SELECCIÓN DE INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO EN LA GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

Integrity Assessment Services
Maracaibo Estado Zulia Venezuela
Mayo 2013

Medina N. Robinson J. MSc. CMRP. *Ingeniero Mecánico, con Especialización en Evaluación de Materiales e Inspección de Equipos en la Universidad Central de Venezuela, Diplomado en Confiabilidad de Sistemas Industriales en la Universidad Rafael Belloso Chacín de Venezuela y Maestría en Ingeniería de Confiabilidad y Riesgo en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y profesional Certificado en Mantenimiento y Confiabilidad (CMRP) The Society for Maintenance & Reliability Professionals (SMRP). Con 21 años de experiencia en el área de Mantenimiento e Inspección de Equipos Estáticos asociados a instalaciones a nivel de la industria petrolera, nacional e internacional.*

1. INTRODUCCIÓN

La Gestión de la Seguridad de Procesos es una parte de la gestión de la seguridad, la cual está relacionada con los peligros mayores que impactan la seguridad, daño al medio ambiente y pérdida de negocios. Los negocios de Petróleo y Gas son usuarios significativos de los métodos de la Gestión de la Seguridad de Procesos, particularmente donde existen procesos peligrosos o grandes inventarios de materiales inflamables o tóxicos. Los reguladores esperan que los operadores de plantas de alto riesgo, implementen medidas para garantizar que sus plantas sean operadas y mantenidas de manera segura.

Los accidentes graves suceden con poca frecuencia debido al desarrollo de los códigos de diseño, construcción y mantenimiento de los equipos, así como la creciente experiencia en los operadores de plantas. Sin embargo, muchas empresas enfrentan desafíos mayores relacionados con la velocidad en que se instalan las operaciones, la reducción de la mano de obra, presiones ambientales que pueden causar cambios en el proceso, en algunos casos la antigüedad de la planta, la adecuación a nuevos esquemas de producción. A pesar de todos estos desafíos, una empresa debe garantizar que la gestión de la seguridad sea adecuada estableciendo altos estándares de desempeño.

En función de lo anteriormente escrito es necesario el establecimiento de criterios que permitan claramente monitorear el desempeño de una organización en la gestión de seguridad de sus procesos. Es entonces cuando surge la necesidad del establecimiento de indicadores claves de desempeño que permitan de una manera segura el monitoreo y control del activo de producción, con la finalidad de asegurar la continuidad operativa de los equipos y con ellos el cumplimiento de los niveles de producción exigidos para hacer rentable el negocio.

2. DEFINICIONES

Indicador: Es la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, cuya magnitud, al ser comparada con algún nivel de referencia, puede estar señalando una desviación sobre la cual se toman acciones correctivas o preventivas según el caso.

Indicador de Desempeño: Indicadores Claves de Desempeño o KPI, del inglés "Key Performance Indicators", miden el nivel del desempeño de un proceso, enfocándose en el "cómo" e indicando el rendimiento de los procesos, de forma que se pueda alcanzar el objetivo fijado.

Indicadores de Riesgo: Indicadores Claves de Riesgo o KRI, del inglés "Key Risk Indicators", miden el nivel del riesgo de un proceso, permitiendo tener una visión del nivel de probabilidad y consecuencias de fallas que puedan ocurrir en el futuro. Generan una visión proactiva de los escenarios de falla que puedan impactar el negocio y sus consecuencias directas sobre las personas, el ambiente y el proceso.

Indicadores claves de Desempeño: Indicadores Claves de Seguridad de los procesos o KPPSI, del inglés "Key Perfomance Process Safety Indicators", miden el nivel de desempeño en control de seguridad de los procesos, como reflejo de la cadena de diferentes eventos que pueden conllevar a un accidente catastrófico.

