Observaciones de seguridad

Cómo un laboratorio nacional utiliza BBS para mejorar su Programa de Emergencias

Por Michael E. Cournoyer, Joshua J. Miller, Darril C. Stafford, y Richard A. Norman

Los datos generados por el Programa de Observación de la Seguridad, basada en el Comportamiento (BBS) apoyan a un Programa de Planificación y Preparación para Emergencias (EPPP), estableciendo un proceso que investiga metódicamente, y elimina las causas de las defensas débiles en las operaciones de emergencia. Los resultados presentados en este artículo, son decisivos para el enfoque final de este programa, que es minimizar los eventos operacionales de emergencia. Al emplear cuadros de control, se pueden identificar las tendencias en los datos de observación de seguridad. Esto aumenta el conocimiento técnico, y la seguridad operacional.

Trabajar en laboratorios de investigación nuclear, implica operaciones químicas y metalúrgicas con materiales nucleares. Las barreras de ingeniería proporcionan la protección más eficaz posible contra los materiales radioactivos, y se han incorporado mediante el diseño arquitectónico y estructural. Los controles de ingeniería en un laboratorio de investigación nuclear, incluyen zonas de presión diferencial, filtración de aire particulado de alta eficiencia, guanteras y blindaje contra radiación (Cournoyer, Gallegos & Wilburn, 2011). Aunque estén en su lugar, las barreras pueden fallar (DOE, Office of Environment, Safety and Health, 2006).

El EPPP de un laboratorio de investigación nuclear, aumenta estas características pasivas de seguridad, minimizando o mitigando las consecuencias de un incidente de emergencia, a fin de proteger a los trabajadores, el público y el ambiente. Un elemento fundamental del EPPP es considerar las medidas que reduzcan el riesgo de operaciones de emergencia. La instauración de un programa de observación BBS, enfocado en la identificación y eliminación de comportamientos de riesgo, es una de estas medidas.

BBS es el proceso de observar las conductas seguras o de riesgo del trabajador. Las observaciones proporcionan información directa y mensurable sobre las prácticas laborales seguras de los empleados. Las observaciones de seguridad llevan al BBS más allá, mediante la incorporación de un elemento adicional: las condiciones de trabajo. La meta es un mejoramiento de largo plazo que se sostendrá mediante el refuerzo continuo de las conductas seguras, la identificación y eliminación de las posibles debilidades organizacionales, y la construcción de defensas sólidas y redundantes dentro de los sistemas.

Anteriormente se ha descrito detalladamente este enfoque a las operaciones de guantera (Cournoyer, Kleinsteuber, Garcia, et al., 2011). Una guantera es un contenedor sellado que, cuando se acopla con un gradiente de presión negativa adecuada, constituye un medio de confinamiento primario. A los costados de la guantera hay guantes dispuestos de modo tal, que el usuario pueda colocar sus manos en el interior y llevar a cabo tareas dentro de la caja, sin romper el recipiente. Las operaciones de guantera son cualquier tipo de tarea en la cual un trabajador coloque sus manos en el interior de dichos guantes.

Como se indicó en *Fundamentos del Desempeño Humano*, el comportamiento proyectado se establece mediante las intenciones de la gerencia (INPO, 2002). Respecto

EN BREVE

- **Un programa de planificación y preparación de emergencias (EPPP) en una planta de investigación nuclear, minimiza o mitiga las consecuencias de un incidente de emergencia.**
- **En un esfuerzo por reducir las consecuencias de un incidente de emergencia, se instauró un programa de observación de seguridad basado en el comportamiento que se centre en identificar y eliminar conductas de riesgo.**
- **Este artículo se aboca a la recopilación de datos de las observaciones de la situación de la planta, incorporación de esta información en las mediciones de entrada, y los mejoramientos resultantes para el EPPP.**

Michael E. Cournoyer, Doctor, está afiliado a Los Alamos National Laboratory (LANL) en Los Alamos, NM. Sus asignaciones actuales consisten en la gestión del Programa de Protección de Materiales Peligrosos (Hazardous Material Protection Program) TA-55, el Programa de Integridad de la Guantera (Glovebox Glove Integrity Program) TA-55, presidiendo el Comité de Seguridad de Guantera Institucional (Institutional Glovebox Safety Committee) de LANL, y coordinando el Proyecto del Sistema de Supresión de Incendios Termomecánicos de Guantera (Glovebox Thermo-Mechanical Fire Suppression System Project). Cournoyer es investigador en el Programa Técnico Nuclear y de Radiación (Nuclear and Radiation Engineering Program), el Departamento Técnico Mecánico (Mechanical Engineering Department), en la Universidad de Texas, en Austin. Obtuvo el Doctorado en Química Orgánica Teórica en la Universidad de Purdue.

Joshua J. Miller trabaja en LANL en el grupo de planificación de emergencias y de preparación. Jugó un importante rol en el centro de operaciones de emergencia durante el incendio de Las Conchas, donde trabajó en la planificación de la recuperación. Miller tiene una Maestría en Ciencias de Gestión de Emergencias en el Anna Maria College y un Bachillerato en Geología en la Universidad Brigham Young. Antes de LANL, trabajó en la Gestión de Emergencias del Estado de Texas, en diversos proyectos con instalaciones nucleares comerciales, y el transporte de desechos transuránicos. Mientras asistía a la escuela de graduados, era director asistente de los servicios de emergencia de la Cruz Roja Estadounidense en la zona central de Massachusetts, donde se desplazó por las zonas de Texas afectadas por el huracán Rita para ayudar a coordinar las labores de rescate locales.

