

RIESGO DE INCENDIO: COMPLEMENTARIEDAD EN EL DISEÑO DE INGENIERÍA ENTRE LAS LEYES 19587 Y 13660 Y LA NORMATIVA INTERNACIONAL

Clara, Laurencia⁽¹⁾

⁽³⁾ Licenciada en Química. Magister en Salud y Seguridad Ocupacional. Especialista en Riesgos ambientales
laurenciaclara@hotmail.com

RESUMEN

Se muestran algunas diferencias entre las Legislaciones vigentes de Seguridad e Higiene Laboral y de Hidrocarburos. Se presenta la complementariedad indispensable entre los standards de la NFPA y nuestra Legislación, en cuanto a las carencias que ésta posee, en algunos casos importantes. Las Normas de la NFPA permiten disminuir dramáticamente la probabilidad de falla de las instalaciones y de esta manera permitir al Plan de Contingencias desarrollarse durante un incendio tal como fue diseñado.

INTRODUCCIÓN

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN DE CADA LEY

El Dec. 10877 (Art. 1702) alcanza a todas las instalaciones de producción y transformación del Sector, cualquiera sea su capacidad, a los almacenamientos de 3.000 m³ para fuel-oil, gas-oil o diesel-oil, de 1.500 m³ para líquidos inflamables o combustibles líquidos livianos, etc. Otras capacidades inferiores están reguladas por otra reglamentación, como el caso de los tanques para agro, de 5m³.

La Ley de Seguridad e Higiene expresa a su vez que toda planta de elaboración, transformación y almacenamiento debe cumplir con la Ley 13660, además de diversas especificaciones.

Más allá de las dificultades en la interpretación del Dec. 351/79 y sus carencias, ésta clasifica las sustancias inflamables y los combustibles según su Flash Point y combustibilidad (Cuadro 1, sólo incluimos aquellas clasificaciones de interés, otras: poco combustibles, incombustibles y refractarias):

Cuadro 1.

Tipo	Comentarios		Ejemplos propuestos por la Legislación
Inflamables 1°	$T_{\text{infl, momentánea}} \leq 40^{\circ}\text{C}$	Líquidos que pueden emitir valores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles	Alcohol, éter, nafta, benzol, acetona y otros
Inflamables 2°	$41^{\circ}\text{C} < T_{\text{infl, momentánea}} < 120^{\circ}\text{C}$		Kerosene, aguarrás, ácido acético y otros
Muy combustibles	Materias que expuestas al aire, puedan ser encendidas y continúen ardiendo una vez retirada la fuente de ignición		Hidrocarburos pesados, madera, papel, tejidos de algodón y otros.
Combustibles	Que puedan arder en hornos diseñados para ensayos de incendios Integradas hasta 30% P/P por materias muy combustibles	Que puedan mantener la combustión aún después de suprimida la fuente externa de calor; por lo general necesitan un abundante aflujo de aire	Determinados plásticos, cueros, lanas, madera y tejidos de algodón tratados con retardadores y otros

El Dec. 351 expresa que 1l inflamable 1ª categoría no miscible en agua = 2l 1ª categoría miscible en agua = 3l inflamable 2ª categoría. De esta forma comenzamos confeccionando la siguiente lista (Cuadro 2),

que creamos para facilitar la identificación de los volúmenes límite por tanque que requiere la legislación en Seguridad e Higiene.

Cuadro 2.

