

CONTRA INCENDIO

Por Jaime A. Moncada





ÁREAS CRÍTICAS DE PROTECCIÓN EN REFINERÍAS PETROLERAS

La seguridad es parte del ADN de cualquier compañía petrolera; sin embargo, esto no las exime de condiciones de riesgo inminentes. A continuación, se describen algunas de las áreas donde debe centrarse el trabajo de ingeniería de protección contra incendios en una instalación petrolera

D

Desde el punto de vista de la ingeniería de protección contra incendios, no creo que exista un tipo de instalación tan desafiante como una refinería, debido a la magnitud del riesgo reinante. Un edificio de 90 pisos, una hidroeléctrica de cientos de metros debajo de la tierra, un centro de telecomunicaciones sirviendo a una gran ciudad o un hospital alojando a cientos de pacientes, todos implican desafíos de gran interés para el experto en protección contra incendios, pero ninguno de ellos llega a la complejidad, desde el punto de vista ingenieril, de lo que se encuentra en una refinería.

La guía más utilizada para establecer los criterios de protección en una refinería es API RP 2001, Práctica Recomendada para la Protección Contra Incendios en Refinerías, la cual es, a su vez, una referencia a decenas de normas NFPA.

La seguridad, incluyendo la seguridad contra incendios, es parte del ADN de cualquier compañía petrolera. Sin embargo, esto no significa que las instalaciones gaseras y petroquímicas de nuestra región no tengan condiciones de riesgo inminente con protecciones que no siempre cumplen niveles aceptables. Pareciera que no pasara una semana sin que yo reciba videos de incendios en instalaciones petroleras en nuestros países vecinos.

Como ejemplo reciente, el 5 de agosto de 2022 en la Base de Supertanqueros en Matanzas, Cuba, en una playa de tanques operada por Cupet, la compañía de petróleos de Cuba, una descarga atmosférica desató un inmenso incendio que le costó la vida a 17 bomberos. Este incendio originó una ebullición desbordante (o boilover) en tres tanques, que eventualmente afectó también a un cuarto tanque donde ocurrió un rebosamiento superficial (o slopover).

Una ebullición desbordante es un evento extremadamente peligroso que ocurre cuando en un tanque de almacenamiento de crudo, la onda de calor del incendio toma contacto con agua decantada en la base del tanque, transformándola súbitamente en vapor, expandiendo el agua 1 mil 600 veces,

desbordando con fuerza explosiva el crudo incendiado fuera del tanque. Con el apoyo de varios expertos hemos analizado esta tragedia, contenido que se encuentra en el siguiente enlace de YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=goi5W2Wo9p0&t=1452s>

Las áreas por proteger en las refinerías

A continuación incluyo las áreas que a mi entender son las más importantes y donde se debe centrar el trabajo de ingeniería de protección contra incendios en una instalación petrolera.

Redes contra incendios

El problema de fugas de agua en redes contra incendio enterradas es recurrente en casi todas las refinerías, desde México hasta Argentina. Su solución está en instalar tubería idónea para servicio contra incendios, siguiendo los requerimientos de NFPA 24, aunque previamente se hace una evaluación hidráulica a la totalidad de la red, en función a los caudales mayores requeridos en los escenarios de riesgo mayor.

Razón por la cual, la inversión es monumental, como una red contra incendios, cuya instalación puede costar decenas de millones de dólares, así que debe incluir equipo con un ciclo de vida largo. Pero lo que encontramos son redes de acero enterradas, con ciclos de vida corto, donde sus operarios tratan de limitar las presiones de operación por temor a romper la tubería de la red, en detrimento de la protección contra incendios de la instalación.