Darril C. Stafford ha trabajado en LANL desde marzo de 1993. Durante estos 19 años, Stafford ha trabajado en la protección contra la radiación, en el desmantelamiento de planas nucleares, en el quipo LANL que trata con materiales peligrosos, en el equipo de derrames en la planta de plutonio de LANL, y en los programas de respuesta ante emergencias nucleares fuera de la planta. Durante el incendio de Cerro Grande (2000) y el incendio de Las Conchas (2011), Stafford desempeñó un activo rol con el equipo de LANL, Equipo de Materiales Peligrosos. Actualmente trabaja en operaciones de emergencia, planificación y preparación.

Richard A. Norman tiene más de 20 años de experiencia en el complejo del Departamento de Energía, tanto en Rocky Flats como en LANL. Tiene el grado de bachiller en Ingeniería Eléctrica y una maestría en Gestión Tecnológica. Ha trabajado y ha sido experto en el tema del mantenimiento e ingeniería de diseño, operaciones y seguridad, y líder grupal de planificación de emergencias y preparación en LANL.

Figura 1

Facility Conditions Observation Card

		Observación de condiciones de la planta			
1.0		**Superficies para caminar/trabajar**	**Seguras**	**En riesgo**	**Precursor de error**
	1.1	Los corredores y pasillos se mantienen despejados hasta el punto en que la naturaleza del trabajo lo permita. El aseo en estas áreas es fundamental para evitar peligros de tropiezos. Los corredores y pasillos permanentes están debidamente marcados.			
	1.2	Los pisos no tienen peligros de tropiezos tales como cables eléctricos, alfombras sueltas ni otros objetos en el piso.			
	1.3	Los accesos personales tales como escaleras, rampas y corredores tienen superficies a ntideslizantes libres de todo peligro de tropiezos.			
	1.4	Las escaleras con cuatro o más elevadores tienen rieles o pasamanos en el lado inferior del hueco de la escalera.			
	1.5	Los peldaños de la escalera son lo suficientemente resistentes a los deslizamientos y los cantos tienen un acabado antideslizantes. Las vías peatonales tales como muelles de carga o pasarelas tienen pasamanos y barandas.			
2.0		**Aberturas en pisos y paredes, y pasarelas**	**Seguras**	**En riesgo**	**Precursor de error**
	2.1	Las aberturas de pisos están debidamente resguardadas (por ejemplo, rieles, barandillas) o cubiertas.			
	2.2	Las pistas están resguardadas por rieles estándar en todos los lados abiertos 4 pies o más.			
	2.3	Hay barandillas en las pasarelas cuando las herramientas, materiales o partes se estén usando en una superficie elevada.			

Nota. *Partial facility conditions observation card.*

PS EXTRA

Vea la tarjeta de observación completa de las condiciones de la planta en www.asse.org/psextra.

de las operaciones de emergencia de un laboratorio de investigación nuclear, esta conducta deseada se comunica mediante el EPPP. El error humano se desencadena por diversas condiciones, incluyendo las conductas de riesgo, que son acciones que involucran atajos laborales, infracciones a las expectativas de prevención de errores, o acciones sencillas hechas para mejorar el desempeño eficiente de una tarea, generalmente con algún costo en seguridad. Sin embargo, estos actos aumentan la probabilidad de un mal desenlace.

Para comprometer a los empleados con la identificación y comunicación de las conductas de riesgo, se instauró un programa de observación de BBS: ATOMICS, que representa las medidas de observaciones oportunas, aumentó el compromiso con la seguridad. Mediante ATOMICS, las condiciones y prácticas que contribuyen a los incidentes menores, están siendo manejadas con la expectativa de reducir los incidentes serios.

Las observaciones del estado del inmueble son de interés para la gestión de emergencias, porque proporcionan información sobre aspectos individuales que contribuyen al resultado general, y tal aspecto individual es la disciplina de operación. La disciplina de operación considera mecanismos administrativos y de diseño, así como técnicas para la prevención de errores, adoptadas para evitarlos, o bien recuperarse o mitigar sus efectos. Al realizar seguimiento mensual de las observaciones de riesgo de las facilidades, se crean mediciones de inicio para disciplinas de operación. Mantener dichas mediciones, proporciona advertencias antes de que la disciplina de operación salga de control completamente. La consecuencia de cada observación de riesgo, es de insignificante a baja. Además, los resultados de las observaciones se producen a un nivel de calidad de inquietud, inferior al de la gerencia. En otras palabras, el seguimiento mensual de las observaciones de riesgo, es un indicador principal (Cournoyer, Lee & Schreiber, 2007).

Un objetivo primordial en la investigación nuclear de un laboratorio, es que las operaciones se realicen de manera segura, deliberada y controlada. Proporcionar procedimientos de operación estándar (SOP, por sus siglas en inglés) exitosos, y requerir a los trabajadores que los utilicen, están entre los métodos más formales, directos y eficaces, para que la gerencia garantice que las operaciones cumplan con el objetivo del Departamento de Energía (DOE) de EE. UU. (DOE, HSS, 1998). Los procedimientos proporcionan a la gerencia una herramienta de gestión fundamental, para comunicar expectativas detalladas sobre la forma en que los trabajadores deben efectuar tareas específicas. Respecto de operaciones de manejo de emergencias, las advertencias de la observación de riesgo del estado de las facilidades, se pueden controlar mediante SOP. Este artículo se enfoca en la forma en que la recopilación de datos de observaciones del estado de las instalaciones, incorporación de esta información a un sistema de mediciones de entrada, y ejemplos de cómo utilizar estas medidas, ha mejorado el EPPP.