Cumplir	Inflamable 1° categoría inmiscible en agua	Inflamable 1° categoría miscible en agua	Inflamables 2°C categoría
Condición A	V < 200l	V < 400l	V < 600l
Condición B	V < 500 l	V < 1000 l	V < 1500 l
Condición C	500 < V < 1000	1000 < V < 2000	1500 < V < 3000
Condición D	1000 < V < 10000	2000 < V < 20000	3000 < V < 30000
Otras	V > 10000 prohibidos	V > 20000 prohibidos	V > 30000 prohibidos

Como Condición A indicamos el Volumen máximo que puede almacenarse en los lugares de trabajo. Las demás Condiciones (Cuadro 3) se refieren a factores específicos de Seguridad e Higiene. En particular prohíbe almacenar cantidades superiores a los 10.000 litros de inflamables de primera categoría o sus equivalentes, no obstante pueden encontrarse sector tanques con capacidades mucho mayores. Éstos, cuando fueren fabricados según los estrictos estándares internacionales, son seguros. Por otro lado, han sido aceptados tanques de inflamables de hasta 15000m³ sin requisitos especiales. (Art. 321 del Dec. 10877). A partir de los 15000m³ son aplicables disposiciones especiales que se deben acordar con el Organismo Competente. Por otra parte, se prohíben los almacenamientos de más de 10.000 m³, cuando fueren agrupamientos en un solo recinto (cuando se trate de fuel oil o lubricantes, ese límite puede elevarse a 15.000 m³).-

Considerando las clasificaciones de la Ley de SyH , en las instalaciones de almacenamiento, los tanques mencionados en la Ley de HC, Dec. 10877 quedarían sujetos únicamente a la Ley de SyH si:

- muy combustibles de capacidad menor a 3000m³, sin condiciones especiales
- inflamables de categoría 1° insolubles en agua cumplirían las Condiciones A, B, C y parte la D,
- inflamables de 1° categoría solubles en agua cumplirían las categorías A, B, C y parte de la D
- inflamables de 2° categoría, solamente las condiciones A, B y C.

Cuadro 3.

Requisito		Condición B	Condición C	Condición D
Distancias de seguridad		Sin otras especificaciones	Separados de otros ambientes, vía pública y linderos mínimo 3m Entre inflamables: 6m	En relación con la capacidad de almacenamiento, mínimo 3m/Q=1000 l, adiciona 1m/1000 l o fracción adicional de aumento de la capacidad. Esa distancia es el doble entre depósitos de inflamables. En ningún caso debe tener materiales combustibles.
Accesos de seguridad		Sin otras especificaciones		Dos, opuestos entre si de forma tal que desde cualquier punto del depósito se pueda alcanzar uno de ellos, sin atravesar un presunto frente de fuego.
Protección contra incendio		Sin otras especificaciones		Instalación de extinción adecuada al riesgo
		Matafuegos con clase y en cantidad apropiada		
Constructivo	Puertas	Sin otras especificaciones		Deben abrir hacia el exterior y tener cerraduras que permitan abrirlas desde el interior, sin llave
	Piso	Sin otras especificaciones		Pendiente hacia los lados opuestos a los medios de escape para que mediante sifón ciego $d=0,102\text{ m}$ se lo conduzca a un estanque subterráneo, $Q_{\text{estanque}} \geq 150\% Q_{\text{depósito}}$ o instalar interceptor de productos de capacidad adecuada
		Piso impermeable y estanterías antichispa e incombustibles, formando cubeta capaz de contener $V=110\%$ del contenido si es inmiscible en agua y $V>120\%$ si fuera miscible		
Iluminación		Natural o artificial antiexplosiva		
Ventilación		Natural mediante ventana con tejido arrestallama o conducto		

Finalmente, la NFPA 30 clasifica estos materiales de forma similar:

Inflamables: T_{flash} < 37.8°C (100°F)

Inflamables clase I: PV Reid < 2068.6mmHg a 37.8°C (según ASTM D 323, *Standard Method of Test for Vapor Pressure of Petroleum Product*)

Clase IA : $T_{flash} < 22.8^{\circ}\text{C}$ y $T_{eb} < 37.8^{\circ}\text{C}$
 Clase IB : $T_{flash} < 22.8^{\circ}\text{C}$ y $T_{eb} \geq 37.8^{\circ}\text{C}$
 Clase IC: $22.8^{\circ}\text{C} < T_{flash} \leq 37.8^{\circ}\text{C}$
 Combustibles: $T_{flash} \geq 37.8^{\circ}\text{C}$
 Clase II: $37.8^{\circ}\text{C} < T_{flash} < 60^{\circ}\text{C}$
 Clase IIIA $60^{\circ}\text{C} < T_{flash} < 93^{\circ}\text{C}$
 Clase IIIB $T_{flash} \geq 93^{\circ}\text{C}$

La protección de los líquidos Clase 1 A queda fuera de la normativa NFPA 30, ya que considera que los líquidos inflamables 1 A no pueden protegerse mediante sistemas fijos.