Contención Primaria: Se entiende por contener encerrar dentro de sí un elemento o material, para efectos de este documento técnico se considera contención primaria a la función de aquellos equipos destinados a servir como almacenadores o contenedores para el procesamiento o transferencia de un material o producto, es decir el efecto de contención de un tanque, tubería, recipiente a presión se considera contención primaria.

Contención Secundaria: se entiende el control de una liberación de un elemento o material como consecuencia de la pérdida de contención primaria, como ejemplo podemos citar diques de tanques, sistemas de recolección de drenajes, pared exterior de tanques o recipientes de doble pared.

Pérdida de contención primaria o LOPC (Loss of primary contaiment): Es una emisión no planificada ni controlada de cualquier material incluyendo no tóxico y no inflamable como consecuencia de la perdida función contención de un equipo.

Evento de Seguridad del Proceso o PSE (Process Safety Event): Condición o evento no deseado, que resulta de la pérdida de la contención primaria (LOPC).

Horas totales de trabajo: Tiempo total utilizado en actividades laborales o de producción, debe incluir las horas asociadas a empleados, contratistas y subcontratistas. No se incluyen horas asociadas a proyectos.

3. TIPOS DE INDICADORES

Existe de manera general una subdivisión de los tipo de indicadores existentes, decimos entonces que hay que diferenciar que unos indicadores reflejan los resultados de la actuación pasada en cuanto al desempeño de los equipos (Lag measures), otros indicadores describen lo que se hace para mantener el equipo, y son conocidos como "inductores" (Lead measures).

Para entender la diferencia entre indicadores de resultado o desempeño de equipos e inductores, es importante conocer el propósito de cada uno de ellos:

Indicadores de desempeño o resultados (Lag measures)

- Reflejan resultados de decisiones pasadas
- Generalmente no son claros para el personal operativo
- Nadie se siente responsable por el resultado

Son equivalentes a las autopsias pues dan información sobre lo que ya pasó, sin que se pueda cambiar su resultado.

Indicadores de actuación o inductores (Lead measures)

- Dicen cómo lo hacemos
- Muestran pasos a seguir día a día
- Más accesibles a toda la organización
- El Personal se siente responsable de las variaciones
- Generalmente miden procesos

En contraposición a las autopsias, equivale a hacer una biopsia, para detectar que está ocurriendo y tomar acciones apropiadas para mejorar el resultado.

4. CRITERIOS SOBRE QUE INDICADORES USAR

Los incidentes o accidentes de seguridad en los procesos de producción rara vez son causados por una sola falla con consecuencias catastrófica, generalmente se involucran múltiples eventos que coinciden. Esta relación entre fallas simultáneas o secuenciales de múltiples sistemas fue originalmente propuesta por el psicólogo británico **James T. Reason en 1990** y está ilustrado por el "modelo del queso suizo" mostrado en la Figura 1.

En este modelo, los peligros están contenidos por múltiples barreras de protección cada uno de los cuales puede tener debilidades o "Hoyos." Cuando los agujeros se alineen, el peligro se libera generando como resultado la consecuencia o el daño.

Figura 1: Modelo del queso Suizo

La columna vertebral de los conceptos que soportan la decisión de que indicadores de desempeño seleccionar para una gestión eficiente en cuanto a seguridad del proceso está basada en la pirámide de Heinrich de 1931 la cual desarrolló basado en su experiencia en la industria del seguro de bienes y capitales. En la Figura 2 que se muestra a continuación pueden observarse dos aspectos claves. El primero es que los accidentes de seguridad pueden ser listados en una escala de mayor a menor en cuanto a importancia y como segundo aspecto existe una interrelación directa entre un accidente mayor o grave con los correspondientes accidentes leves o sin lesiones que precedieron este accidente mayor.

