

# Universidad Nacional de Cuyo Facultad de Ingeniería



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD  
DE INGENIERÍA**

Capacitación para técnicos aspirantes a operadores  
de una refinería de petróleo

2023

# ELEMENTOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES DE PROCESOS

Docente: Ing. Jorge Nozica



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD  
DE INGENIERÍA**

# **SEGURIDAD EN INSTALACIONES DE PROCESOS**

Garantizar un entorno de trabajo seguro. Contribuyen a crear un ambiente de trabajo seguro y confiable, protegiendo tanto a los trabajadores e instalaciones, al entorno y medio ambiente, minimizando los riesgos de incidentes o accidentes que puedan tener graves consecuencias.

# CRITERIOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES DE PROCESOS

## 1 de 2

- Identificación de Peligros: Es esencial identificar y evaluar los posibles peligros presentes en la instalación
- Gestión de Riesgos: Una vez identificados los peligros, es crucial implementar medidas de gestión de riesgos para minimizarlos y prevenir accidentes o incidentes.
- Capacitación del Personal: formación EFICAZ en seguridad para entender los riesgos, saber cómo operar equipos de manera segura y cómo responder a situaciones de emergencia.
- Procedimientos de Emergencia: Se deben establecer y practicar procedimientos de emergencia para casos de incendios, derrames, fugas o situaciones de sobre presión.
- Equipos de Protección Personal (EPP): Proporcionar y exigir el uso adecuado de EPP
- Controles de Ingeniería: Implementar controles de ingeniería, como sistemas de ventilación, sistemas de alivio de presión y contención, ETC

# CRITERIOS DE SEGURIDAD EN INSTALACIONES DE PROCESOS

2 de 2

- **Etiquetado y Señalización:** Etiquetar adecuadamente los equipos y áreas peligrosas, y colocar señales de advertencia y de seguridad para informar y prevenir accidentes.
- **Mantenimiento Preventivo:** Realizar mantenimientos preventivos regulares para asegurar que los equipos y sistemas de seguridad funcionen correctamente.
- **Análisis de Causa Raíz:** En caso de incidentes, realizar análisis de causa raíz para identificar las causas fundamentales y evitar su repetición.
- **Cumplimiento de Normativas:** Cumplir con las regulaciones y normativas de seguridad establecidas por las autoridades y organismos competentes.
- **Cultura de Seguridad:** Fomentar una cultura de seguridad en la organización, donde se promueva la responsabilidad,

# CONDICIONES PELIGROSAS

1 de 2

- **Sustancias Químicas Peligrosas:** La manipulación, almacenamiento y transporte de sustancias químicas peligrosas pueden causar intoxicaciones, quemaduras, incendios o explosiones.
- **Equipos de Alta Presión y Temperatura:** Equipos como calderas, reactores o tuberías de alta presión pueden representar riesgos de explosiones o fugas.
- **Equipos Mecánicos y Rotativos:** Maquinaria pesada o en movimiento puede causar accidentes, atrapamientos o cortes si no se opera adecuadamente.
- **Electricidad:** La presencia de cables eléctricos, equipos y sistemas eléctricos puede representar riesgos de electrocución o incendios.
- **Fuego y Explosiones:** La presencia de materiales inflamables y combustibles aumenta el riesgo de incendios y explosiones.
- **Sobrepresión y Vacío:** La acumulación de presión excesiva o vacío en equipos puede resultar en daños estructurales o ruptura de contenedores.
- **Fugas y Derrames:** Las fugas o derrames de sustancias peligrosas pueden contaminar el ambiente y causar daños a la salud.