Esta clasificación afecta a la selección de los sistemas de Protección contra Incendios, el dimensionamiento, distancias mínimas, etc. aplicables a cada tanque en función de los componentes combustibles o inflamables a proteger, entre otros. Dado que nuestra legislación propone como T_{flash} límite a los 40°C (la norma original utiliza los $^{\circ}\text{F}$) y clasifica inflamables de 2° categoría como aquellos comprendidos en el rango $41^{\circ}\text{C} < T_{flash} < 120^{\circ}\text{C}$, no podemos incorporar la NFPA de forma rigurosa. Por ejemplo, en los distanciamientos, la NFPA 30 recomienda que para los tanques aéreos de almacenamiento de líquidos estables Clase IIIB se deben mantener ciertas distancias (Cuadro 4), exceptuando aquellos que se ubican dentro de un diked area o de un camino de drenaje para tanque/s de almacenamiento de Clase I o II, siendo en este caso aplicable 2-3 2.1 y 2

Cuadro 4.

Capacidad del tanque (gal)	Lado opuesto de ruta de circulación (pies)	Edificio más cercano dentro de la propiedad (pies)
<12000	5 (1.5m)	5
12001<Q<30000	10 (3m)	5
30001<Q<50000	10	10
50001<Q<100000	15 (4.5m)	10
Q> 100001	15	15

1 gal =3.8l 1 pie =0.3m

La NFPA, entonces, clasifica a los combustibles clase IIIB a aquellos cuya $T_{flash} \geq 93^{\circ}\text{C}$, pero en nuestra Legislación no se determina otra denominación.

En particular, en cuanto a distanciamientos, el Art. 321 del Dec 10877 indica distanciamientos de cualquier tanque respecto de:

- a) límite de concesión: $\frac{1}{2}$ diámetro, con un mínimo de 15 metros.
- b) caminos públicos: 1 diámetro, con un mínimo de 15 metros.
- d) De las casas habitación e instalaciones industriales vecinas: 2 diámetros del tanque mayor.

Por lo que en principio el Dec. 10877 considera que los riesgos respecto de dichas ubicaciones son mayores que los propuestos por la NFPA para combustibles tipo fuel-oil.

Para el método de medición del T_{flash} la NFPA 30 recomienda tomar como parámetro su viscosidad, y las normas son adoptadas por el IRAM para los informes de calidad de combustibles, y por ende, adoptado por la Secretaría de Energía en sus reglamentos:

- ASTM D 56, *Standard Method of Test for Flash Point by the Tag Closed Tester* $\mu(25^{\circ}\text{C}) \leq 9.5$ centiStokes, IRAM 6503
- ASTM D 93, *Standard Test Methods for Flash Point by the Pensky-Martens Closed Tester* $\mu(25^{\circ}\text{C}) > 9.5$ centiStokes IRAM IAP 6539

Finalmente, en cuanto al espaciamiento entre tanques encontramos que la NFPA recomienda:

Cuadro 5.

Diámetro de tanque (pies)	Techo flotante	Horizontales	
		Clase I o II	Clase IIIA
Todos cumplen $d < 150$	1/6 de la suma de los d de los tanques adyacentes pero no menos de 3pies	1/6 de la suma de los d de los tanques adyacentes pero no menos de 3pies	1/6 de la suma de los d de los tanques adyacentes pero no menos de 3pies
$d > 150$, diking	1/6 de la suma de los d de los tanques adyacentes	1/4 de la suma de los d de los tanques adyacentes	1/6 de la suma de los d de los tanques adyacentes

Por el Dec. 10877 (Art. 321) los distanciamientos entre tanques serán como mínimo una vez el diámetro del tanque mayor más cercano medido de pared a pared de tanque.