NFPA ya no permite, en ninguna circunstancia, la instalación de tubería de acero al carbono en redes enterradas contra incendios, así se haya recubierto la tubería o se haya protegido con protecciones catódicas. Otro problema recurrente tiene que ver con la concepción y diseño hidráulico de la red, donde no existe información fehaciente que documente el proceso



COMENTARIOS SOBRE EL INCENDIO EN LA BASE DE SUPERTANQUEROS DE MATANZAS
5-9 Agosto, 2022

IFSC INTERNATIONAL FIRE SAFETY CONSULTING

El 5 de agosto de 2022 en la Base de Supertanqueros en Matanzas, Cuba, en una playa de tanques operada por Cupet, la compañía de petróleos de Cuba, una descarga atmosférica desató un inmenso incendio que le costó la vida a 17 bomberos.

Incidentes con grandes pérdidas financieras

de diseño de esta. Es decir, documentos que confirmen que la estimación de los caudales mayores para los principales riesgos concuerda con una modelación hidráulica de la red contra incendios que demuestre que se tendrá suficiente caudal de agua a la presión adecuada para poder controlar cualquier incendio.

Bombas contra incendios

La tendencia actual es la de instalar menos bombas, de mayor caudal, y con motores diésel en lugar de motores eléctricos. La bomba debe ser listada para servicio contra incendios y debe ser diseñada e instalada siguiendo NFPA 20. La bomba contra incendios es equivalente al corazón de un sistema contra incendios y las compañías de seguros están poniendo mucho énfasis en su correcto diseño, instalación, prueba y mantenimiento.



Foto Cortesía IFSC

Prueba hidráulica de una red contra incendios para un muelle de carga.

Esta labor, aunque parezca trivial, es para el usuario petrolero un dolor de cabeza, al no existir compañías locales independientes que puedan inspeccionar y probar los sistemas de bombeo sin que estén pensando en “que le pueden vender al cliente”. Además, se suma otro síntoma en la región: el conflicto de interés que se crea cuando el ingeniero que ha sido contratado para evaluar o diseñar un equipo tiene también la mentalidad de vender las soluciones identificadas en su evaluación o diseño.

Clasificación de áreas peligrosas

Otra área de constante preocupación es la adecuada clasificación de aquellas áreas de la instalación petrolera donde puedan existir mezclas combustibles donde la presencia de equipos

En Latinoamérica hemos tenido incidentes extraordinariamente costosos a raíz de incendios en instalaciones petroleras. El incidente de Matanzas, por ejemplo, se ha estimado que ha tenido un costo de aproximadamente 120 millones de dólares, sin incluir el lucro cesante, ni su impacto por la falta de fluido eléctrico que ha resultado a raíz de este incidente. Sólo este milenio, tres de los 10 incendios más costosos a nivel mundial han ocurrido en instalaciones petroleras en nuestra región geográfica:

- **Refinería Amuay (PDVSA, Venezuela):** El incendio más importante en la historia reciente de nuestra región ocurrió el 25 de agosto del 2012 luego de que una fuga de olefinas provocara una explosión de una nube de vapor en esta refinería, la más grande de nuestra región. El incendio resultante cobró la vida de 47 personas, lesionó a 135 más y, de acuerdo con PDVSA, tuvo pérdidas con un costo de 1 mil 100 millones de dólares. El incendio básicamente se autoextinguió 47 horas después de haberse generado.
- **Refinería Cataño (CAPECO, Puerto Rico):** El 23 de octubre del 2009, el sobrellenado de un tanque de almacenamiento de combustible resultó en un incendio que desencadenó la ignición de 20 tanques en total. Aunque las pérdidas no se han podido contabilizar totalmente debido a problemas legales, CAPECO se declaró en bancarrota, citando deudas entre 500 y 1 mil millones de dólares y se han registrado litigios contra esta compañía que exceden 500 millones de dólares.
- **Plataforma P-36 (PetroBras, Brasil):** Esta plataforma semisumergible, en su momento la más grande del mundo, localizada 120 km al noreste de Río de Janeiro, se hundió después de tres explosiones y un incendio, donde 11 personas perdieron la vida. Este incidente ocurrió el 15 de mayo del 2001 y resultó en daños a la propiedad de 905 millones de dólares (dólares del 2019).