Desarrollo de una Medición de Entrada de Observación de Riesgos

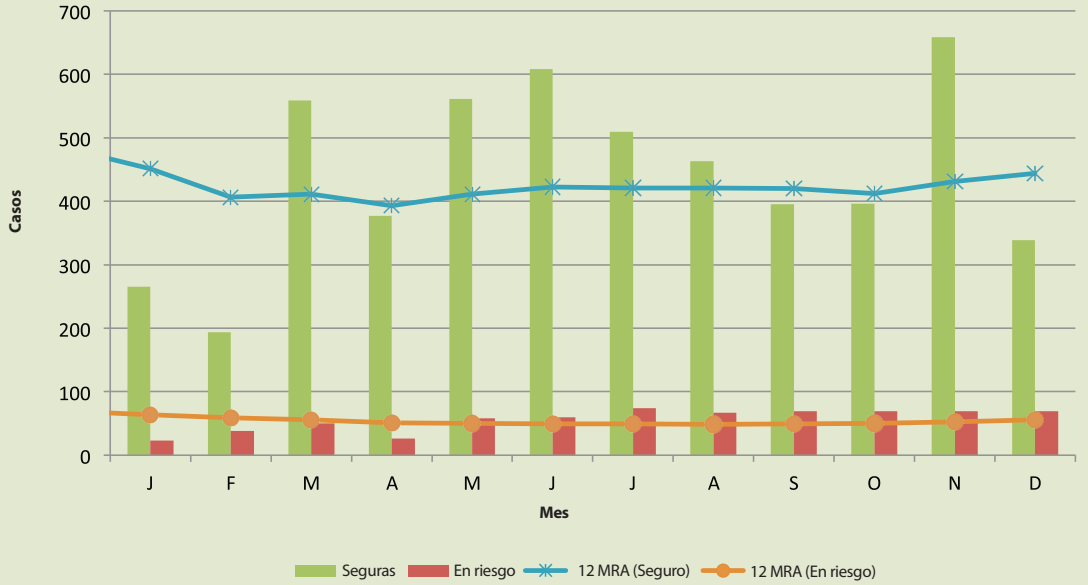
Previamente se ha informado sobre el proceso BBS. (Wieneke, Balkey & Kleinsteuber). Brevemente, el programa está diseñado para involucrar a la fuerza laboral en la instauración y utilización de sus propias iniciativas de seguridad. El proceso se basa en hacer que unos trabajadores observen a otros, y proporcionen comentarios acerca de las conductas seguras y de riesgo. Las observaciones tardan generalmente, de 10 a 15 minutos. Las observaciones se realizan bajo estrictas condiciones de no utilizar nombres, ni acusar a los responsables. El observador utiliza una tarjeta para registrar las conductas seguras y de riesgo. La Figura 1 es un extracto de un ejemplo de tarjeta para una planta. ATOMICS incluye cinco preguntas para efectuar observaciones:

1) Pensé que usted mantenía una conducta de riesgo, porque. . .
2) ¿Concuerda en que estaba en riesgo?
3) ¿Tiene algún control sobre la situación?
4) ¿Tiene alguna idea que pudiera eliminar el riesgo?
5) ¿Puede efectuarse esta tarea de manera más segura, en el futuro?

Si un observador detecta una acción de riesgo, especialmente si se ha omitido un sistema de seguridad, el observador puede preguntar al trabajador, ¿cuál es la intención y el resultado deseado, antes de actuar? Además, la observación se detiene, si queda en evidencia una vulnerabilidad debida a un error individual. La vulnerabilidad de un error individual existe cuando un error o defecto ocasiona lesiones personales o daños a equipos.

Figura 2

Observaciones de las condiciones de la planta: Corto plazo



Nota. *Observaciones de las condiciones de la planta, enero de 2011 a diciembre de 2011.*

Tras una observación, el observador comparte información, y permite que el trabajador responda. Los datos de las tarjetas de observación se introducen en la base de datos ATOMICS para el análisis y resolución de problemas. Los resultados se registran para definir tendencias, a fin de identificar áreas de fortaleza y debilidad. Antes de iniciar el análisis de datos, se revisan los comentarios que acompañan las conductas de riesgo, para garantizar que se consideren las sub-categorías adecuadas. Por ejemplo, si se informa sobre un piso donde haya riesgo de tropezones, se lo debe registrar en la sección 1.2, que se refiere específicamente a superficies para caminar y/o trabajar. Si la gerencia desea más datos de una categoría específica, esta categoría debe ser el objetivo; es decir, la gerencia requerirá más observaciones en dicha categoría específica.

Como complemento al programa de mejoramiento continuo del laboratorio, la eficiencia, economía y formalidad de las operaciones de gestión de emergencias, se mejoran constantemente mediante el uso de prácticas comerciales de fabricación reducida y Seis Sigma (LSS) (Cournoyer, Renner & Kowalczyk, 2011). Una herramienta LSS útil es el control de procesos estadísticos (SPC) (Prevette, 1999). Esta herramienta ayuda a recopilar, organizar e interpretar la amplia variedad de información.