2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

2.1 CANTIDAD DE MATAFUEGOS

La Ley de SyH especifica que la cantidad de matafuegos (Art. 176) se determinará según las características y áreas de los lugares de trabajo, importancia del riesgo, carga de fuego, clases de fuegos involucrados y distancia a recorrer para alcanzarlos. Los fuel oils, diesel oils y gasoil son fuego tipo A (sin restricción de volumen a almacenar), y los inflamables, tipo B.

Como Condiciones de Extinción Generales, indica que todo edificio deberá poseer matafuegos con un potencial mínimo de extinción equivalente a 1A y 5BC, en cada piso, distribuidos adecuadamente y a razón de 1 unidad de extintor cada 200 m² de superficie cubierta o fracción; su clase se debe corresponder con la clase de fuego probable. No obstante especifica que la autoridad competente podrá exigir, cuando a su juicio la naturaleza del riesgo lo justifique, *una mayor cantidad* de matafuegos, así como *también* la ejecución de *instalaciones fijas automáticas* de extinción.

Por otro lado la Ley de HC especifica que, para los Parques de Tanques de Almacenamiento, (Art 316) “deberá contarse con aparatos extintores de fuego cuya distribución en los locales y ambientes techados asegurará los lineamientos establecidos en los artículos 239, 240, 241 y 242”. Estos artículos difieren de la Ley de SyH en cuanto sólo obligan a:

- a) depósitos donde no existan productos inflamables en latas o tambores, o en talleres, oficinas, etc.: una unidad de extintor cada 300 m² de superficie
- b) depósitos donde existan productos inflamables, en latas o tambores, en plataforma de envasado, usinas eléctricas, salas de calderas, laboratorios y similares: una unidad de extintor cada 200 m² de superficie

Por ende, estrictamente siguiendo el Decreto 10877, estaríamos en un incumplimiento del Dec. 351, para los depósitos del tipo a).

2.2 UBICACIÓN DE MATAFUEGOS

En los Arts. Mencionados de la Ley de HC, la ubicación debe disponerse según:

- a) depósitos donde no existan productos inflamables en latas o tambores, o en talleres, oficinas, etc.: no se puede recorrer, desde cualquier punto del local a proteger, más de 20m hasta un aparato extintor
- b) depósitos donde existan productos inflamables, en latas o tambores, en plataforma de envasado, usinas eléctricas, salas de calderas, laboratorios y similares: no se puede recorrer, desde cualquier punto del local a proteger, más de 15m hasta un aparato extintor
- c) en cualquier caso, se ubicarán en lugares accesibles a una altura $H < 1,50$ m sobre el nivel del suelo

Según la Ley de SyH:

- a) la máxima distancia a recorrer para inflamables: 15m
- b) la máxima distancia para combustibles: 20m

Por ende, en este caso, ambas Normativas concuerdan.

3. SISTEMAS DE AGUA CONTRA INCENDIOS

El objetivo de estos dispositivos es formar cortinas de agua que actúen aislando el tanque incendiado de los que lo rodean. Las condiciones de operación deben ser (Arts.302 a 305):

a) Los tanques que rodean a otro deben poder recibir un $Q = 30 \text{ litros/h/m}^2$ de superficie exterior (techo más envoltura lateral).

b) La acción de estos elementos, podrá ser ejercida de inmediato por la simple apertura de las válvulas o dispositivos de esa instalación.

c) Las reservas de agua, en zonas no secas, deben asegurar el funcionamiento de uno de los equipos de impulsión, a su máxima capacidad, durante un mínimo *de 4 horas* en forma continuada

Este objetivo es alcanzado mediante un sistema de Sprinklers que disperse adecuadamente, bajo condiciones de montaje igualmente óptimas, el agua. En particular es la NFPA 13 la que establece los lineamientos para la instalación segura de estos sistemas.