CONTRA INCENDIO

eléctricos cree un riesgo de incendios o explosión. La Clasificación de Áreas Peligrosas se efectúa siguiendo la norma NFPA 497. El proyecto también incluye la aplicación de la Norma API 500 o API 505. Este tipo de proyectos se deben visitar con cierta frecuencia pues la expansión, modificación y actualización de la refinería puede incluir equipos que no son totalmente seguros.

Protecciones pasivas

Otro punto de interés debe ser la protección pasiva de las estructuras en las plantas. Tal vez el daño más complicado a raíz de un incendio se presenta cuando la estructura que soporta los equipos de proceso se daña o colapsa. Para evaluar y diseñar las protecciones pasivas de una instalación petrolera se utiliza la norma API 2218, la cual requiere que los revestimientos que se utilicen para proteger las estructuras estén evaluados utilizando un "ensayo de fuego de crecimiento rápido", de

acuerdo con UL 1709. Los revestimientos resistentes al fuego que se utilizan en el sector petrolero son evaluados con un incendio que llega a su temperatura pico casi inmediatamente, lo cual es diferente a lo que ocurre en un incendio en un edificio, donde la tasa de crecimiento de la temperatura del incendio crece paulatinamente.

Distanciamiento entre estructuras

Otro método de protección muy arraigado en la industria petrolera es la de evaluar la distribución de la instalación de manera que cualquier riesgo de explosión, o la misma radiación de un incendio, tenga una incidencia limitada en equipos aledaños. Estas instalaciones generalmente se diseñan en cuadradas, donde los diferentes riesgos están ubicados en bloques individuales rodeados por calles, donde se encuentra la red contra incendios, para que puedan ser controlados desde cualquier dirección. Aunque tradicionalmente la industria petrolera ha utilizado tablas de distanciamiento entre plantas, entre unidades dentro de las plantas, y entre tanques de almacenamiento, hoy día utilizamos cálculos de radiación, por ejemplo para establecer si los tanques de almacenamiento de líquidos inflamables o combustibles requieren anillos de refrigeración.



En julio de 2022, ocurrió un incendio en la refinería de Madero, en Tamaulipas. El siniestro se suscitó por una tormenta eléctrica: primero se incendió un camión cerca de los separadores de aceite SA-1 y SA-2, hacia donde se dirigió el fuego, y luego causó el incendio de una fosa. Las llamas fueron controladas por personal dentro de la refinería de PEMEX y la red de agua de la instalación.



Foto Cortesía IFSC

Prueba hidráulica de una bomba contra incendios a través de un cabezal de prueba.

Sistemas de alarma y detección de incendios

En sitios donde hay riesgos de explosión o en instalaciones costa-afuera, es muy común encontrar un sistema de detección de gas y fuego (fire & gas), que incluye detectores

de gases tóxicos e inflamables, detectores de llama y de calor, y pulsadores de alarma. Este sistema está conectado a uno de monitoreo en un cuarto de control central y a una extensa red de notificación al personal de la instalación, a través de alarmas sonoras y visuales (típicamente luces de colores tipo semáforo advirtiendo sobre diferentes peligros). En muchos casos, estos sistemas de detección automáticamente actúan los sistemas de control de incendios e inician operaciones de seguridad en los procesos como parada de equipos, despresurización de tuberías y la aislación del riesgo. La norma NFPA que se utiliza como base para el diseño e instalación de estos sistemas es la NFPA 72.

Sistemas fijos de protección contra incendios

Los principales riesgos de incendios en el área de producción y proceso están protegidos con sistemas fijos, comúnmente sistemas de aspersión o agua pulverizada (water spray systems), que pueden ser activados automáticamente por el sistema de gas y fuego. Estos sistemas son diseñados e instalados de

acuerdo con NFPA 15. Los tanques de almacenamiento atmosféricos están protegidos por sistemas de espuma, diseñados e instalados siguiendo la NFPA 11.

