

Las herramientas portátiles de acero usadas en el mantenimiento pueden generar la ignición de una atmósfera explosiva – ¿mito o realidad? - veamos los ensayos

NORMA MARTINEZ – *VREMEC México*
Móvil: +523316004536
correo: Gte.tecnico@vremec.com.mx

INTRODUCCIÓN

1.1. GENERAL

Este trabajo tiene como objetivo estudiar los potenciales energéticos de las fuentes de riesgo de las herramientas manuales en áreas clasificadas del segmento de petróleo y gas.

El desarrollo del trabajo se realizó siguiendo los pasos de:

- Investigación bibliográfica para determinar el “estado del arte” relacionado con las pruebas y conocimientos sobre los niveles de energía liberados por equipos mecánicos en procesos de chispado, además de reportes de accidentes cuya conclusión de causa básica esté relacionada o haya sido caracterizada de esta manera;
- Estudio e implementación de una metodología para la evaluación de chispas generadas por herramientas mecánicas manuales. Establecimiento y verificación de procedimientos de prueba manual con maza en un laboratorio especializado para pruebas de equipos para atmósferas explosivas, buscando evaluar su capacidad para encendido.

Utilización de cámaras de alta definición y velocidad para documentar el fenómeno, además de equipos de medición de alta sensibilidad;

- Simulación de situaciones reales en las que se producen chispas mediante herramientas mecánicas manuales (maza), verificando su capacidad de ser fuente de ignición en ambientes similares a los existentes en la industria del petróleo y gas.
- Evaluación crítica de los resultados obtenidos en las simulaciones y en la metodología de investigación a la luz de los resultados alcanzados.
- Estudio de la relevancia y alcance de los riesgos de las herramientas mecánicas manuales en áreas de atmósferas explosivas en operaciones de la industria de petróleo y gas.

1.2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Los accidentes ocurridos en diversas partes del mundo fueron causados por equipos eléctricos incorrectamente especificados para trabajar en un área donde la presencia de sustancias inflamables en el ambiente creaba condiciones especiales para su ocurrencia (BOSSERT, 2001).

Una explosión resultante de la ignición de una nube de gas o vapor es un riesgo importante en entornos industriales. Las igniciones dependen de dos factores contribuyentes, aleatorios e independientes, que deben estar presentes simultáneamente: la fuente de ignición y la mezcla inflamable dentro de su rango de inflamabilidad. La probabilidad de una ignición es igual al producto de la ocurrencia de factores individuales.

Este simple concepto ilustra el hecho de que la combinación de riesgos contribuye de manera asociativa y que la reducción

de uno de estos factores afecta positivamente a la reducción del riesgo total. La ausencia de fuentes de ignición representa una ausencia de riesgo, incluso en presencia de mezclas inflamables (PHILLIPS, 1996).

Los ambientes en los que se desarrollan las actividades de la industria brasileña de petróleo y gas presentan riesgos de incendio y explosión. Estos son inherentes al propio proceso de producción y ocurren en la exploración, producción, transporte, refinación, almacenamiento y distribución. Las formas en que se presentan pueden ser: gases, vapores y nieblas inflamables, así como polvos combustibles. Estos pueden ser liberados de forma fugitiva por equipos de proceso bajo condiciones de operación, las cuales son analizadas según la técnica de clasificación de áreas, o bajo condiciones de eventos indeseables, accidentes, analizados desde la perspectiva de contingencia. Se analizan los escenarios que podrían dar lugar a una contingencia y se establecen previamente medidas de protección y control. Estas medidas se basan principalmente en prácticas operativas, estudios de modos de falla de equipos y lecciones aprendidas de accidentes ocurridos. Para las medidas de instalación y mantenimiento de equipos eléctricos instalados en un área específica con riesgo de atmósferas explosivas, se realizan estudios para determinar los volúmenes en relación con los equipos de proceso donde existe probabilidad de ocurrencia de una atmósfera explosiva. Así, los documentos de clasificación de áreas evalúan las probabilidades de ocurrencia de una atmósfera explosiva y determinan su extensión, es decir, las áreas se clasifican según la posibilidad de formación de una atmósfera explosiva,

dividiéndose en lugares de mayor o menor potencial (JORDAN, 2012).

El fenómeno de la fricción se conoce y documenta desde el siglo XVII. Los primeros estudios experimentales para comprender los mecanismos implicados en este fenómeno fueron registrados por Mallard en 1890 (PHILLIPS, 1996).