# CONDICIONES PELIGROSAS

2 de 2

- **Riesgos Ergonómicos:** Las malas posturas y movimientos repetitivos pueden causar lesiones musculoesqueléticas en los trabajadores.
- **Espacios Confinados:** Trabajar en espacios confinados, como tanques o ductos, puede presentar riesgos de asfixia, intoxicación o atrapamientos.
- **Exposición a Ruido, Vibraciones y Radiaciones:** La exposición a ruido, vibraciones o radiaciones puede afectar la salud auditiva o causar otros problemas de salud.
- **Condiciones Climáticas Extremas:** Trabajar en condiciones climáticas extremas, como temperaturas muy altas o bajas, puede poner en riesgo la salud y seguridad de los trabajadores.
- **Falta de Entrenamiento y Capacitación:** La falta de capacitación adecuada en seguridad puede aumentar el riesgo de accidentes y lesiones

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 1 - EROSIÓN

- Desgaste progresivo causado por el impacto de partículas sólidas suspendidas en líquidos o gases que fluyen a alta velocidad.
- Su prevención debe ser un enfoque integral que combina la selección adecuada de materiales, el diseño inteligente y el mantenimiento preventivo para garantizar la integridad y la durabilidad de los equipos en entornos industriales exigentes.
- Selección de materiales resistentes
- Reducción de la velocidad del flujo
- Diseño adecuado de las tuberías y conductos
- Tubos de doble pared
- Uso de deflectores y deflectores internos
- Monitoreo y mantenimiento regular
- Optimización de los procesos

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 2 - CORROSIÓN

- Selección de materiales resistentes a la corrosión
- Recubrimientos protectores
- Protección catódica
- Barreras de contención
- Control de la humedad y la temperatura
- Control de la concentración de sustancias corrosivas
- Mantenimiento regular
- Protección de juntas y conexiones
- Monitoreo y control de procesos

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 3 - FALLA MECÁNICA

- Mantenimiento Preventivo:
- Monitoreo de Condiciones:
- Capacitación y formación del Personal:
- Lubricación y Mantenimiento de Lubricantes:
- Reemplazo de Piezas Desgastadas:
- Análisis de Causa Raíz:
- Seguimiento de Tendencias:
- Cumplimiento de Especificaciones y Límites de Diseño:
- Planificación de Paradas de Mantenimiento:
- Actualización y Modernización:

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 4 - ERROR HUMANO

- Entrenamiento y Capacitación:
- Procedimientos Estándar de Operación (SOP)
- señales de advertencia.
- Interbloqueos:
- Diseño Ergonómico:
- Redundancia en Sistemas de Control.
- Automatización y Control por Computadora.
- Retroalimentación Visual y Auditiva:
- Auditorías y Revisiones:
- Cultura de Seguridad:
- Reporte de Incidentes:
- Análisis de Causa Raíz:

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 5 - INCENDIO

- Diseño y Construcción Segura
- Materiales Resistentes al Fuego
- Sistemas de Detección de Incendios
- Sistemas de Supresión de Incendios
- Sistemas de Alarma:
- Sistemas de Ventilación
- Sistemas de Control de Fuentes de Ignición

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 5 - INCENDIO

- Sistemas de Limpieza y Mantenimiento
- Procedimientos de Trabajo Seguro
- Capacitación del Personal
- Control de Acceso
- Almacenamiento Seguro de Materiales Inflamables
- Etiquetado y Señalización
- Análisis de Riesgos
- Estudio de escenarios e hipótesis de riesgo

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

- **Sistemas de Defensas Pasivas contra incendios**
- Diseño de la Distribución y Ubicación de Instalaciones:
- Separación de unidades de proceso:
- Zonas clasificadas: Se identifican y delimitan zonas clasificadas de acuerdo con la normativa aplicable, donde se considera la posible presencia de vapores inflamables.
- Barreras de fuego: Se establecen barreras de fuego, como muros y cortafuegos, para evitar la propagación horizontal y vertical del incendio.
- Materiales Resistentes al Fuego:

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

- **Sistemas de Protección Pasiva Contra Incendios**
- Recipientes de seguridad: Se utilizan recipientes de seguridad o diques de contención para almacenar líquidos inflamables
- Protección contra explosiones: Se implementan medidas de protección contra explosiones, como paneles de alivio de explosión y sistemas de supresión de explosiones.
- Sistemas de detección y alarma: Se instalan sistemas de detección de humo y calor, llama, mezcla explosiva
- Sistemas de Ventilación y Extracción de Gases:
- Extracción de gases: Se instalan sistemas de extracción de gases para eliminar los vapores inflamables y minimizar los riesgos de ignición.
- Diques: Se disponen diques y canaletas para contener y dirigir derrames de líquidos inflamables lejos de áreas críticas.
- Sistemas de drenaje seguro: se diseñan para evitar que los líquidos inflamables alcancen áreas de ignición o acumulación.
- Capacitación en prevención de incendios y simulacros

