrepresiones:** Frente a situaciones de operación de las bombas sin consumo en la red, o a muy bajo caudal, es necesario operar en forma manual válvulas de recirculación a tanque, no existiendo protecciones por sobrepresión. Es recomendable instalar válvulas de alivio de presión según especifica NFPA 20. para protección de las bombas cuando trabajan a caudal cero o para evitar sobrepresiones por embale de los motores diesel en el caso de las motobombas.

- **Cambios de dirección en las succiones de las bombas:** Es muy frecuente observar codos en el plano horizontal dispuestos inmediatamente antes de la brida de succión de las bombas o a menos de 10 diámetros de la misma. Este tipo de diseños se deben evitar dado que se producen cargas asimétricas en el impulsor dando como resultado vibraciones excesivas y altos niveles de desgaste.
- **Ausencia de programas de pruebas:** Las bombas deben ponerse en marcha al menos 30 minutos cada semana, y se debe registrar en cada caso, los valores de presión y caudal alcanzados en cada prueba. Implementar una rutina para asegurar estas pruebas en forma periódica (es la mejor manera de asegurar el perfecto funcionamiento de todo el equipo cuando realmente se lo requiere). Ref. NFPA 20-25
- **Ausencia de programas de mantenimiento:** Es altamente recomendable implementar un programa de mantenimiento y chequeo del sistema de bombeo, que asegure el correcto estado de conservación de cada componente, su disponibilidad y performance, en el momento en que se lo requiera. Mantener un registro semanal de su cumplimiento (ref. NFPA 20/25).-

d) Redes de Hidrantes y Monitores: En general, no se advierten muchos inconvenientes en los sistemas de redes. Si es recomendable verificar el espaciamiento entre columnas de hidrantes y monitores de manera de no superar los 50 m entre ellos como criterio general. Es importante mantener los inventarios de los gabinetes completos y en correspondencia con el tipo de aplicación que se busca.

Para el caso de monitores con boquillas de espuma (con dosificador incorporado), se advierte, en muchas oportunidades, que las espumas disponibles a pie de monitor no están en correspondencia con el porcentaje de dosificación de la boquilla o bien con el tipo de boquilla. Si la espuma es apta para descargar al 3%, pues la calibración de la boquilla debe ser del 3%. Si las espumas son del tipo sintético formadoras de película AFFF, entonces los dispositivos de descarga podrán ser aspirados o no, pero si se trata de una espuma con base proteica, en cualquiera de los tipos, las boquillas deben ser aspiradas.

Las espumas AFFF, basan su funcionamiento, en la gran capacidad de avance sobre un derrame (para eso fueron creadas). Esto lo logran debido a que no flotan en el hidrocarburo por la cantidad de aire que constituye la espuma, sino por la diferencia de tensión superficial entre el hidrocarburo y el film acuoso que forman. La consecuencia inmediata de este razonamiento es la siguiente: cuando se protege un riesgo de derrame, con espumas de tipo AFFF, la mejor performance se logra cuando la espuma se forma en una boquilla no aspirada (poca relación de expansión). La consecuencia de aspirar una AFFF (con lanzas aspiradas), aumentando su relación de expansión, es “frenar” el manto de espuma formado, haciendo menos efectiva su capacidad de avance sobre el derrame.-

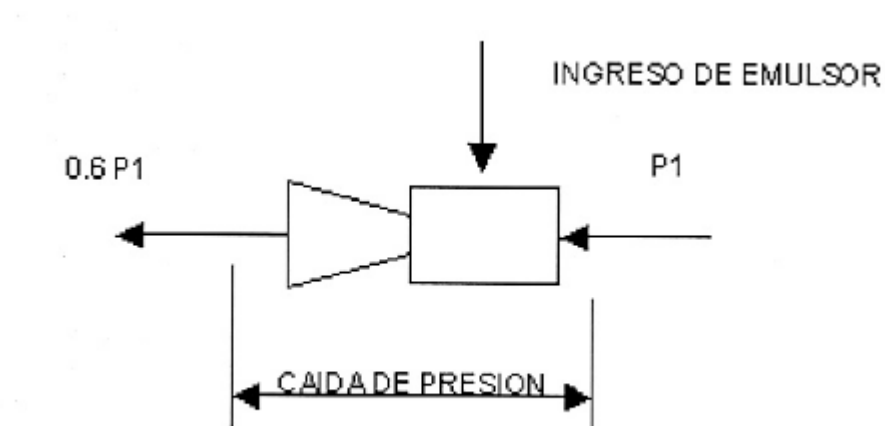
Deficiencias en las calibraciones de las boquillas implica que si la dosificación es inferior a la requerida por la espuma, peligra severamente la posibilidad de extinción. En cambio si la dosificación esta por encima del valor requerido se mal gasta en forma innecesaria un recurso escaso a la hora del incidente y costoso a la hora de la reposición.

e) Sistemas Fijos de Cámaras de Espuma:

- **Dispositivos de Dosificación:** La mayoría de las instalaciones de protección de las playas de tanques de nuestro, se basan en sistemas fijos de cámaras de espuma con dosificación en línea mediante dosificadores del tipo venturi. Si bien estos dispositivos son simples y económicos, no siempre son la mejor solución para riesgos de demandas variables.