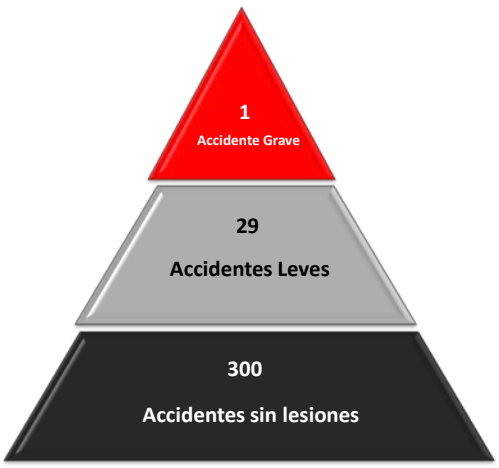


Figura 2: Pirámide de Heinrich

En función de lo anteriormente expuesto, existe una interrelación directa entre los eventos de primer nivel y los eventos de niveles subsecuentes. En este sentido al lograr establecimiento de indicadores de desempeño que puedan monitorear las diferentes variables que gobiernan cada nivel de la pirámide, podremos entonces en función del desempeño del proceso en niveles inferiores identificar debilidades u oportunidades de mejora que pueden ser corregidas o incorporadas a fin de evitar que un evento de consecuencias mayores se produzca.

En atención al comportamiento real de los diferentes accidentes catastróficos que han ocurrido mundialmente, podemos decir que existen 4 niveles de eventos que se conjugan y pueden ser considerados como pasos dados para llegar a un accidente catastrófico que son:

- **Nivel 1:** Evento catastrófico o consecuencias mayores LOPC (Loss of primary contaiment)
- **Nivel 2:** Evento de consecuencias Menores (LOPC)
- **Nivel 3:** Evento de demanda a los sistemas de seguridad
- **Nivel 4:** Eventos asociados a violaciones de la Disciplina operativas y Gerencia de Sistemas.

La interrelación piramidal entre estos 4 niveles anteriormente descritos puede apreciarse en la Figura 3.

En la figura 3 puede apreciarse que según lo establecido en las definiciones del tipo de indicadores indicado en el punto de 3 de este documento, en la medida que se sube en la pirámide la característica del indicador es de medición de resultados (**Lag measures)** y en la medida que se desciende estamos en presencia de indicadores de actuación o inductores **(Lead measures)**

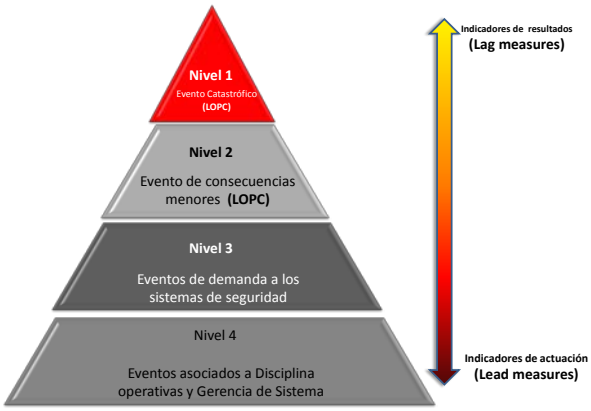


Figura 3. Pirámide de Indicadores de seguridad de procesos.

5. PROPUESTA DE INDICADORES POR NIVEL

5.1. Indicadores Nivel 1. PSE (Process Safety Event). Eventos de Consecuencias mayores.

Este indicador proporciona el conteo de eventos asociados a accidentes catastróficos ocurridos debido a pérdida de contención primaria LOPC (Loss of primary contaiment).

5.1.1. Definición y Tipo de Consecuencias

Se considera como Evento de Seguridad de Procesos a una pérdida de contención primaria (LOPC) que efectivamente se haya generado en la organización o en plantas similares, este evento puede ser considerado también como una emisión no planificada o no controlada de cualquier material, incluyendo materiales no tóxico y no inflamable (por ejemplo, vapor, condensado caliente, nitrógeno, CO_2 comprimido o aire comprimido), y que pueda generar alguna de las consecuencias siguientes:

- Lesión con días de incapacitación o muerte a un empleado propio o contratado.
- Lesión a un tercero que amerite ingreso a centro clínico o la muerte.
- Declaración de evacuación de comunidades.