Los Sprinklers son válvulas especiales, con un sensor de temperatura que abre el paso del agua en caso de incendio. Esto permite inundar únicamente la zona afectada, pues sólo se abrirán aquellos Sprinklers en los que exista una elevada temperatura, minimizándose los daños por inundación. Considerando los diversos tipos de Sprinklers, según el historial de incendios, como término medio se abren el doble de rociadores en los sistemas de tubería seca que en los de tubería húmeda, esto puede indicar que el fuego no se domina tan rápidamente con el sistema seco, como con el sistema húmedo. Los sistemas de acción previa tienen varias ventajas sobre los de tubería seca, las válvulas se abren antes porque la sensibilidad de un detector es mayor que la del rociador y también la detección hace sonar ante la alarma, por lo que se pueden reducir los daños. En particular los Sprinklers usados en los Parkes de Tanques son del tipo

3.1 FALLAS DE LOS SPRINKLERS

3.1.1 Importancia de los test periódicos

Los fallos del sistema de protección contra incendio se definen, especialmente a partir de la Legislación mencionada, como no cumplimientos en:

- el aprovisionamiento insuficiente durante el incidente
- un caudal insuficiente de agua
- existencia de un delay temporal del aprovisionamiento
- la falla total de válvulas (sin provisión de agua)

Se han detectado casos en los que los Sistemas, con excelentes condiciones de instalación y diseño, han fallado. La Norma de la NFPA 13 cubre todos los aspectos de instalación de los Sistemas de Sprinklers y la NFPA 25, los standards para la inspección, tests y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios basados en agua en cuatro capítulos. Ambas son Normas de y en particular, existe una coordinación entre el IRAM y la NFPA por lo que en aquellos casos, como el que tratamos en este trabajo, en los que la legislación no es exhaustiva, los especialistas en Sistemas de Protección contra Incendios suelen utilizarla como standard.

La Secretaría de Energía emitió en el año 2009 una Referencia sobre los contenidos mínimos de los informes de auditorías de seguridad según la Res. 404/94, Anexo II C. Refinerías, Plantas de almacenaje, etc, en el que se indican las situaciones que se deben auditar. Como Mantenimiento del Sistema contra Incendios la Secretaría evalúa en el listado la condición de bueno-regular-malo de diferentes equipos, bombas, válvulas, cañerías, sistemas de espuma, etc.

El Dec. 108770 no aborda la cuestión del mantenimiento de este tipo de Tanques (a nivel, de almacenamiento de crudo y sus derivados) y el Dec 351, obviando los problemas en cuanto a aplicabilidad, expresa que si el empleador ejecuta por sí mismo el control periódico de recargas y la reparación de equipos contra incendios deberá llevar un registro de inspecciones y tarjetas por equipo que permitan verificar el correcto mantenimiento y condiciones de los mismos (Art. 184) y si son controlados por terceros, deberán estar inscriptos en el registro que establecerá “la autoridad competente”. Cumpliendo estrictamente la Ley, los sistemas de Sprinklers sólo se repararían y no obligaría al mantenimiento preventivo de los mismos. Esta ausencia de obligación puede llevar a que el Sistema de Protección, si bien esté instalado, ante una contingencia, no sea operativo.

Por ejemplo, en una causa que tuvimos la oportunidad de revisar, procedente de Colombia, luego de un incendio que generó un daño grave sobre un trabajador, la empresa petrolera pudo demostrar fehacientemente que cumplía con *todos* los requisitos en materia de Seguridad y Salud Ocupacional, pero la Sala se expidió a favor del demandante, aduciendo que, ante la presentación de los documentos sobre las tareas de mantenimiento preventivo realizadas en la planta, éstas no pudieron demostrar que se vincularan de

investigada ya que esto puede indicar un deterioro, obstrucción, etc. en el suministro de agua, válvulas, etc. Expresa que mínimamente el estudio debe incluir un análisis del impacto que dicha caída de presión ejerce sobre la demanda hidráulica.