Para este estudio, los datos de ATOMICS provenientes de las tarjetas de observación sobre condiciones de las plantas, se recopilaron entre marzo de 2008 y diciembre de 2011. Los causantes de errores son condiciones desfavorables previas, que aumentan la probabilidad causarlos durante una acción específica, es decir probables situaciones de errores.

En las Figuras 2 y 3 (mediciones de entrada), las barras verde y roja representan observaciones seguras y de riesgo, respectivamente. El promedio de 12 meses continuos (MRA), es el promedio calculado en dicho período. Para cada mes posterior, se elimina el valor más antiguo del cálculo, y se agrega el más reciente nuevamente, para calcular un promedio sobre un lapso de 12 meses. La línea de tendencia lineal (descrita en la medición como tal), es la línea recta más adecuada, comenzando desde marzo de 2008. El MRA 12 y los gráficos lineales de tendencias, aparecen como líneas. En las medidas de entrada, sólo aparecen los datos del último año.

Se escogió un formato de cuadro *u* para validar la variación del rendimiento para las observaciones de riesgo, porque las cantidades de observaciones varían de un mes a otro. La distribución de Poisson es la base para el cuadro. Las siguientes ecuaciones se utilizan para elaborar el cuadro *u*:

1) El promedio o base se calcula utilizando:

$$\bar{u}_i = \frac{x_i}{n_i}$$

donde $\bar{u}$ es la estimación de la media de un proceso de largo plazo, establecida durante la definición del cuadro de control.

2) Los límites de control superior e inferior (UCL, LCL), se calculan utilizando:

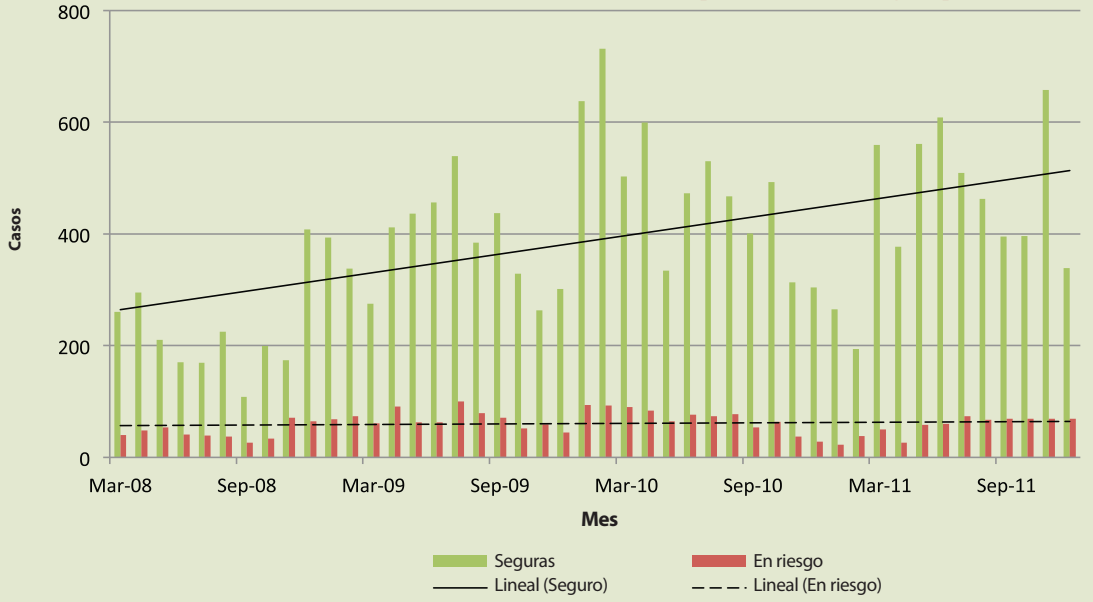
$$\bar{u} \pm 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

Los límites de control equivalen a tres desviaciones estándar. Los límites sigma superiores (1UCL, 2UCL) e inferiores (1LCL, 2LCL) se calculan utilizando una y dos deviaciones estándar, respectivamente.

Las causas de la variación en un cuadro *u*, se pueden clasificar como aleatorias o sistemáticas. Las causas aleatorias en la disciplina de operación se indican mediante pequeñas variaciones intrínsecas, que siempre están presentes. Las causas sistemáticas en la disciplina de operación, se representan mediante grandes variaciones o patrones inquebrantables, que son identificables y evitables. Se considera que la disciplina operacional es estable (control estadístico), si la variación es aleatoria; e inestable (fuera de control estadístico), si la variación es sistemática.

Figura 3

Observaciones de las condiciones de la planta: Largo plazo



Nota. *Observaciones de las condiciones de la planta, marzo de 2008 a diciembre de 2011.*

En general, 25 o más puntos de datos crean una base estadística; mientras más puntos de datos haya, mejor será el análisis estadístico. Una tendencia se define por la relación de los puntos de datos graficados en un cuadro de control, y se detectan mediante reglas prefijadas. Si se detecta una tendencia, se determina su causa especial. Las tendencias sirven como aviso de que probablemente existe una variación de la causa, y que es posible que sea necesario hacer ajustes a un EPPP.

