

Mis datos de contacto



Ing. Gerzayn Fuentes Campos
Socio AMRACI



¡Fuego en la Planta!

Prevención, Protección y Continuidad del Negocio
en la Industria de Pinturas y Recubrimientos

Accesar la presentación



Nuestro propósito

"Que el fuego no apague ninguna vida."

Nos centramos en las nuevas generaciones, en el amor de nuestras familias y nuestras vidas.



VIDA

Todo lo que hacemos termina en una vida protegida



RESILIENCIA

La protección es una cultura que se construye, cuando la prevención se vuelve hábito



INCLUSIÓN

El fuego no discrimina. La protección tampoco debe hacerlo

La realidad del riesgo

El costo del fuego en la industria de recubrimientos

\$5.8M USD

Pérdida promedio por evento de incendio o explosión en la industria de recubrimientos

80%

De las empresas sin planes de continuidad fracasan en los 18 meses posteriores al siniestro

\$33M MXN

Pago diario de aseguradoras en México por siniestros de incendio

96,000+

Incendios registrados por año en México (CENAPRED)



Explosión en planta de pinturas — Ecatepec, Estado de México



Vista diurna del incendio — el humo visible a kilómetros de distancia

Caso real en México

Explosión en planta de pinturas — Ecatepec, Estado de México

1. Explosión e incendio en una fábrica de pinturas y solventes en zona industrial.
2. Vapores de solventes acumulados encontraron una fuente de ignición no controlada.
3. El incendio se propagó rápidamente por la ausencia de sistemas de detección temprana y supresión automática.
4. Daños a instalaciones vecinas, evacuación de colonias cercanas, interrupción total de operaciones.
5. Sin sistemas contra incendio adecuados, la respuesta dependió únicamente de bomberos — que llegaron cuando el daño ya era irreversible.

En su proceso, viven sus riesgos

Vamos a caminar juntos por su proceso de fabricación



1 Pesado y Dosificación de Materias Primas

! Riesgos

- Almacenamiento de grandes volúmenes de solventes inflamables (tolueno, xileno, MEK) en tanques y tambores. Cualquier fuga o derrame genera una atmósfera explosiva.
- Descarga de pipas y camiones cisterna: la transferencia a granel genera vapores masivos y acumulación de electricidad estática por el flujo del líquido.
- Incompatibilidad de materiales almacenados cerca: oxidantes junto a inflamables pueden provocar reacciones violentas.
- Pesado manual de resinas y solventes: abrir contenedores libera vapores que se acumulan a ras de piso y viajan hacia fuentes de ignición remotas.

✓ Soluciones

- Clasificación eléctrica de áreas (NFPA 70/500): todo equipo eléctrico en zonas de manejo de solventes debe ser certificado a prueba de explosión.
- Ventilación mecánica con extracción forzada al exterior para evitar acumulación de vapores por debajo del LEL.
- Diques de contención con capacidad del 110% del contenedor más grande en el área.
- Sistemas de grounding y bonding verificados en cada punto de transferencia (Newson-Gale Earth-Rite®).
- Pesado en campanas de extracción localizada para contener vapores en el punto de emisión.

2 Dispersión y Pre-mezcla

! Riesgos

- Apertura de contenedores de solventes volátiles libera vapores que viajan a ras de piso hacia fuentes de ignición remotas (motores, tableros, pilotos).
- La velocidad de las aspas del dispersor genera calor por fricción y puede producir chispas mecánicas por contacto con las paredes del tanque.
- Adición manual de polvos (pigmentos, cargas minerales) genera nubes de polvo combustible que forman atmósferas explosivas.
- Carga electrostática acumulada entre componentes metálicos del sistema de mezcla no conectados a tierra.

✓ Soluciones

- Equipos a prueba de explosión: motores, controles eléctricos y luminarias clasificados para áreas peligrosas.
- Inertización con nitrógeno del espacio de cabeza del tanque durante la pre-mezcla para eliminar el oxígeno.
- Tapas parciales o cubiertas en los tanques para contener vapores durante la operación del dispersor.
- Sistemas de extracción localizada (campanas) en los puntos de carga manual de polvos.
- Monitoreo continuo de concentración de vapores inflamables con alarma al 25% del LEL.