- Un incendio o una explosión que resulte en consecuencias mayores o iguales a $ 25.000 de costo directo a la empresa.
- Activación de un dispositivo de alivio de presión, con consecuencias de descarga de producto a la atmosfera o a drenajes cerrados con una o más de las siguientes consecuencias:
  - Arrastre de líquidos
  - Descarga de producto hacia un lugar potencialmente peligroso.
  - Generar cierre de vías públicas para proteger la comunidad o al personal de la planta.
  - Descarga de productos Mayores que las cantidades umbrales descritas en el Anexo 1 de este documento en un periodo de una hora.

5.1.2. Ecuación

$$Tasa\ PSE\ Nivel\ 1 (Process\ Safety\ Event) = \frac{Total\ Eventos\ Nivel\ 1}{Total\ Hporas\ Hombres\ de\ exposición} \times 200.000$$

Donde el total de horas hombre de exposición deben tomar en cuentas horas propias y contratadas.

5.2. Indicadores Nivel 2. PSE (Process Safety Event) Eventos de Consecuencias Menores.

Este indicador proporciona el conteo de eventos debido a perdida de contención primaria o LOPC (Loss of primary contaiment) pero que generan consecuencias menores debido a la actuación de las barreras de contención secundarias o actuación eficiente de los sistemas de protección.

5.2.1. Definición y Tipo de Consecuencias

El indicador de eventos de consecuencias menores establecido en el Nivel 2 es un indicador de deficiencias en el sistema de barrera de seguridad que pueden ser potenciales precursores de futuros incidentes mayores o más significativos. En ese sentido, el indicador Nivel 2 proporciona a una organización las oportunidades para el aprendizaje y la mejora de su rendimiento de seguridad de proceso. Las consecuencias asociadas en este nivel son las siguientes:

- Registro de una lesión no incapacitante un empleado propio o contratado.
- Un incendio o una explosión que resultare en consecuencias mayores o iguales a $ 2.500 de costo directo a la empresa.
- Activación de un dispositivo de alivio de presión, con descarga de producto a la atmosfera o a drenajes cerrados con una o más de las siguientes consecuencias:
  - Arrastre de líquidos
  - Descarga de producto hacia un lugar potencialmente peligroso.
  - Generar cierre de vías públicas para proteger la comunidad o al personal de la planta.
  - Descarga de productos Mayores que las cantidades umbrales descritas en el anexo 2 de este documento en periodo de una hora.

5.2.2 Ecuación

$$Tasa\ PSE\ Nivel\ 2 (Process\ Safety\ Event) = \frac{Total\ Eventos\ Nivel\ 2}{Total\ Hporas\ Hombres\ de\ exposición} \times 200.000$$

Donde el total de horas hombre de exposición deben tomar en cuentas horas propias y contratadas.

5.3. Indicadores Nivel 3. Retos para los sistemas de seguridad.

Estos indicadores representan el histórico de exigencias a los sistemas de protección, y como la actuación de los mismos pudo evitar que el evento se convirtiera en perdida de contención primaria o LOPC (Loss of primary contaiment) Nivel 1 o 2.

5.3.1 Definición y Tipo de Escenarios

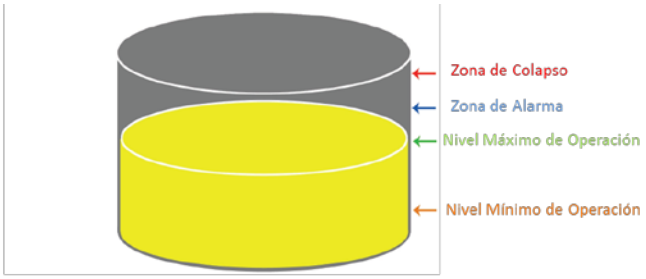
Los indicadores de este nivel proveen una oportunidad adicional para identificar y corregir las deficiencias en el sistema de barreras de protección y es decisión de la empresa utilizarlos para consumo interno o hacerlos públicos.