Inspección Prueba y Mantenimiento (IPM)

El IPM de los sistemas contra incendios es primordial pues no sólo documenta que los sistemas están funcionando adecuadamente, sino que lleva a cabo un mantenimiento preventivo recurrente para mejorar su longevidad.

Para PEMEX, por ejemplo, he trabajado en la elaboración de instructivos de IPM de sistemas contra incendios, para estandarizar la manera como se ejecuta esta importante labor. Por sugerencia de su reasegurador, PEMEX ha unificado sus protocolos de acuerdo con NFPA 25 y muchas otras normas más. Sin embargo, estos instructivos van más allá de la unificación de criterios, pues se elaboró un documento casi autodidáctico para que los operarios puedan ejecutar esta importante labor de protección contra incendios de la manera más efectiva posible.

Cuartos de control y de generación eléctrica

Los cuartos de control son el “cerebro” de la instalación y un evento de incendio, en un espacio relativamente tan pequeño, puede sacar de operación una planta por varios meses. Estos cuartos, llamados “bunkers” en muchas instalaciones, por su construcción resistente contra la explosión, deben estar protegidos de acuerdo con la NFPA 75, y los equipos de telemetría de acuerdo con NFPA 76. Las áreas de generación, transformación y servicios auxiliares deben estar protegidas también y una buena guía sobre el tema se puede encontrar en NFPA 850.

Conclusión

Afortunadamente, hay muchos ejemplos donde compañías latinoamericanas del sector petrolero están poniéndole mayor énfasis a la seguridad contra

incendios de sus instalaciones productivas. Muchas de estas mejoras son el resultado directo del endurecimiento del reaseguro internacional para este tipo de riesgos, pero también son el resultado del reconocimiento de la resiliencia que este sector demanda.

Quisiera cerrar comentando algo casi anecdótico, pero que refleja una realidad en el sector petrolero en general. Se trata de que muchas de las compañías petroleras operando en la región recalcan, muchas veces con una intensidad casi cómica, la seguridad personal. Cuántas veces, tratando de entrar a una refinería me habrán detenido, muchas veces hasta

no haber podido entrar, porque no había tomado “recientemente” el curso de seguridad, o no tenía la protección auditiva “adecuada”, o la camisa de algodón de manga larga no era del “color autorizado”, o el casco de seguridad “no venía con la mentonera”. Pero cuando entro, para mi sorpresa, encuentro los sistemas de protección contra incendios desactivados, o mal instalados, o mal diseñados, o, en ciertos casos, inexistentes.

Lo que está ocurriendo es que los responsables de la seguridad han enfatizado la seguridad personal, la cual es importante, pero muy fácil de



Los responsables de la seguridad han enfatizado la seguridad personal, la cual es importante, pero muy fácil de cumplir y que tiende a no ser catastrófica para la operación, a despecho de la seguridad general del proceso, entre la que se encuentra la seguridad contra incendios, la cual, si no está bien concebida y no es funcional, tiende a ser catastrófica y resultar en daños de millones de dólares y pérdidas múltiples de vidas humanas

cumplir y que tiende a no ser catastrófica para la operación, a despecho de la seguridad general del proceso, entre la que se encuentra la seguridad contra incendios, la cual, si no está bien concebida y no es funcional, tiende a ser catastrófica y resultar en daños de millones de dólares y pérdidas múltiples de vidas humanas. ☹

Jaime A. Moncada, PE, es Director de International Fire Safety Consulting (IFSC), firma consultora en ingeniería de protección contra incendios con sede en Washington, DC, y con oficinas en Latinoamérica. Ingeniero de protección contra incendios graduado de la Universidad de Maryland, coeditor del Manual de Protección contra Incendios de la NFPA y reconocido experto de seguridad contra incendios en Latinoamérica. **Contacto:** jam@ifsc.us