Un dispositivo de dosificación de este tipo, incorpora una corriente secundaria de un fluido B (Emulsor), en una corriente de otro fluido, principal A (agua). La incorporación es posible de realizar porque la corriente principal genera en el dispositivo una depresión localizada que permite el ingreso de la corriente secundaria.

Ahora bien, la inclusión de la corriente secundaria en la corriente principal, se logra a expensas de una pérdida de presión sobre la alimentación principal de agua del orden del 40 %. En otras palabras el flujo saliente del dosificador, sale con un 40% menos de la presión con la que entro en el dispositivo.



Sin duda esto obliga a verificar y corroborar las presiones disponibles, siendo la razón que una vez que el flujo abandona el dispositivo de dosificación todavía le resta recorrer la cañería hacia los dispositivos de descarga venciendo las pérdidas por fricción en la tubería y las diferencias de altura geométrica y llegar a ellos con presiones que pueden oscilar entre los 2.7 bar y 7 bar dependiendo del tipo de hidrocarburo que se este protegiendo.

Si hablamos de hidrocarburos convencionales probablemente esa presión sea del orden de los 3 bar, pero para el caso de los Solventes polares o nafta aditivadas (oxigenadas). Estos valores de presión no son arbitrarios, sino son los valores ensayados que aseguran una correcta formación de espuma que garantice la extinción.-

Por otro lado que los dosificadores son dispositivos son de parámetros fijos y altamente sensibles a las variaciones de presión residual en la línea, trabajan con caudales fijos, es decir se fabrican y calibran para una presión de entrada dando como resultado un caudal constante. Que sean de caudal constante significa que cualquier valor de presión que se aparte del nominal de calibración hará que el porcentaje de dosificación ya no sea el adecuado, enriqueciendo o empobreciendo la solución conforme aumente o disminuya la presión en el ingreso del dispositivo.

Conociendo estos detalles, el interrogante se plantea porque en una situación de siniestro quien puede garantizar la estabilidad de la presión residual en una planta a medida que los sistemas entran en servicio. Probablemente la situación se pueda controlar solamente con las cámaras de espuma, pero:

¿Qué ocurre con la presión residual cuando el Sistema de refrigeración de la evolvente entra en servicio?

¿Qué ocurre con la presión residual si se necesita refrigerar tanques vecinos?

¿Qué ocurre con la presión residual si un evento no se puede controlar con las cámaras y se necesitan elementos externos de apoyo como cañones de gran caudal?

Estas razones que obviamente son impredecibles obligan al proyectista a adoptar soluciones de compromisos planteando escenarios típicos que no siempre se conocen al momento de operar los Sistemas.

Si se diseña y se seleccionan los dosificadores en línea contemplando un escenario determinado, nada hace pensar que si el operador no reproduce exactamente los caudales de diseño los venturi trabajen correctamente.

Por ello es tan importante recalibrar los sistemas, evaluando las condiciones reales de operación de forma de garantizar al máximo posible la correcta dosificación del dispositivo. El análisis debe hacerse en correspondencia con el dispositivo de descarga asociado, evaluando hidráulicamente las condiciones reales de servicio. Recordemos que dosificaciones insuficientes hacen peligrar seriamente la extinción y excesos de dosificación no significa mayor nivel de extinción, atentando contra la autonomía del sistema. En este sentido NFPA 11, especifica que descargar caudal de solución en exceso permite reducir proporcionalmente la autonomía del sistema solo hasta el 70%. No es posible reducir mas allá del 70% del tiempo requerido aun cuando se descarga mayor caudal de solución que el mínimo requerido.

Si bien los dispositivos venturi, son muy prácticos y económicos, es de suma importancia conocer cuales son sus limitaciones, bondades y dificultades, para realizar un correcto diseño o simplemente para conocer el nivel de servicio que le podemos exigir a la instalación.

- **Dispositivos de Descarga:** Para las cámaras de espuma es importante verificar la existencia de los deflectores internos. Esto obedece a que las cámaras que se conectan en las envueltas de los tanques, vierten la espuma, dentro del mismo, previo paso por este deflector, que obliga a la misma a deslizarse por la pared interna del tanque, para luego aplicarse en forma gentil sobre el líquido. Esto las coloca bajo la clasificación de dispositivo de descarga de tipo 2, según la NFPA y UL 162, lo cual define, para un tipo de concentrado seleccionado, y el riesgo de que se trate, una determinada tasa de aplicación. Esta tasa de aplicación, se incrementa notablemente, cuando la espuma se vierte en forma violenta sobre el combustible (que es el caso, de monitores, o rociadores, ó de una cámara sin deflector), en donde los dispositivos de descarga clasifican como tipo 3. Ello se debe a que en el caso de aplicación violenta, la espuma cae a la superficie del combustible, se sumerge en el mismo, parte sobrenada y parte se destruye, convirtiéndose en solución acuosa, mas pesada que el hidrocarburo y termina cayendo al fondo del tanque por diferencia de densidades. Teniendo en cuenta que todos los sistemas están dimensionados para la tasa de aplicación como dispositivos de tipo 2, en caso de que falten los deflectores, los caudales de espuma y autonomías, no serán suficientes.-