En el diseño de sprinklers, la diferencia entre la demanda hidráulica y el suministro de agua se conoce como margen de diseño o de amortiguación (buffer). El margen quedaría determinado por el diseñador. Este buffer varía según cómo el diseñador anticipó el consumo nominal, las demandas futuras, ampliaciones infraestructurales, etc. Cambios menores del test de drenaje pueden llegar a invertir el balance hacia un déficit, es decir, una provisión inadecuada de agua. Por esto es que se recomienda investigar aún aquellas caídas de presión menores al 10%. Los test de desagüe permiten detectar las caídas en el abastecimiento de agua, pero sólo los test de flujo de los hidrantes permiten hallar el impacto real sobre el sistema de Sprinklers.

3.1.4 Prueba de manómetros

Los datos que encontramos de los test son tan válidos como lo sean los instrumentos que empleamos. La NFPA 25 expresa que los manómetros debieran ser inspeccionados periódicamente para verificar que funcionan adecuadamente (mensualmente). Todos los test se deben documentar y guardarse durante 5 años. La Norma también posee los protocolos que debieran cumplirse en el registro de datos sobre las fallas encontradas.

Finalmente todas estas pruebas y revisiones mencionadas brevemente tienen como objetivo reducir al mínimo la ocurrencia de fallas en los sistemas.

4. SISTEMAS DE ESPUMÍGENOS

4.1 ESPECIFICACIONES EN LA NORMATIVA

En cuanto a este otro tipo de Defensas Activas, no son obligatorias para los tanques de lecho flotante o aquellos que almacenen lubricante (Art. 306, Dec. 10877). Los requisitos operativos de este Sistema de Protección contra incendios son los siguientes:

- deben ser suficientes para cubrir con un manto de 30 cm. de espesor de espuma el área del mayor recinto de contención incrementada con la superficie de los tanques restantes, computada en su proyección horizontal, pudiendo ser reducida en consideración a la menor peligrosidad de los productos, almacenados, aislamiento relativo de los tanques, posibilidades de utilizar productos ignífugos de instalaciones próximas, etc., pero no puede ser inferior a los 15cm.
- los tanques deben contar con sus cámaras de espuma y, además, cada parque debe disponer de una instalación portátil en caso de fracaso de la instalación fija
- $F_{\min}$ a los tanques $= 30 \text{ l.min/m}^2$
- $F_{\min}$ de la instalación: de acuerdo con la necesaria para el tanque de mayor superficie
- $Q_{\max} = 10000 \text{ l/min}$
- Intervalo entre la puesta en marcha y la obtención de espuma en la boca de descarga o toma más alejada $= 7 \text{ min}$

4.2 LAS ESPECIFICACIONES DE LA NFPA

Existen tres tipos de espumas:

- de baja densidad: expansión hasta 20: para superficies líquidas
- de mediana densidad: entre 20 y 200 para vapores o humos tóxicos
- de alta densidad: entre 200 y 2000: fuegos tridimensionales y líquidos derramados

La expansión de la espuma se define como, la relación entre el volumen final de la espuma y el volumen inicial de la mezcla antes de aplicársele aire.

La NFPA 30 es el estándar que indica qué sistemas requieren de esta protección, (el Dec. 10877 expresa que los Parques *deberán contar* con esta protección) y la NFPA 11 es el estándar para las espumas.

Los sistemas espumígenos deben ser seleccionados con cuidado; principalmente se debe a su estabilidad y reactividad (“incompatibilidad”), y a la mayor probabilidad de formar depósitos y obstrucciones:

- no puede usarse cualquier espuma para cualquier tipo de fuego
- son muy estables pero debe realizarse mantenimiento del recipiente que las contiene
- en un incendio no se pueden usar a la vez dos sistemas de espumas incompatibles
- en el diseño debe considerarse la caída de presión, incluyendo la fricción por lo que el diseño requiere de un experto

Un caso clásico de incompatibilidad está entre las sustancias polares y las espumas polares. Estas sustancias requieren de la aplicación de espumas llamadas “resistentes al alcohol”.