3 Molienda — Zona de Riesgo Crítico

! Riesgos

- Generación masiva de calor por fricción mecánica: las esferas/perlas de molienda transfieren energía térmica al producto, elevando la temperatura peligrosamente.
- Riesgo de auto-ignición: si la temperatura del producto supera el punto de inflamación del solvente, los vapores generados se encienden espontáneamente.
- Sellos mecánicos dañados o desgastados permiten fugas continuas de vapores inflamables al ambiente de trabajo.
- Polvo de pigmentos metálicos (aluminio, bronce) clasifica como polvo combustible St-3 — el más peligroso. Riesgo de explosión de polvo dentro de los molinos.

✓ Soluciones

- Sistemas de enfriamiento con camisas de agua y monitoreo continuo de temperatura del producto y del equipo.
- Alarmas automáticas por alta temperatura con paro de emergencia del molino al superar umbrales predefinidos.
- Programa riguroso de mantenimiento preventivo en sellos mecánicos — inspección y reemplazo según horas de operación.
- Detección de chispas en ductos de extracción conectados al molino (Fike Spark Detection).
- Paneles de alivio de explosión (Fike) en áreas confinadas donde se acumula polvo combustible.
- Clasificación de peligros KSt y Pmax según NFPA 652 para cada pigmento metálico utilizado.

4

Ajuste de Viscosidad con Solventes Inflamables

! Riesgos

- Adición masiva de material altamente volátil: se bombean grandes volúmenes de solventes reductores (thinners) o resinas líquidas de bajo punto de inflamación.
- Evaporación súbita por choque térmico: la masa caliente del molino entra en contacto con solvente frío, generando evaporación violenta e instantánea.
- Acumulación de electricidad estática: inyectar grandes caudales de solvente genera altísima fricción en tuberías y al impactar la superficie del líquido.
- Apertura del sistema para mediciones: los operarios abren escotillas para tomar muestras de viscosidad, creando puntos de escape de vapores inflamables.

✓ Soluciones

- Inertización de tanques (Blanketing): proteger el interior con nitrógeno durante la inyección de solventes.
- Control estricto de temperatura: la temperatura de la pasta del molino jamás debe exceder el punto de ebullición del solvente más volátil.
- Extracción localizada (Campanas): la adición del reductor debe realizarse bajo campana de extracción mecánica.
- Eliminar llenado por caída libre: usar tubos de inmersión profunda (bottom-loading o dip pipes).
- Puesta a tierra inquebrantable: todo el sistema (tuberías, tanque, herramientas, operario) debe estar conectado a tierra.

5 Filtrado y Envasado (Transferencia de Líquidos)

! Riesgos

- Fricción extrema por filtración fina: al forzar solventes a través de filtros, el contacto con enorme área superficial genera cargas electrostáticas masivas.
- El peligro del llenado por salpicadura (Splash Filling): verter producto en caída libre fragmenta el chorro en gotas cargadas eléctricamente.
- Flujo turbulento en tuberías: bombear a altas velocidades por tuberías estrechas crea fricción interna que acumula cargas electrostáticas.

✓ Soluciones

- Respetar el 'Tiempo de Relajación': periodo de reposo al líquido inmediatamente después de filtrar antes de transferir.
- Prohibir estrictamente la caída libre: usar tubos de inmersión profunda. El envasado siempre con bottom-loading.
- Limitar la velocidad de flujo inicial: menos de 1 m/s hasta que el tubo esté sumergido en el líquido.
- Grounding & Bonding inquebrantable: sistema dispensador, boquilla y envase metálico receptor conectados a tierra verificada.
- Evitar envases aislantes: no usar cubetas de plástico común para líquidos inflamables volátiles.