- **Puestas a Tierra:** Otro aspecto importante a tener en cuenta en este tipo de sistemas es la correcta continuidad eléctrica entre las cámaras, y los tanques, para evitar la formación de arcos por estática, al momento de producirse las descargas de espuma.-

- **Tanque de Almacenamiento de Líquido Espumígeno:** Es recomendable mantener lleno el nivel de líquido espumígeno y de los tambores auxiliares dedicados a monitores, de manera de minimizar la

superficie de evaporación y preservar la durabilidad del concentrado. También es recomendable la utilización de válvulas de presión de vacío en lugar de cuellos de cisne. Es vital para la preservación de los concentrados, que todas las entradas de los pescantes y chupadores de espuma estén perfectamente selladas, así como la existencia de las válvulas de corte y retención correspondiente en todos los dispositivos de dosificación. Todas estas medidas apuntan a la preservación del concentrado evitando su contaminación o deterioro por ingreso de aire, agua o agentes extraños.

- f) Sistemas Fijos de Refrigeración:** Los puntos más importantes de aplicación de agua, son las virolas, fundamentalmente en su mitad superior (donde la chapa no esta mojada por el producto en el interior del tanque), debido a que allí, no existe posibilidad de intercambio de calor con el producto, y ante un incendio en el propio tanque ó en un tanque vecino, se debe mantener la integridad de la virola para evitar el colapso del recipiente.

Las instalaciones de refrigeración deben ser mediante anillos de rociados dedicados, aplicados sobre techo y virola, con rociadores del tipo spray de cono lleno. En otras oportunidades, cuando se decide adecuar las tasas de aplicación a NFPA o API, es necesario ampliar diámetros de alimentadores y anillos. Esto no siempre es posible, pues puede requerir la colocación de nuevos soporte e intervenciones en caliente sobre el tanque, razón por la cual es factible recurrir a medios externos, que refuercen la tasa inicial de los anillos de rociado existente.

Cuando se protege un tanque de techo fijo con rociado en techo y en virola, los alimentadores de los anillos de rociado deben ser independientes. Esto es debido a que el evento que se espera ante un incendio es una voladura de techo, con lo cual toda la instalación de rociado en el mismo se pierde, y por ende su alimentador.-

Muchas veces no se advierte la presencia de filtros que minimizan la posibilidad de de los rociadores. También para evitar el taponamiento es recomendable, instalar puntos de barrido en la cañería principal que permitan realizar en forma periódica flushing de manera de expulsar cascarillas y otros elementos extraños.

7.- CONCLUSIONES:

Naturalmente, al evaluar instalaciones existentes, es lógico que existan discrepancias con los estándares internacionales mencionados, teniendo en cuenta que muchas de las instalaciones fueron diseñadas y construidas íntegramente dentro del marco de la legislación local y en otros casos bajo criterios ambiguos.

Las observaciones típicas que surgen de este tipo de estudios, sin duda, son herramientas fundamentales para la mejora y la optimización de las instalaciones. El primer paso es el conocimiento y el diagnóstico, de manera de conocer el punto de partida y establecer un programa integral de mejora, compatibilizando las necesidades y los recursos disponibles con los requerimientos mas importantes exigidos por los estándares internacionales.

Pueden existir desviaciones leves, medianas o severas, lo importante es conocerlas y establecer un criterio correctivo basado en algo más que la intuición o la experiencia y cuando la legislación local se agota, conocer que existen normas de carácter internacional que tratan ampliamente estos temas.

Independientemente de la norma o legislación que se analice, es vital saber que tipo de instalación tenemos, cual es la performance real, cuales son las virtudes y cuales son sus deficiencias y limitaciones.

Debemos tener en cuenta que la instalación debe ser operativa, muchas veces cumplir con una norma o legislación no implica necesariamente contar la instalación óptima para nuestro riesgo. Se puede contar con cantidades de monitores manuales dispuestos por toda la playa, pero la pregunta es, existe cantidad suficiente de hombres para operarlos, al momento del incidente habrá cantidad suficiente de hombres para concentrar seis chorros de mangueras en un punto cualquiera de la playa.

Estas y otras preguntas similares son las que nos obligan a replantear drásticamente la operatividad de las instalaciones existentes. A priori no parece criterioso ni económicamente viable rehacer por completo instalaciones existentes cuando no cumplen determinados criterios en forma parcial o total. Entonces, el desafío y la clave esta en encontrar soluciones factibles, contemplando los estándares y al mismo tiempo el cumplimiento de las exigencias locales. Pero, quizás, lo mas importantes, sea asegurarse que la instalación es la optima para el riesgo, es operable con los recursos disponibles y se encuentra en perfecto estado en el instante que se la requiera.