Sir Humphrey Davy, en 1815, realizó investigaciones sobre la inflamabilidad de diferentes gases. Después de la explosión de la mina de carbón de Verpilleaux en 1889, la comisión francesa de bomberos de grisú fomentó la investigación para comprender la “chispa luminosa producida por la fricción entre un pico y fragmentos de piedra dura o trozos de roca” (PHILLIPS, 1996).

Desde el inicio del uso de la electricidad por parte de las industrias, a finales del siglo XIX, los equipos eléctricos se han instalado en ambientes con presencia de sustancias inflamables. Ya en esta época surgieron los primeros debates sobre la posibilidad de que los equipos eléctricos pudieran convertirse en fuentes de ignición de atmósferas explosivas. Él era observó que las máquinas eléctricas, tan necesarias para la industria emergente, también podrían causar explosiones dentro de un área industrial (OBE et al., 1999). Está comprobado, afirma JORDÃO (2002), que:

“La energía necesaria para encender una atmósfera explosiva es generalmente muy pequeña. Por otra parte, se sabe que la cantidad de energía eléctrica que habitualmente se utiliza en la industria para el funcionamiento de máquinas, iluminación, control, automatización, etc. “A menudo es superior al mínimo necesario para provocar incendios y explosiones”.

Las empresas que presentaban estos riesgos desarrollaron inicialmente sus

propios criterios y estándares para prevenir accidentes. Luego crearon normas sectoriales, nacionales e internacionales basadas en las experiencias del propio segmento, como las normas de la serie 500 del American Petroleum Institute (API), sobre métodos empíricos o incluso asociando estos dos procesos, como en el caso de la serie API 60079. Normas. Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).

En opinión de la IEC, una vez definidos los criterios de clasificación de las áreas, establecidos los métodos de protección contra explosiones aplicables a los equipos eléctricos y estandarizados los criterios para asegurar la continuidad operativa durante todo el ciclo de vida de la planta industrial, era necesario entonces buscar la comprensión de los riesgos generados por equipos no eléctricos en atmósferas explosivas. En este momento hay una brecha significativa en el conocimiento sobre y los fundamentos de sus mecanismos de explosión (PROUST et al., 2006). Asimismo, no se identificaron de manera precisa los parámetros que debían estudiarse.

Por otra parte, estudios realizados por API demuestran que es extremadamente difícil producir chispas capaces de encender vapores y gases de la industria petrolera, incluso con equipos mecánicos operando a altas velocidades y con alta presión de contacto. Se concluye que los riesgos involucrados pueden considerarse bajos para los vapores de petróleo.

La utilización de equipos con partes mecánicas rotativas, así como los servicios de mantenimiento y reparación de máquinas e instalaciones dentro de áreas clasificadas, son actividades rutinarias en una industria moderna de petróleo y gas. Sin embargo, para los

trabajadores del sector de petróleo y gas, las operaciones rutinarias y cotidianas en entornos de áreas peligrosas, como el uso de herramientas de metal para operaciones de “atornillado” o “martillado”, son un motivo constante de preocupación.

Uno de los métodos de protección contra explosiones adoptados en la industria petrolera nacional es el uso de herramientas manuales fabricadas con materiales no ferrosos, denominadas “herramientas antichispas”. Estas herramientas están fabricadas con materiales como Cobre, Zinc, Estaño, Plomo y algunas aleaciones metálicas como: Latón (CuZn), Cobre-Berilio (CuBe) y Bronce-Aluminio (CuSnAl).

Existe mucha información transmitida al trabajador sobre los riesgos de incendio y explosión de las herramientas llamadas “herramientas que producen chispas”, fabricadas con “materiales más duros”, es decir, fabricadas con acero con un índice de Dureza Vickers mayor a 230 HV, según Norma ASTM E92 (Método de prueba estándar para dureza Vickers de materiales metálicos).

Para SCHUTH et al.(2012):

“Según investigaciones realizadas en Europa y EE.UU., el origen de las chispas que más a menudo provocan explosiones está relacionado con el uso de herramientas comunes (acero al carbono) en lugares donde existe riesgo de explosión...”. Según los expertos, una chispa emitida por una herramienta de acero al carbono puede alcanzar temperaturas de entre 1.550 °C y 1.850 °C. Es el producto de una conversión de energía, es decir, la energía cinética resultante de la fuerza aplicada a la herramienta o como consecuencia de la caída libre, se transforma, durante el impacto, en energía térmica en los dos

materiales en colisión... Es evidente que el riesgo de explosión existe y debe considerarse rigurosamente, por lo que se debe evitar el uso de herramientas de acero en lugares donde tal riesgo pueda existir.