El seguimiento a los siguientes escenarios alimentaran a los indicadores Nivel 3 y pueden ser utilizados todos o los que se consideren convenientes:

- Equipos funcionando sobre los límites de funcionamiento seguro o Ventanas Operativas.
- Resultados de Inspecciones No Destructivas donde se demuestran equipos operando fuera de normatividad.
- Exigencias y/o activación de los sistemas de protección sin ningún tipo eventos o consecuencias.
- Descarga al ambiente de productos por debajo de cantidades umbrales descritas en los Anexos 1 y 2.

En este tipo de indicadores puede observarse claramente la utilidad de la implementación de los conceptos de ventanas operativas la cual pueden en todo momento dar la información clara que permitan alimentar los indicadores Nivel 3. En la Figura 4 puede apreciarse un ejemplo característico de ventanas operativas seguras para el caso de la altura de llenado de un tanque de almacenamiento y como las mismas pueden ser específicas para cada equipo.

Otro aspecto importante que debe tomarse en cuenta y que sirven de complemento a los indicadores Nivel 3 es el caso de los indicadores de riesgo o KRI´s del inglés “Key Risk Indicators”, o Indicadores Claves de Riesgo, los cuales miden el nivel del riesgo de un proceso, permitiendo tener una visión del nivel de probabilidad y consecuencias de fallas que puedan ocurrir en el futuro.



Tanque	Producto	Cap. Nominal (MBls)	Límites Seguros de Operación						Alarma Mecánica (m)	Nivel de Vertederos (Derrame) (m)
			Nivel de Alarma (m)		Ventana Operativa Mínimo	Ventana Operativa Máximo	Nivel de Alarma (m)			
			Bajo -Bajo	Bajo	Nivel de Fondaje (m)	Nivel de Operación (m)	Alto	Alto - Alto		
TV-1	Gasolina	55	0.700	1.830	1.950	10.890	11.130	11.370	11.370	12.090
TV-2	Gasolina	30	0.850	1.460	1.570	8.810	9.180	9.560	9.740	10.870
TV-3	Aceite	20	0.590	1.520	1.700	7.100	7.200	7.380	7.516	8.200
TV-4	Aceite	55	0.720	1.400	1.500	9.778	9.996	10.214	10.267	10.945
TV-5	Jet A-1	55	0.700	0.900	1.000	12.360	12.480	12.600	12.740	13.100
TV-6	Jet A-1	30	0.700	1.480	1.640	10.100	10.290	10.480	10.684	11.230
TV-7	Diesel	55	0.720	1.710	1.910	10.970	11.160	11.400	11.491	12.360
TV-8	Diesel	20	0.590	1.520	1.700	7.460	7.516	7.680	7.900	8.200
			Peligro	Alerta	Seguro		Alerta	Peligro		

Figura 4: Ejemplo de Ventanas Operativas

Estos indicadores generan una visión proactiva de los escenarios de falla que puedan impactar el negocio y sus consecuencias directas sobre las personas, el ambiente y el proceso algunos indicadores propuestos en el caso de monitoreo de riesgo pueden ser:

- Número de equipos con categoría de probabilidad de falla ≥ 4/ Total de equipos.
- Número de equipos con categoría de Consecuencias ≥ D / Total de equipos
- Número de Equipos con Nivel de Riesgo ≥ riesgo objetivo/ Total de equipos
- Riesgo Acumulado Total/ Riesgo acumulado previsto (RAP)

5.3.2. Ecuación

La manera de contabilizar este indicador es por medio del número de eventos Nivel 3 asociados a cada una de las características siguientes y que no corresponden a indicadores Nivel 1 o 2.