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 6 - SOBRELLENADO

- Sensores de Nivel:
- Los sensores de nivel son dispositivos que detectan el nivel de líquidos o sólidos en los equipos.
- Tipo de sensor: flotadores, capacitivos, ultrasónicos o de presión diferencial. Al monitorear continuamente el nivel, pueden activar alarmas o sistemas de control para evitar el sobrellenado.
- Rango de medición: Debe cubrir el nivel máximo y mínimo requerido para el equipo de proceso.
- Precisión: La precisión del sensor debe evitar lecturas incorrectas y garantizar un control preciso del nivel.
- Resistencia a la corrosión: Deben ser resistentes a la corrosión si se utilizan en entornos químicamente agresivos.
- Salida y señal: La señal de salida del sensor debe ser compatible con el sistema de control y las alarmas del equipo.

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 6 - SOBRELLENADO

- **Sensores de presión:** Los sensores de presión deben tener una capacidad de medición adecuada para detectar cambios de presión que puedan indicar sobrellenado.
- **Válvulas de Control de Flujo:**
  - **Tipo de válvula:** Pueden ser de diferentes tipos, como válvulas de globo, de mariposa o de compuerta, dependiendo de las necesidades del proceso y el fluido a manejar.
  - **Tamaño y capacidad:** Deben tener un tamaño y capacidad adecuados para manejar el caudal requerido en el equipo de proceso.
  - **Tiempo de respuesta:** La válvula debe tener un tiempo de respuesta rápido para cerrar o abrir cuando se active para evitar sobrellenado.
- **Sistemas de Alarma:** Se instalan alarmas visuales o audibles para alertar al personal cuando el nivel de llenado se acerca al límite máximo o cuando se ha alcanzado.
- **Tipo de alarma:** Pueden ser visuales o audibles y preestablecidos para activarse cuando se acerque al límite máximo o se alcance el nivel crítico.
- **Interruptores de Nivel Alto:** Son dispositivos eléctricos que se activan cuando el nivel alcanza un punto preestablecido, lo que puede cortar la alimentación de la bomba u otros equipos de llenado.
- **Bypass de Sobreflujo:** En algunos equipos, se pueden instalar sistemas de bypass que permiten que el fluido excedente fluya hacia otra área segura en caso de que se alcance el límite máximo de llenado.
- **Sensores de Presión:** Algunos equipos también cuentan con sensores de presión para monitorear la presión interna del equipo y prevenir sobrellenado debido a un aumento repentino de la presión.
- **Sistemas de Interbloqueo:** Establecer sistemas de interbloqueo para evitar que ciertos equipos se activen o se llenen hasta que se cumplan ciertas condiciones de seguridad.

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 7 - SOBREPRESIÓN

- Válvulas de Alivio o Seguridad:
  - se activan automáticamente cuando la presión excede un nivel preestablecido, permitiendo la liberación controlada del exceso de presión
- Sistemas de Alarma de Presión:
- Sensores de Presión:
- Dispositivos de Bloqueo y Cierre:
- Válvulas de Control de Flujo:
  - Las válvulas de control de flujo permiten regular el flujo de entrada o salida en el equipo, manteniendo la presión dentro de límites seguros.
- Interruptores de Presión Diferencial: Estos interruptores detectan cambios de presión significativos y pueden activar alarmas o sistemas de seguridad.
- Válvulas de Bloqueo de Emergencia:
  - Son válvulas que se utilizan para cerrar rápidamente el flujo de fluido en caso de emergencia y evitar la acumulación de presión.