1.3. REGISTROS Y MULTAS

RELACIONADAS CON

HERRAMIENTAS MANUALES

Según los registros de inspección realizados por la Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (OSHA/EE. UU.):

1) Registro N°2272953 (1985): dos trabajadores realizaban la actividad de llenado de un reactor a presión con un volumen de 100 galones (\pm 379 L) (camisa de agua) en una sala de mezcla. El trabajador n°1 usó una llave de metal para aflojar la tapa de apertura del reactor. La llave manual golpeó el soporte de acero al carbono del motor de agitación, produciendo chispas. El trabajador número 2 informó sobre la chispa, que fue seguida inmediatamente por una enorme “bola de fuego”. Ambos trabajadores estuvieron involucrados en la “bola de fuego”. El trabajador #3 llegó al área para brindar asistencia a los demás trabajadores. El resultado de la investigación mostró que no se proporcionaron herramientas que no produjeran chispas a los trabajadores. Los tres trabajadores fueron hospitalizados con quemaduras de primer y segundo grado en la cara, los brazos y el abdomen, y el trabajador número 2 también tenía quemaduras de tercer grado.

2) Registro Nro. 102826625 (1988): El trabajador Nro. 1 trabajaba para una empresa que limpiaba paredes y reemplazaba válvulas en cilindros de almacenamiento de propano (cilindros de gas LP) y en cilindros de soldadura

oxigenada (Cilindros de gas propano de metilacetileno-propadieno - MAPP). Antes de retirar la válvula vieja de cada cilindro, el trabajador n°1 abrió la válvula para dejar salir el gas residual en la estación de carga. Como había una gran cantidad de cilindros, el trabajador n°1 invirtió los cilindros para que el gas residual escapara más rápidamente. El trabajador n°1 generó una acumulación de mezcla de gas y aire alrededor de su área de trabajo. Los gases se encendieron por la chispa producida por un destornillador que estaba usando para abrir una válvula dañada o por la boquilla de un quemador con llama abierta que estaba aproximadamente a 40 pies (12 m) de distancia. Se produjo un incendio y una explosión. El trabajador fue hospitalizado con quemaduras de 2do y 3er grado en la parte inferior del cuerpo.

3) Registro No. 607366 (1988): Un trabajador estaba cortando el ala de un avión en pedazos con una sierra manual eléctrica portátil. La sierra generó una chispa que provocó que los vapores de gasolina explotaran en el tanque de combustible ubicado en el ala. El trabajador número 1 murió y el trabajador número 2 resultó herido y fue hospitalizado.

4) Registro n.º 111109237 (1994): El trabajador n.º 1 o n.º 3 intentaba cortar una línea de metal con una sierra para metales mientras el trabajador n.º 2 estaba de pie encima de uno de los dos tanques de gasolina de 5000 galones. \pm 19 000 L) intentando quitar una instalación de tanque. Las chispas generadas por la sierra, una llave inglesa u otra fuente desconocida provocaron que los vapores del

gasolina, que explotó. Los trabajadores número 1 y número 3 fueron quemados en el lugar. El trabajador número 2 murió

en el centro de quemados como resultado de quemaduras sostenidas por la explosión.

5) Registro No. 124728437 (1996): El trabajador No. 1 y un ayudante, ambos trabajando como mecánicos de mantenimiento, se encontraban trabajando en un pozo subterráneo de 30 pulgadas (76,3 cm) por 36 pulgadas (91,5 cm) de ancho, cerca de una gasolinera. El trabajador n.º 1 estaba intentando reemplazar una bomba de combustible mientras el ayudante observaba desde afuera de la caja. El trabajador n.º 1 estaba usando una llave Allen para aflojar los pernos de la cabeza de la bomba de combustible cuando se generó una chispa que encendió los vapores dentro de la carcasa, lo que provocó la explosión. El trabajador número 1 fue hospitalizado con quemaduras en la cara, los brazos y las piernas por la explosión.

6) Registro No. 300965795 (1998): un trabajador estaba utilizando una maza de metal en un proceso de limpieza de materiales sueltos de una línea de perforación. Mientras se golpeaba la línea con la maza, se produjo una explosión. El empleado falleció a causa de la explosión en el ambiente.

7) Registro y multa n.º 302920400 (2000): Durante una inspección a una industria de materiales plásticos y de resina, OSHA multó a la empresa por no utilizar herramientas que no produzcan chispas en áreas clasificadas. Según el informe, el incumplimiento estaba relacionado con la Sección 5(a)(1) de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970: “El empleador no se aseguró de que la actividad y el lugar de trabajo estuvieran libres de peligros reconocidos que pudiera causar daño físico o muerte a sus empleados”. Los trabajadores estuvieron expuestos a riesgos de

incendio y explosión asociados con el trabajo con dispositivos alimentados por gas hidrógeno. Los empleados debían realizar servicios utilizando herramientas que producían chispas.