- Equipos funcionando sobre los límites de funcionamiento seguro o Ventanas Operativas.
- Resultados de Inspecciones No Destructivas donde se demuestran equipos operando fuera de normatividad.

- Exigencias y/o activación de los sistemas de protección sin ningún tipo eventos o consecuencias.
- Descarga al ambiente de productos por debajo de cantidades umbrales descritas en los Anexos 1 y 2.

5.4. Indicadores Nivel 4. Disciplina Operativa y rendimiento del Sistema de Gestión

A partir del establecimiento de indicadores de gestión que permitan monitorear el cumplimiento de los diferentes procesos que aseguren que una organización efectúa eficientemente cada una de las gestiones de operación y mantenimiento en esta medida se generarán menos incidentes que colaboraran según la pirámide de Heinrich con la alimentación de eventos en los Niveles 3, 2 o 1.

A continuación se establecen los criterios para el establecimiento de indicadores del Nivel 4:

- Cumplimiento de acciones de evaluaciones de peligro versus las planificadas.
- Cumplimiento de actividades asociadas a condiciones de seguridad vencidas.
- Cumplimiento de los programas de capacitación técnicos y de seguridad al personal.
- Número de actividades de operación y/o mantenimiento procedimentadas.
- Cumplimiento de los procedimientos de apertura y cierre de permisos de trabajo.
- Porcentaje de cumplimiento del programa de inspección de los equipos críticos de Seguridad, incluye recipientes a presión, tanques de almacenamiento, sistemas de tuberías, dispositivos de alivio de presión, bombas, instrumentos, sistemas de control, dispositivos de seguridad y sistemas de parada de emergencia, sistemas de mitigación y respuesta a emergencias.
- Cumplimiento de los programas de Diagnostico, planificación, programación y ejecución de mantenimiento.
- Numero de hallazgos de deficiencia en los equipos de seguridad detectados, por ejemplo dispositivos de alivio de presión que no pasaron la prueba de banco.
- Porcentaje de cumplimiento al programa de simulacros de emergencias planificados.
- Monitoreo a síntomas de fatiga humana, tales como porcentaje de las horas extraordinarias o sobretiempo, número de turnos abiertos, número de turnos consecutivos de trabajó.

6. BENEFICIOS DERIVADOS DE LA DEFINICIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN.

Lo que se mide, se puede controlar; en este sentido, la implementación de un sistema de indicadores para la gestión de seguridad del proceso proporciona las herramientas para establecer control estratégico de la gestión.

Está conformado como un sistema de alertas tempranas, de tal manera que permita actuar bajo la política de diagnóstico y no de conclusión o biopsia.

Permiten construir conocimiento, dejando huella del pasado de la gestión a fin de incorporar las mejoras requeridas para asegurar la dirección correcta de la gestión con la evolución del negocio.

Permite a las personas conocer su aporte en las metas organizacionales y cuáles son los resultados que soportan la afirmación de que lo está realizando bien.

El valor más alto que puede aportar un sistema de indicadores para monitorear la gestión de seguridad de los procesos es evitar un accidente catastrófico.

La metodología de generación de indicadores propuesta en este documento permite la toma decisiones proactivas en cuanto a las desviaciones de proceso soportadas en un método de análisis técnicamente consistente.

La complementación de indicadores claves de desempeño con los indicadores de gestión de seguridad permitirá tener una visual global del desempeño de los equipos, procesos y gestión de mantenimiento.

7. RECOMENDACIONES PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN

El éxito de un proceso de definición de indicadores realmente se mide o depende del proceso de implementación de los mismos, es decir, en la medida que dichos indicadores no sean implementados sea la causa que fuere, en esa medida se puede concluir que el proceso de definición realmente no fue eficiente.

La implementación de un sistema de indicadores requiere no sólo la correcta especificación de los indicadores, sino también involucrar a las personas afectadas en su implantación; ello permitirá asegurar el correcto uso y la necesidad de llevar claramente la información requerida para el cálculo de los mismos.