Los Tanques que estamos estudiando en este trabajo, (párrafo 2-2.3.1 de la NFPA 25) poseen una costura débil en la unión de la vertical y el techo. En el caso de una explosión interna, hay una separación de las partes, volando el techo y dejando la cáscara intacta para mantener el contenido de la cisterna. El fuego resultante afecta a toda la superficie expuesta del producto. Por ende, en realidad, los sistemas que deben implementarse en estos casos pueden ser (Cuadro 7):

- monitores de espuma, handlines
- aplicación superficial con orificios
- aplicación subsuperficial (Gráficos 2-3)
- métodos de “semisubsuelo”

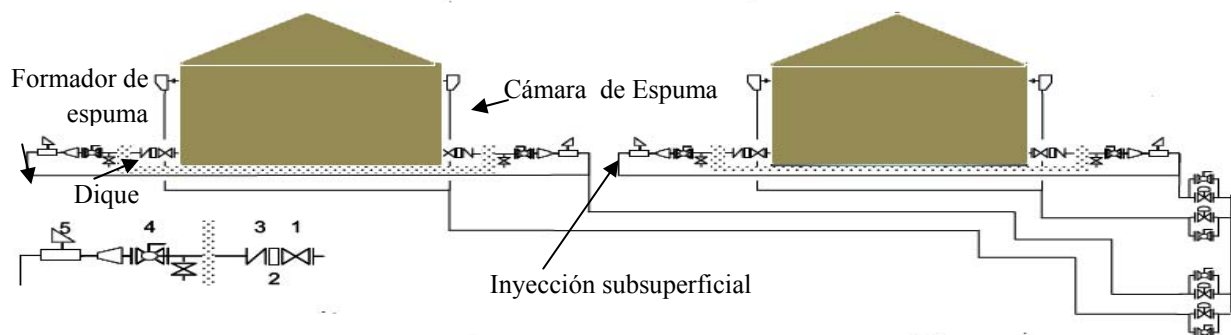
Para cada uno de estos métodos, no obstante, existen limitaciones: las boquillas monitor no pueden ser la principal forma de protección para tanques de más de 18m de diámetro y las handlines tampoco pueden serlo si los diámetros son mayores a 9m o tienen más de 6m de altura.

La tasa mínima de entrega de espuma debe calcularse suponiendo que toda la espuma llega al tanque. Esto implica que cualquier indicio de que exista una pérdida por efecto del viento debe incorporarse como un aumento de flujo.

Cuadro 7. Sustancias, tanques y tipos de espumas

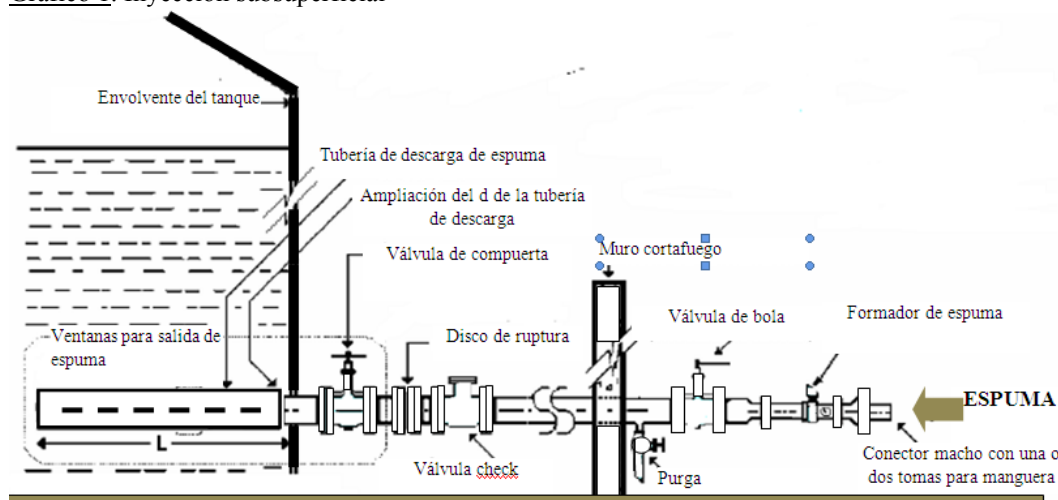
Aplicación	Líquidos inflamables		Líquidos combustibles	
	Gasolinas	Polares	Diesel	Residuos pesados
Producto	Atmosférico vertical de techo fijo con o sin membrana interna flotante.	Atmosférico vertical de techo fijo con membrana interna flotante.	Atmosférico vertical de techo fijo.	Atmosférico vertical de techo fijo.
Tipo de tanque	Atmosférico vertical de techo flotante	Atmosférico vertical de techo flotante.	Atmosférico vertical de techo flotante.	
Inyección superficial	Si	Si	Si	Si
Inyección subsuperficial	Si para atmosférico vertical de techo fijo con o sin membrana interna flotante. No para atmosférico vertical de techo flotante	No	Si	No