8) Número de registro 309178523 (2007): Según el informe, el incumplimiento se relacionaba con el incumplimiento de la sección 5 (a) (1) de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970: “El empleador no cumplió garantizar que la actividad y el lugar de trabajo estuvieran libres de peligros reconocidos que pudieran causar daño físico o muerte a sus empleados”. Los empleados estuvieron expuestos al riesgo de incendio y explosión por la ignición del gas hidrógeno mientras llenaban cilindros de almacenamiento de hidrógeno en la Unidad 5 de la planta Muskingum de Rio AEP. No se tomaron precauciones para evitar la ignición. No se proporcionaron herramientas (“llave de tubo”) hechas de materiales que no produzcan chispas para abrir la válvula. Tubería de llenado de hidrógeno principal y... Un método viable y aceptable de reducción sería eliminar todas las posibles fuentes de ignición durante la transferencia de gas hidrógeno desde las tuberías de llenado hasta los cilindros de almacenamiento del cliente, incluyendo: 1. Uso de herramientas que no produzcan chispas al trabajar en entornos con gas hidrógeno y...”

9) Registro de citación núm. 313523375 (2009): Durante una inspección a una industria de materiales plásticos y de resina, OSHA multó a la empresa por no utilizar herramientas que no produzcan chispas en áreas clasificadas. Según el informe, “se estaban desarrollando procedimientos técnicos utilizando una herramienta T-Wrench que no estaba hecha de material antichispas para

atornillar y desatornillar la tapa de acceso de un recipiente de reacción y las tapas de acceso de los tanques de mezcla. Este proceso expuso al técnico y a otros empleados al riesgo de incendio y explosión, ya que existe el potencial de que esta herramienta produzca chispas durante su uso, lo que podría provocar la ignición de vapores inflamables presentes en el recipiente de reacción durante el proceso de carga”.

10) Registro de citación n.º 313996118 (2009): Durante una investigación de accidente en una planta de fabricación de adhesivos, OSHA citó a la empresa por incumplimiento de la sección 5(a)(1) de la Ley de Seguridad y Salud Ocupacional de 1970: “El empleador no cumplió “garantizar que la actividad y el lugar de trabajo estuvieran libres de peligros reconocidos que pudieran causar daño físico o muerte a sus empleados”. La empresa no utilizó herramientas que no produzcan chispas en áreas clasificadas. Condiciones del área de mezcla: Los empleados estuvieron expuestos a un peligro de incendio y explosión debido a una descarga estática, que encendió el contenido de un recipiente de mezcla que contenía heptano, un líquido inflamable clasificado como producto de Clase I y Grupo B. Entre otros métodos, se encontraron medios viables y aceptables. Las formas de reducir el riesgo serían: a) implementar el uso de herramientas que no produzcan chispas; b) garantizar una correcta conexión a tierra de todo el sistema. c) cumplir con las pautas descritas en la norma 77 de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA): Prácticas recomendadas sobre electricidad estática”.

1.4. PREGUNTA A RESPONDER

Este trabajo busca responder la siguiente pregunta:

¿Cuál es el riesgo real y qué parámetros se deben tener en cuenta al utilizar herramientas mecánicas manuales en áreas clasificadas dentro de entornos industriales de la industria del petróleo y el gas?

1.5. OBJETIVOS

- Evaluar y verificar, mediante estudios teóricos, análisis estadísticos y pruebas de laboratorio, los riesgos de herramientas mecánicas manuales que produzcan energía suficiente para provocar la ignición de gases y vapores, en ambientes simulados, con riesgo de atmósferas explosivas (área clasificada) en la industria. . petróleo y gas.
- Con base en los resultados obtenidos, analizar críticamente las diferencias entre los conceptos establecidos por la norma americana API RP 2112 y la norma internacional IEC/ISO 80079-36. De esta manera, es posible demostrar cuáles de estos estándares presentan resultados más cercanos a la realidad en entornos industriales de la industria del petróleo y gas;
- Brindar orientación a los profesionales que trabajan en áreas clasificadas de la industria de petróleo y gas sobre las condiciones de seguridad operacional de herramientas manuales metálicas, con el fin de mantener los estándares de seguridad y medio ambiente en sus actividades diarias.