Cuando se identifica una tendencia, se debe determinar si es definitiva, zona sigma o patrón. Un resultado definitivo se produce cuando uno o más puntos caen fuera del límite de control. Este es el caso en que se presentan valores atípicos, y es la primera prueba en busca de un proceso fuera de control. Una zona sigma se produce cuando un cierto número de puntos de datos se pueden ubicar en zonas específicas del cuadro de control. Los patrones se producen cuando una cadena de datos consecutiva muestra un patrón. Las tendencias en este análisis, están determinadas por los siguientes criterios:

- un punto fuera de los límites de control (definitivo);
- dos de tres puntos; dos desviaciones estándar sobre/bajo el promedio (zona sigma);
- cuatro de cinco puntos; una desviación estándar sobre/bajo el promedio (zona sigma);
- siete puntos en una fila; todos sobre/bajo el promedio (patrón);
- siete puntos en una fila; todos subiendo/bajando (patrón);
- 10 de 11 puntos en una fila; todos sobre/bajo el promedio (patrón) (Cournoyer, Gallegos & Wilburn, 2011).

En el cuadro *u* presentado en las Figuras 4 y 5 (p. 66), la línea central es verde. Uno o más puntos que cumplen con los criterios de tendencia, aparecen en un círculo en rojo en la Figura 5. Los límites bajo cero no aparecen. Mientras todas las tendencias sean analizadas, los patrones garantizan que se recalculen la línea base, y los límites de control. Si existe una zona sigma, el límite sigma correspondiente aparece como una línea azul. El rendimiento presentado de los cuadros de control, se clasifica usando el flujograma en la Figura 6 (p. 67) (Costigan & Cournoyer, 2011). Una medida de entrada preferida, genera datos que fluctúan alrededor de una línea central (Cournoyer, Renner, Lee, et al., 2011). Los porcentajes de observaciones de riesgo sobre el UCL, son una indicación de que no se están cumpliendo los procedimientos. Los porcentajes de observaciones de riesgo que se aproximan a cero, pueden ser una indicación de que se está aplicando presión para divulgar informes de observaciones de riesgo. Mientras más estrechos son el UCL y el LCL, más predecibles son las medidas de entrada. El cuadro Pareto (Figura 7, p. 67) se emplea para canalizar todas las observaciones de riesgo, e identificar las categorías fundamentales. El eje vertical izquierdo es la clasificación de ocurrencia. El eje vertical derecho es el porcentaje acumulativo del número total número de ocurrencias.

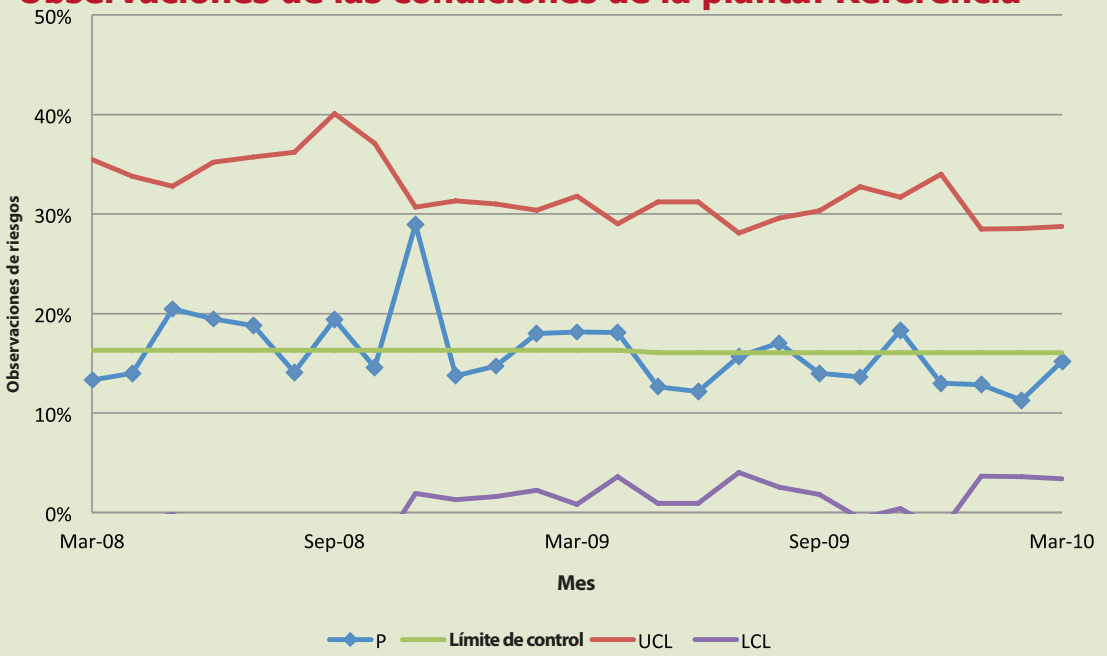
Resultados

Se analizaron las observaciones del estado de la planta, entre marzo del 2008 y diciembre de 2011. Las observaciones del estado del inmueble se compilan en la Tabla 1 (p. 67). Las mediciones de entrada para las observaciones del estado de la planta se presentan en las Figuras 2 y 3. El número de observaciones del estado de la planta en los últimos 12 meses es de 5.324 seguras, y 583 en riesgo. La proporción de observaciones seguras a las que están en riesgo es 9:1. Desde marzo de 2008, el número de observaciones del estado de la planta es 17.891 seguras, y 2.700 en riesgo. El mayor número de observaciones seguras (731) ocurrió en febrero de 2010. El mayor número de observaciones en riesgo (100) ocurrió en julio de 2009. Las tendencias de largo plazo para observaciones seguras y en riesgo, son planas y en aumento, respectivamente. La proporción de observaciones seguras a las que están en riesgo alcanzó su máximo de 18,9 en octubre de 2011.