6

Almacenamiento y Transporte — Acumulación Masiva

! Riesgos

- Efecto chimenea en racks de gran altura: las estanterías crean conductos verticales. Si un embalaje se enciende, las llamas ascienden exponencialmente.
- El embalaje como iniciador: tarimas de madera, cartón y plásticos de empaque (shrink wrap) actúan como 'encendedor' con alta carga calorífica.
- Ruptura de contenedores y 'Pool Fires': el calor debilita contenedores metálicos y derrite los plásticos, liberando el contenido inflamable.
- Peligro de IBCs de plástico: almacenar líquidos inflamables Clase I en contenedores a granel de polietileno es extremadamente peligroso.

✓ Soluciones

- Rociadores de alta densidad y en-rack: los convencionales no penetran el fuego en estanterías altas. Se requieren rociadores especializados.
- Contención, diques y drenaje: piso hermético con pendientes, diques o trincheras con rejillas para capturar derrames.
- Eliminación de IBCs de plástico para Clase I: usar contenedores metálicos para líquidos inflamables (punto de inflamación $<100^{\circ}\text{F}$ / 37.8°C).
- Separación y pasillos cortafuego: anchura mínima de 1.5 a 2.5 metros (5 a 8 pies).
- Limpieza extrema (Housekeeping): retirar tarimas rotas, plástico suelto y basura continuamente.

El enemigo invisible

Electricidad estática y vapores inflamables en almacenamiento y transferencia

Riesgos

- Los solventes como tolueno y xileno generan vapores que viajan a ras de suelo hacia fosas o drenajes, buscando fuentes de ignición remotas.
- La fricción al bombear solventes o el llenado en caída libre (splash filling) acumula cargas electrostáticas letales.
- Un camión cisterna puede emitir miles de mili-julios de energía. Solo se necesitan 25 mJ para crear una chispa.

Soluciones

- Sistemas de grounding (conexión a tierra) y bonding (enlace) con resistencia verificada $< 10 \Omega$.
- Newson-Gale: fabricante líder con +40 años. Sus sistemas Earth-Rite® y Bond-Rite® verifican activamente la conexión antes de permitir la operación.
- Clasificación eléctrica de áreas, ventilación adecuada, procedimientos de transferencia seguros.

Fricción, polvos y nubes mortales

Molienda y dispersión — Riesgo crítico

Pentágono de la explosión

1. Combustible (polvo/vapor)
2. Oxígeno
3. Fuente de ignición
4. Dispersión
5. Confinamiento

- **Polvo de aluminio:** Riesgo St-3, el más peligroso. Común en pinturas metálicas.
- **Explosión híbrida:** Polvo combustible + vapor inflamable = efecto multiplicador devastador.
- **Calor mecánico:** Dispersores de alta velocidad vaporizan solventes por fricción.
- **Caso US Ink:** Polvo acumulado en ductos causó retroceso de llama y explosión masiva.

Soluciones: Paneles de alivio de explosión • Supresión de ultra alta velocidad • Válvulas de aislamiento • **Fike: líder global en protección contra explosiones**

Caso US Ink: Explosión e Incendio (Oct 2012)

[csb.gov/us-ink-fire/](https://www.csb.gov/us-ink-fire/)

El 9 de octubre de 2012, un incendio y una explosión de polvo combustible en la planta de tintas de US Ink en Nueva Jersey dejó a siete trabajadores con quemaduras severas.

¿Por qué sucedió? (Causas Raíz)

- **Diseño deficiente:** El sistema de extracción no consideró vapores condensables, provocando acumulación de lodo inflamable en el ducto.
- **Auto-calentamiento:** El lodo y polvos acumulados alcanzaron temperatura suficiente para auto-encenderse.
- **Retroceso de llama:** El fuego viajó por el ducto hasta el colector, provocando una explosión.
- **Materiales inadecuados:** Mangueras flexibles de goma combustible propagaron el fuego a múltiples puntos.
- **Fallas de gestión:** No se realizó Análisis de Peligros de Proceso (PHA) ni Gestión del Cambio (MOC).

¿Qué debemos hacer para prevenirlo?