Gráfico 1. Arreglo de inyección Subsuperficial para 2 tanques



- 1.- Válvula de bloqueo, se debe mantener abierta y con candado. El cierre indebido y la exposición al sol puede incrementar la presión y romper el disco de ruptura.
- 2.- Disco de ruptura, debe ser instalado en el porta disco y verificarse su adecuación
- 3.- Válvula de retención (check), que permita el paso de la solución espumante y evite un posible retroceso del fluido.
- 4.- Válvula de bola de apertura y cierre rápido, su posición abierta se asegura con candado (se cierra luego de que una emergencia sea controlada, para aislar el tanque).
- 5.- Formador de espuma y purga, fuera del dique de contención, en la parte más baja de la tubería.

Gráfico 1. Inyección subsuperficial



5. CONCLUSIONES

Se han descrito algunas de las principales soluciones que encontramos a lo largo del tiempo, en cuestión de diseño, instalación y *monitoreo* de Protecciones Activas contra incendios para Tanques de Almacenamiento Aéreos. Similares resultados pueden hallarse para otras zonas e instalaciones, siendo más complejo aún la instalación para edificios comerciales puesto que éstos no se encuentran estandarizados y controlados como lo están los tanques de almacenamiento de combustibles.

Con este trabajo se pretende dar un pequeño aporte al debate que mantenemos desde hace un tiempo en cuanto a la necesidad de actualización del Decreto 10877. Se han realizado ampliaciones necesarias, por ejemplo, con la aprobación de la resolución para biocombustibles, (Resolución 1296/2008, sobre las condiciones mínimas que deben cumplir las Plantas de Elaboración, Almacenamiento y Mezcla de Biocombustibles en relación a la seguridad en caso de incendio). En particular esta normativa considera a los

líquidos combustibles, miscibles o no con agua, “aquel que es capaz de entrar en combustión con el oxígeno del aire, aún cuando no sea destinado exclusivamente a ser utilizados como “combustible” y su “flash point” sea mayor a 40°C e igual o menor a 140 °C” (Recordemos que la Ley de Seguridad e Higiene toma un concepto en cuanto “Que puedan arder en hornos diseñados para ensayos de incendios. Integradas hasta 30% P/P por materias muy combustibles”). Esta Normativa, además, incorpora conceptos utilizados en el Dec. 351 como la resistencia al fuego de las instalaciones.

Finalmente, en el marco del Dec. 342/93, Anexo I, inciso 2.10 Planes de Contingencia específicos, Incendios, estos lineamientos, especialmente referidos a los test de los Sistemas de lucha contra incendios, permiten acompañar el adecuado desarrollo de las medidas a llevar a cabo en caso de ocurrir un incendio, puesto que previenen la falla de los dispositivos, junto con la prevención del fracaso del Plan.