Como se analizó, las observaciones de riesgo del estado de la planta por observaciones totales, se registran

Figura 4

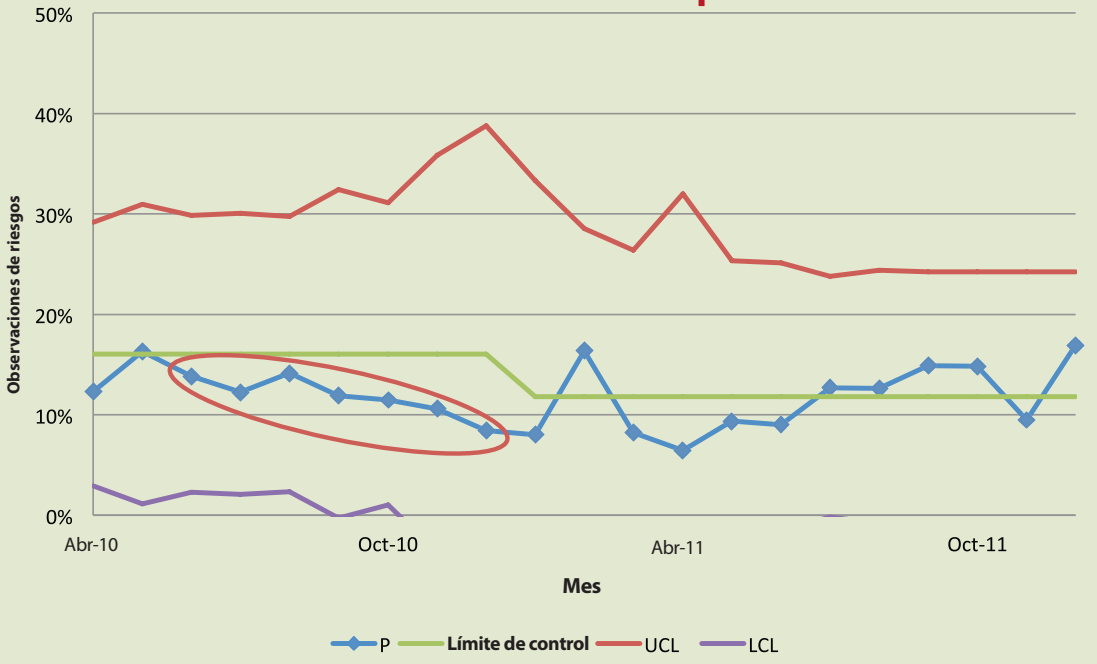
Observaciones de las condiciones de la planta: Referencia



Nota. *Observaciones de condiciones de la planta, marzo de 2008 a marzo de 2010.*

Figura 5

Observaciones de las condiciones de la planta: Actuales



Nota. *Observaciones de condiciones de la planta, abril de 2010 a diciembre de 2011.*

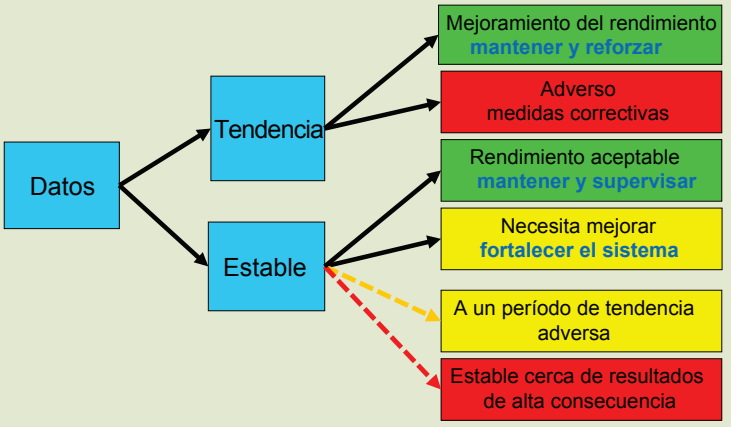
mensualmente. Una base de 25 puntos de datos se establece entre marzo de 2008 y marzo de 2010 (Figura 4). El porcentaje medio de observaciones de riesgo del estado de la planta por observaciones totales es de 16,1%, con un promedio de límite de control superior e inferior de 32,2% y 0,2%. Entre junio y diciembre de 2010, se produce un patrón: siete puntos en una fila, todos bajo el promedio (Figura 5). Tras corregir el patrón, el porcentaje medio de observaciones de riesgo del estado de la planta es de 11,8% con un límite de control, superior al promedio de 28,9%. Las superficies para caminar/trabajar, la limpieza, y el ambiente laboral en general, y la calidad del aire bajo techo, conforman el 84% de las observaciones de riesgo de las condiciones de la planta en los últimos 12 meses.