Recomendaciones del caso US Ink

1. Controles de Ingeniería

- Diseño seguro de recolección de polvo: velocidad mínima 4,500 pies/minuto.
- Evitar tuberías flexibles combustibles: usar tramos rígidos.
- Interlocks y monitoreo: sensores de temperatura y presión con paros automáticos.

2. Gestión de Seguridad de Procesos

- Aplicar MOC y PHA a toda nueva maquinaria.
- Commissioning estricto antes de operar.
- Cumplimiento normativo: NFPA 654, NFPA 91.

3. Factor Humano y EPP

- Cultura de Evacuación Inmediata en ambientes con polvo/vapores.
- Ropa Ignífuga (FRC) obligatoria según NFPA 2113.
- Sistemas de Alarma automáticos según NFPA 72.

El peligro de la rutina

Lo que pasa todos los días y se normaliza



Trabajos en caliente

Soldar o esmerilar genera chispas que originan el 12% de los incendios industriales. Las chispas pueden viajar y encender materiales ocultos horas después.

NFPA 51B



Combustión espontánea

Los trapos usados con pinturas alquídicas o aceites secantes se auto-calientan por oxidación y pueden encenderse en menos de 4 horas. Deben ir a botes metálicos herméticos.

NFPA 30



Dilución y envasado

La adición de solventes para ajustar viscosidad genera nuevos vapores. El envasado implica transferencia de líquidos inflamables — cada transferencia es un punto de ignición potencial.

NFPA 30/77

El sistema nervioso de la planta

Detección y alarma: los primeros 60 segundos lo definen todo



Detección de humo por aspiración

Ideal en áreas con vapores de solvente.
Muestra aire continuamente.



Detección de flama UV / IR

Respuesta en milisegundos. Para áreas abiertas con riesgo de incendio súbito.



Detección de calor lineal

Cable sensor a lo largo de bandas transportadoras, ductos y tuberías.



Detección de gas inflamable

Monitoreo continuo de concentración de vapores. Alerta antes de alcanzar LEL.



Alarma de evacuación

Sirenas, estrobos y voceo para evacuación ordenada y oportuna.



Monitoreo remoto e IoT

Supervisión 24/7 desde cualquier lugar.
Tendencia creciente en la industria.

La línea de defensa más probada

Rociadores automáticos y sistemas especiales de supresión

Rociadores automáticos (FMDS 2-0 & NFPA 13)

96%

Efectividad comprobada cuando están bien mantenidos

89%

Reducción de mortalidad en incendios con rociadores

60%

Reducción de pérdidas en manufactura

Sistemas especiales

- **Gases inertes:** ProInert, Inergen. Sofocan sin residuos ni daño al equipo.
- **Agua nebulizada:** Alta presión, gotas microscópicas. Enfriamiento rápido, mínimo daño por agua.
- **Sistemas híbridos:** Combinan agua nebulizada + gas inerte. Efectividad en espacios confinados.
- **CO₂:** Clásico para áreas desocupadas. Alta efectividad en equipos eléctricos.

La industria está cambiando

Transiciones regulatorias que afectan las decisiones de inversión



Phase-down de HFC

Los agentes limpios basados en HFC están en proceso de reducción gradual a nivel global (Enmienda de Kigali, EPA). La disponibilidad y costos se verán afectados.

Acción: Evaluar alternativas: FK-5-1-12, gases inertes, sistemas híbridos, agua nebulizada.



Eliminación de PFAS

Las espumas AFFF y AR-AFFF contienen PFAS que persisten en el medio ambiente. Los principales fabricantes están en transición PFAS-free.

Acción: Planificar la transición antes de que sea obligatoria.



Baterías de litio

El crecimiento de vehículos eléctricos, BESS y dispositivos electrónicos introduce nuevos riesgos de thermal runaway.

Acción: AMRACI trabaja en nueva NOM para almacenamiento de energía.

El sabotaje que nadie ve

¿De qué sirve la inversión si los sistemas se anulan?