Es muy importante la formación y sensibilización del personal de la organización involucrada en el área o actividad evaluada, sobre los objetivos que persigue el sistema de indicadores, y sobre su sistema de funcionamiento.

La formación o capacitación a los responsables de llevar los indicadores, debe contemplar todos los aspectos sobre diseño, implantación, explotación de la información. Así mismo, es muy importante explicar cómo el resultado de los indicadores es fruto de las actividades que realiza el personal involucrado en el área o actividad evaluada, ya que esto incrementa la motivación hacia la consecución de los resultados del personal.

Organizacionalmente debe fomentarse un proceso de comunicación y motivación sobre los indicadores propuestos; la comunicación tiene como objetivo sensibilizar al personal de la organización sobre los indicadores e invitarlos a su participación entusiasta. Esta acción facilita la colaboración e interés en el sistema de indicadores, predisponiendo al personal en la aceptación del mismo y a participar en las acciones que se deriven para alcanzar los objetivos correspondientes.

La comunicación permite también mantener la motivación de los participantes en el sistema ya que cada uno puede comprender la utilidad de su participación y apreciar el impacto de su esfuerzo, redundando en la efectividad de su implementación.

Explicar al personal involucrado que la puesta en funcionamiento de indicadores trata de obtener unos valores coherentes en el progreso de monitoreo de la gestión de mantenimiento y no tienen por objeto sancionar.

Informar al personal sobre los resultados obtenidos y sobre la evolución de los indicadores (tendencias).

Procurar que los indicadores sean comprensibles para todo el personal involucrado.

Antes de comunicar los resultados de los indicadores, es muy importante conocer el grado de confidencialidad de la información que se pretende difundir, con el objeto de establecer un plan de comunicación coherente con el nivel de divulgación que se pretende obtener.

El proceso de cálculo debe inicialmente implementarse de modo manual y en la medida que el indicador es validado, entendido y muy importante aceptado en la organización como elemento fundamental en la medición de la gestión, el mismo debe ir migrando al cálculo automático alineado a los sistemas de información que lo nutrirán.

8. REFERENCIAS

(1) Robinson J. Medina N “Experiencia en la selección de indicadores claves de desempeño en el mantenimiento del equipo estático” Venezuela Abril 2013

(2) Robinson J. Medina N; “Informe técnico, “Elaboración de los Indicadores del Mantenimiento al Equipo Estático” Iniciativa SPRMNE 4.2. Pemex 2012

(3) Robinson J. Medina N; “Informe técnico, Definición de indicadores de desempeño. Proyecto: Tablero de Administración, Indicadores Clave de Desempeño y Base de Datos de información/datos requeridos. UNACAR, México 2010.

(4) ANSI/API RECOMMENDED PRACTICE 754 Process Safety Performance Indicators for the Refining and Petrochemical Industries. First edition, Abril 2010

ANEXO 1.- Cantidades umbrales de Fuga de Producto

Table 1—Tier 1 Material Release Threshold Quantities

Threshold Release Category	Material Hazard Classification [a,c,d]	Threshold Quantity (outdoor release)	Threshold Quantity (indoor[b] release)
1	TIH Zone A Materials	5 kg (11 lb)	2.5 kg (5.5 lb)
2	TIH Zone B Materials	25 kg (55 lb)	12.5 kg (27.5 lb)
3	TIH Zone C Materials	100 kg (220 lb)	50 kg (110 lb)
4	TIH Zone D Materials	200 kg (440 lb)	100 kg (220 lb)
5	Flammable Gases or Liquids with Initial Boiling Point ≤ 35 °C (95 °F) and Flash Point < 23 °C (73 °F) or Other Packing Group I Materials excluding strong acids/bases	500 kg (1100 lb)	250 kg (550 lb)
6	Liquids with Initial Boiling Point > 35 °C (95 °F) and Flash Point < 23 °C (73°F) or Other Packing Group II Materials excluding moderate acids/bases	1000 kg (2200 lb) or 7 bbl	500 kg (1100 lb) or 3.5 bbl
7	Liquids with Flash Point ≥ 23 °C (73 °F) and ≤ 60 °C (140 °F) or Liquids with Flash Point > 60 °C (140 °F) released at a temperature at or above Flash Point or strong acids/bases or Other Packing Group III Materials	2000 kg (4400 lb) or 14 bbl	1000 kg (2200 lb) or 7 bbl