Discusión

El comportamiento de riesgo, rara vez se penaliza o corrige por parte de compañeros, o de un supervisor (INPO, 2002). En cambio, se refuerza consistentemente,

Figura 6

Rendimiento de la clasificación de los cuadros de control



Nota. *De "Improving Radiological Safety Using Statistical Process Control (LA-UR-11-11314)", por S.A. Costigan y M.E. Cournoyer, 2011, Los Alamos, NM: LANL.*

Figura 7

Observaciones de las condiciones de la planta: Pareto

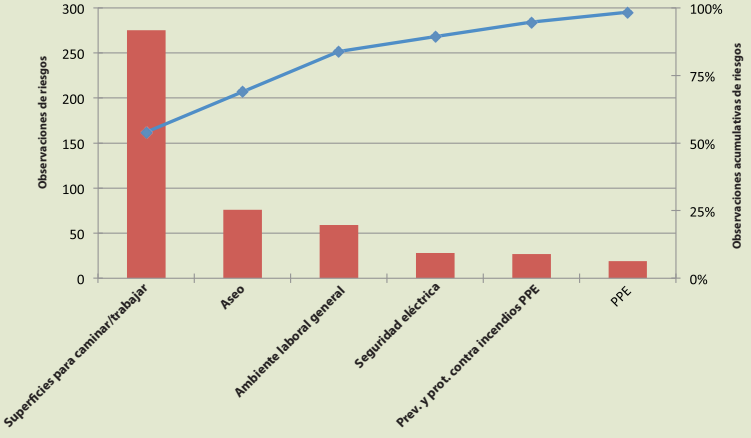


Tabla 1

Resultados de la observación de condiciones de la planta

Año	Seguras	En riesgo	Total
2008	2.218	455	2.673
2009	4.563	826	5.389
2010	5.786	836	6.622
2011	5.324	583	5.907

cuando es conveniente, cómodo, y ahorrando tiempo. Los trabajadores generalmente tienen conductas de riesgo, porque las barreras para trabajar seguros, suelen generar situaciones conflictivas. Eliminar estas barreras requiere identificar, qué barreras están causando dichas conductas de riesgo. Esto se logra mediante la observación, y conversación con los empleados. Las personas observadas prefieren recibir comentarios específicos, sobre cómo pueden mejorar. El circuito de retroinformación proporciona a los empleados, un método para reconocer peligros e informar sobre remanentes, con una matriz incorporada, para informar problemas de seguridad para su resolución. Además, los trabajadores tienen más probabilidades de evitar el comportamiento de riesgo, si saben que es inaceptable. Los trabajadores y la gerencia deben estar conscientes de las prácticas de riesgo que se producen, bajo qué circunstancias, y en qué sistemas (ej: Plan de Emergencias).

La sección 16 de la tarjeta de observación de las condiciones de la planta, es la única sección relacionada directamente con la preparación para emergencias (para observación directa de la tarjeta de la cual se extrajo la Figura 1, p. 63, visite **www.asse.org/psextra**). La mayoría de las otras sub-categorías en la tarjeta de observación de condiciones de la planta, se refieren a códigos de seguridad de incendios/vida, y el tipo de trabajo e higiene, y tienen un efecto indirecto. El número de observaciones llegó al máximo en 2010 (Tabla 1).

El 12 MRA es un método para calcular la tendencia central en el tiempo, un intento de emparejar las oscilaciones de corto plazo, e identificar tendencias. En el corto plazo, las observaciones seguras y riesgo se han estabilizado, (Figura 2, p. 64). Este es un resultado positivo. La línea de tendencia lineal demuestra que si algo aumenta o disminuye desde el momento en que se recopilaron datos por primera vez, que es una buena indicación del rendimiento de años anteriores, en mediciones de salida. El número de observaciones de riesgo permanece estable, mientras que las seguras aumentan (Figura 3, p. 65).

No hay tendencias durante el período de base (Figura 4, p. 66). La tasa de observaciones de riesgo del estado de la planta es 11,8%; esto está dentro de las expectativas de gestión (Figura 5, p. 66). La variación de causa especial (patrón), debido a una caída significativa, no se considera adverso, y no requiere acción de gestión para revertir la tendencia. Se generaron cuarenta y cuatro puntos para el cuadro de control de observaciones de riesgo del estado de la planta. De este modo, la tendencia observada es estadísticamente significativa.

Siguiendo los criterios de la Figura 6 (p. 67), el cuadro *u* de observaciones de riesgo del estado de la planta es estable, pero necesita mejorar. La gerencia espera ver menos observaciones de riesgo. Mientras más cercanas

sean el UCL y el LCL, más coherentes serán las conductas de riesgo que se observen. Los límites negativos de control que comienzan en noviembre de 2010 son preocupantes, esto indica que se llevan a cabo una cantidad inaceptable de observaciones del estado de la planta. Esto se remedia fácilmente, fijando un objetivo para las condiciones del inmueble en el futuro.

La defensa a fondo de la planta, corresponde a su propia capacidad de detectar o evitar errores, sin sufrir consecuencias no deseadas (es decir, su sobre de seguridad). Las defensas redundantes mejoran los márgenes de seguridad, pero también aumentan la complejidad. Las defensas defectuosas y los peligros de seguridad, resultan más difíciles de detectar. Sin una tendencia de calidad, las defensas pueden deteriorarse o ser eliminadas con el tiempo. El cuadro Pareto destaca los parámetros de entrada más importantes (Figura 7, p. 67). Para reducir inquietudes sobre la planta, los recursos se deben concentrar en problemas de las superficies para caminar/trabajar, labores de limpieza, y el entorno laboral general, y de calidad del aire bajo techo.