1.6. IMPORTANCIA

El resultado de este trabajo permitirá ampliar el conocimiento de los fenómenos relacionados con las

energías liberadas durante la fricción y el impacto, específicamente para el segmento de la industria de petróleo y gas. Este conocimiento puede aumentar la seguridad de las instalaciones industriales, evitando costes innecesarios. Como programa de prevención, contribuirá a minimizar las pérdidas generadas por eventos no deseados derivados de actividades realizadas en áreas con atmósferas explosivas debido al uso de equipos mecánicos. Cumplir también con la legislación pertinente sobre el tema, especialmente en lo referente a la necesidad de conocer los riesgos de las instalaciones industriales y proteger a los trabajadores, tal como lo recomiendan las normas reguladoras del Ministerio de Trabajo. De esta forma, se pretende reducir los riesgos inherentes al negocio, que ponen en riesgo la seguridad de las personas, el medio ambiente, los activos y la imagen de la empresa.

1.7. MARCOS TEÓRICOS

Las dos principales escuelas de pensamiento sobre el riesgo potencial de las herramientas eléctricas portátiles en las que se basó el estudio fueron:

1. **Versión norteamericana:** se utilizó una práctica de larga data establecida desde la década de 1930, basada en estudios de laboratorio desarrollados por Underwriters Laboratories Inc., en Chicago/EE.UU., bajo el patrocinio del Comité Americano del Petróleo para la Prevención de Accidentes y Protección contra Incendios.

Se completó con la publicación del documento API 2214, de fecha 3 de febrero de 1956, denominado “Chispas de herramientas manuales”, el cual fue aprobado para su publicación por el Comité de Seguridad de la Junta Directiva. Esta línea de pensamiento fue apoyada por investigaciones desarrolladas posteriormente por otras organizaciones estadounidenses como el Departamento de la Marina de los EE. UU. y la NFPA.

2. **Aspecto internacional:** se aprovecha la dilatada experiencia europea en minas de carbón y de especialistas en este segmento, consolidada en normas europeas (EN) y en estudios y pruebas financiados por empresas europeas. Organizaciones como el Comité Electrotécnico Internacional (IEC), el Comité de Ingeniería del Instituto del Petróleo (IP-UK), la Cámara Naviera Internacional (ICS), el Foro Marino Internacional de Compañías Petroleras (OCIMF) y la Asociación Internacional de Puertos y Terminales. (Agencia IAPH).

1.8. JUSTIFICACIÓN DE ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El Comité de Investigación sobre Incendios y Explosiones Industriales del Instituto del

Petróleo emitió una advertencia a sus miembros en 2010:

“A menos que... se obtenga evidencia que demuestre que las herramientas manuales de acero de impacto son seguras, se recomienda que se utilicen herramientas que no produzcan chispas en situaciones donde las atmósferas explosivas sean inevitables”.

Por lo tanto, incluso después de tantos años de investigación, es necesario verificar si es el Instituto Americano del Petróleo (API) el que tiene razón o es la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). De esta forma, las empresas del segmento de petróleo y gas podrán realizar sus actividades de manera segura, reduciendo los riesgos inherentes al negocio que ponen en riesgo la seguridad de las personas, los activos y la imagen de la empresa.

1.9. DELIMITACIONES DEL ÁMBITO DE APLICACIÓN

Este trabajo de investigación no pretende discutir:

1. Equipos eléctricos y sus accesorios: en cuanto a su forma constructiva, métodos de protección, tipos de protección, ensayos normativos, nivel de protección de los equipos, aplicaciones, riesgos y limitaciones para su aplicación en atmósferas explosivas;
2. Características fisicoquímicas de las mezclas inflamables;
3. Los errores humanos o trabajos por debajo de los estándares de seguridad en el desarrollo de actividades industriales que involucren herramientas y equipos;
4. Parámetros de propiedades fisicoquímicas, tales como: punto de inflamación,

rango de inflamabilidad, energía mínima de ignición y densidad;

5. Análisis relacionados con los efectos de la humedad, variaciones de temperatura ambiente fuera del rango de (0 a 40) °C y presión atmosférica a nivel del mar, además de los efectos de: agentes químicos, vibración, ventilación, aplicación de barreras o otras formas de protección de equipos contra atmósferas explosivas;
6. Equipos utilizados en entornos de trabajo distintos a la industria del petróleo y el gas;
7. Asuntos relacionados con la minería subterránea;
8. Diferencias entre los procedimientos y estándares de pruebas estadounidenses e internacionales; y
9. Adhesión o adecuación de la legislación brasileña a los conceptos de otra legislación extranjera, transnacional o internacional.