Válvulas cerradas

La causa #1 de falla de rociadores es dejar las válvulas de control cerradas por descuido tras mantenimiento.



Cabezales pintados

Pintar los cabezales actúa como aislante térmico e impide que el rociador se active a tiempo.



Obstrucción física

Cajas, tarimas y producto almacenado bloqueando los rociadores. El agua no puede llegar al fuego.



Falta de mantenimiento

Sistemas sin inspección ni pruebas periódicas. Bombas que no arrancan, alarmas que no suenan.

Solución: Mantenimiento profesional por personal certificado **CEMACI (AMRACI)**. La certificación garantiza la competencia técnica del personal de mantenimiento.

ROI y marco regulatorio

Seguridad como escudo financiero + cumplimiento normativo en México

ROI de la protección

5–45%

Reducción en primas de seguro
(hasta 60% por sistemas integrales)

400%

ROI promedio del mantenimiento
preventivo (\$1 invertido = \$5 ahorrados)

Horas

Tiempo de recuperación con sistemas
sin residuos (vs. semanas sin ellos)

Regulación en México

NOM-002-STPS En revisión. Se busca hacer obligatorio el uso de SCI.

NTC CDMX 2025 En vigor desde 12 junio 2025. Referencia normas mexicanas.

NMX-S-066-SCFI Norma mexicana para rociadores automáticos.

NMX-S-054-SCFI Norma mexicana para detección y alarma.

IFC 2024 Código Internacional Contra Incendios en español.

NOM Baterías Nueva NOM para almacenamiento de energía (en desarrollo).

En AMRACI

Profesionalizamos para proteger cada **VIDA**. Construimos **RESILIENCIA** para que la prevención sea cultura, no reacción. Impulsamos **INCLUSIÓN** para que la protección llegue a todos.

Cada año, el fuego se lleva vidas que no tenían por qué perderse.

En hogares que no tenían un detector de humo. En escuelas que nunca instalaron un rociador.

En fábricas donde nadie sabía operar el sistema contra incendio.

En AMRACI creemos que eso puede cambiar.

Y junto con ustedes, podemos liderar ese cambio.

Profesionalizamos porque sabemos que un técnico certificado no solo instala un sistema: protege familias.

Un ingeniero que diseña bajo estándares oficiales no solo cumple una norma: salva vidas.

En AMRACI

Necesitamos que la prevención se vuelva tan mexicana como los tacos y el tequila.

Que un niño de primaria sepa qué hacer si huele humo.

Que una PyME entienda que invertir en protección contra incendio es tan fundamental como pagar la nómina.

No pedimos que se elimine el fuego. Pedimos que se elimine la ignorancia, la indiferencia y la improvisación que convierten al fuego en tragedia.

Porque cuando hay **conocimiento**, hay prevención. Cuando hay **prevención**, hay resiliencia. Cuando hay **resiliencia**, el fuego puede existir sin apagar una sola vida.

No contraten improvisación: exijan profesionales certificados.

No vean la protección contra incendios como un costo: es la inversión que protege todo lo demás.

La ventaja AMRACI

Busquen proveedores expertos y certificados



CETRACI

EC0764.01

Para diseñadores de
sistemas de rociadores



CEDACI

EC0955

Para integradores de
sistemas de detección y alarma



CEMACI

EC1490

Para profesionales de
mantenimiento de SCI

amraci.org — Directorio de socios por mapa geográfico y certificación • Programa de desarrollo profesional continuo • Fire Prevention Institute • Incendímetro

Tres mensajes para llevar

1

Prevención + protección = supervivencia

Los sistemas automáticos compran tiempo y salvan la estructura. Las buenas prácticas diarias evitan que el sistema tenga que usarse.

2

La regulación avanza

México está endureciendo su marco regulatorio. Quien se prepare hoy tendrá ventaja competitiva y primas de seguro más bajas.

3

Exijan proveedores certificados

Su vida, la de sus trabajadores y la continuidad de su negocio dependen de ello. Busquen socios AMRACI con personal certificado.

¿Preguntas?