Las defensas redundantes hacen que la detección de las mejoras, sean más difíciles. Basándose en las observaciones del estado de la planta, se han identificado defensas sin defectos, y peligros de seguridad. Esto refleja el compromiso de la gerencia con la seguridad operacional de emergencia, y refleja los esfuerzos que gerencia ha hecho en este aspecto.

No obstante, la gerencia espera que todos los eventos de emergencia, tiendan a desaparecer. Ahora que se ha desarrollado una medición de entrada eficaz, se pueden fijar las metas para que registren adecuadamente el rendimiento del Plan de Emergencia. Al respecto, laboratorio ha fijado las observaciones de riesgo del estado de la planta, según las observaciones totales en el 11%, menor que la tasa actual del 11,8%. La gerencia estimulará más observaciones para lograr esta meta. Esto debiera tener el beneficio adicional de estrechar el UCL.

Recopilar observaciones de BBS, dan a la gerencia, información adicional que necesita para concentrarse en las vulnerabilidades que requieren respaldo gerencial, mientras las consecuencias sean insignificantes o bajas. A medida que las medidas de entrada de observaciones, se desvían de valores óptimos, las operaciones de emergencia del laboratorio pueden mejorar mediante revisiones de los SOP (Procedimientos de Operación Segura). Sin embargo, la frecuencia de observaciones no se debería utilizar como un indicador de futuros eventos de gestión de emergencias, sólo mide y supervisa el EPPP simultáneamente.

El programa ATOMICS documenta de manera precisa y objetiva, las conductas y situaciones seguras y de riesgo. Si bien el objetivo principal del proceso de observación es proporcionar oportunidades de entrenamiento, reforzar el comportamiento seguro y corregir las conductas de riesgo, hay un objetivo secundario que es identificar oportunidades de mejorar la organización del trabajo. La supervisión en terreno del desempeño individual es una excelente manera de recopilar información acerca de qué tan bien apoya la gerencia apoya al rendimiento en obra. **PS**

Referencias

Costigan, S.A. & Cournoyer, M.E. (2011). Improving radiological safety using statistical process control (LA-UR-11-11314). Los Alamos, NM: LANL.

Cournoyer, M.E., Gallegos, U.F. & Wilburn, D.W. (2011). Investigation of injury/illness data at a nuclear facility. *Journal of Chemical Health and Safety, 18*(5), 17-26.

Cournoyer, M.E., Kleinsteuber, J.F., Garcia, V.E., et al. (2011). Safety observation contributions to a glovebox safety program. *Journal of Chemical Health and Safety, 18*(5), 43-55. doi:10.1016/j.jchas.2010.10.001

Cournoyer, M.E., Lee, M.B. & Schreiber, S. (2007). Minimizing glovebox glove breaches, part IV: Control charts. *Proceedings of WM'07, 2007 Waste Management Symposium, USA.* Retrieved from **www.wmsym.org/archives/2007/pdfs/7021.pdf**

Cournoyer, M.E., Renner, C.M. & Kowalczyk, C.L. (2011). Lean six sigma tools for a glovebox glove integrity program. *Journal of Chemical Health and Safety, 18*(1), 13-21. doi:10.1016/j.jchas.2010.03.011

Cournoyer, M.E., Renner, C.M., Lee, M.B., et al. (2011). Lean six sigma tools, part III: Input metrics for a glovebox glove integrity program. *Journal of Chemical Health and Safety, 18*(1), 31-40. doi:10.1016/j.jchas.2010.06.001

Institute of Nuclear Power Operations (INPO). (2002). *Human performance fundamentals course reference.* Atlanta, GA: Autor.

Prevette, S.S. (1999). Generating and using control charts (HNF-4931, Rev. 1). Richland, WA: DOE Hanford.

U.S. Department of Energy (DOE), Office of Environment, Safety and Health. (2006, 6 de abril). Poor housekeeping poses fire hazard. *Operating Experience Summary,* Issue No. 2006-3, 9-11. Retrieved from **www .hss.doe.gov/SESA/Analysis/oesummary/oesum mary2006/OES2006-03.pdf**

DOE, Office of Health, Safety and Security (HSS). (dic. 1998). Writer's guide for technical procedures (DOE-STD-1029-92, Change Notice No. 1). Retrieved from **www.hss.doe.gov/nuclearsafety/techstds/docs/standard/s1029cn.pdf**

Wieneke, R.E., Balkey, J.J. & Kleinsteuber, J.F. Success in behavior-based safety at Los Alamos National Laboratory's plutonium facility (IAEA-CN-82/12). Los Alamos, NM: Los Alamos National Laboratory (LANL).

Reconocimientos

Los autores agradecen al Departamento de Energía de E.E. UU., y a los directorios de National Laboratory Plutonium Science and Manufacturing de Los Alamos; Security and Safeguards; y de Operaciones Nucleares y de Alto Peligro (Nuclear and High Hazard Operations) por su apoyo en este trabajo.

Debido a la naturaleza técnica de la información presentada en estos artículos, puede que haya imprecisiones en las traducciones del inglés. ASSE no garantiza estas traducciones y se desliga de las responsabilidades e implicancias legales, incluyendo daños reales o consecuentes causados por posibles traducciones inexactas.