It is recognized that threshold quantities given in kg and lb or in lb and bbl are not exactly equivalent. Companies should select one of the pair and use it consistently for all recordkeeping activities.

[a] Many materials exhibit more than one hazard. Correct placement in Hazard Zone or Packing Group shall follow the rules of DOT 49 *CFR* 173.2a [14] or UN Recommendations on the Transportation of Dangerous Goods, Section 2 [10], See Annex B.

[b] A structure composed of four complete (floor to ceiling) walls, floor, and roof.

[c] For solutions not listed on the UNDG, the anhydrous component shall determine the TIH zone or Packing Group classification. The threshold quantity of the solution shall be back calculated based on the threshold quantity of the dry component weight.

[d] For mixtures where the UNDG classification is unknown, the fraction of threshold quantity release for each component may be calculated. If the sum of the fractions is equal to or greater than 100 %, the mixture exceeds the threshold quantity. Where there are clear and independent toxic and flammable consequences associated with the mixture, the toxic and flammable hazards are calculated independently. See Annex A, Examples 28, 29, and 30.

ANEXO 2.- Cantidades umbrales de Fuga de Producto

Table 2—Tier 2 Material Release Threshold Quantities

Threshold Release Category	Material Hazard Classification [a,c,d]	Threshold Quantity (outdoor release)	Threshold Quantity (indoor[b] release)
1	TIH Zone A Materials	0.5 kg (1.1 lb)	0.25 kg (0.55 lb)
2	TIH Zone B Materials	2.5 kg (5.5 lb)	1.2 kg (2.8 lb)
3	TIH Zone C Materials	10 kg (22 lb)	5 kg (11 lb)
4	TIH Zone D Materials	20 kg (44 lb)	10 kg (22 lb)
5	Flammable Gases or Liquids with Initial Boiling Point ≤ 35 °C (95 °F) and Flash Point < 23 °C (73 °F) or Other Packing Group I Materials excluding strong acids/bases	50 kg (110 lb)	25 kg (55 lb)
6	Liquids with a Initial Boiling Point > 35 °C (95 °F) and Flash Point < 60 °C (140 °F) or Liquids with Flash Point > 60 °C (140 °F) released at or above Flash Point; or Other Packing Group II and III Materials excluding moderate acids/bases or Strong acids and bases	100 kg (220 lb) or 1 bbl	50 kg (110 lb) or 0.5 bbl
7	Liquids with Flash Point > 60 °C (140 °F) released at a temperature below Flash Point or Moderate acids/bases	1000 kg (2200 lb) or 10 bbl	500 kg (1100 lb) or 5 bbl

In order to simplify determination of reporting thresholds for Tier 2, Categories 6 and 7 in Tier 1 have been combined into one category in Tier 2 (Category 6). The simplification is intended to provide less complicated requirements for those events with lesser consequences.

It is recognized that threshold quantities given in kg and lb or in lb and bbl are not exactly equivalent. Companies should select one of the pair and use it consistently for all recordkeeping activities.

[a] Many materials exhibit more than one hazard. Correct placement in Hazard Zone or Packing Group shall follow the rules of DOT 49 *CFR* 173.2a [14] or UN Recommendations on the Transportation of Dangerous Goods, Section 2 [10]. See Annex B.

[b] A structure composed of four complete (floor to ceiling) walls, floor and roof.