# CAUSAS DE CONDICIONES PELIGROSAS

## 8 - SOBRETENPERATURA

- Válvulas de Alivio de Presión: Se activan automáticamente cuando la temperatura aumenta y la presión interna del equipo supera los límites seguros. Al abrirse, liberan el exceso de presión
- Sistemas de Enfriamiento de Emergencia: Se activan cuando la temperatura del reactor se eleva peligrosamente. Pueden utilizar agua, gases refrigerantes o sistemas de enfriamiento adicionales
- Válvulas de Cierre Automático: válvulas de cierre automático que detienen el flujo de reactivos o calor al reactor cuando la temperatura supera ciertos umbrales.
- Sistemas de Control Redundantes: sistemas de control redundantes garantiza que si un sistema falla, otro pueda tomar el control y evitar el exceso de temperatura.
- Sistemas de Ventilación: Los sistemas de ventilación aseguran la liberación de gases o vapores generados durante la reacción, ayudando a mantener la temperatura bajo control.
- Sistemas de Apagado de Emergencia: En caso de una situación crítica, se deben tener sistemas de apagado de emergencia que detengan la reacción y eviten un aumento adicional de temperatura.

# ELEMENTOS PRIMARIOS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES

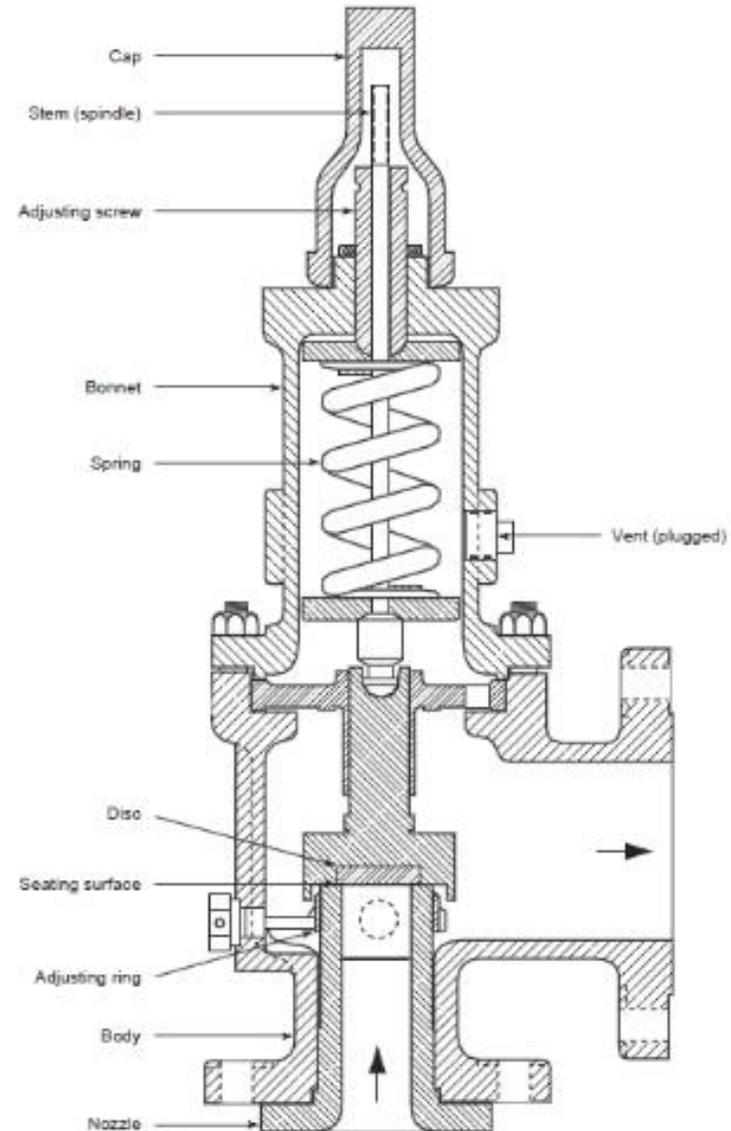
## VÁLVULAS DE ALIVIO DE PRESIÓN (PRVs)

- Las válvulas de alivio de presión son dispositivos que abren o disparan en el momento en que la presión sobrepasa el valor de setead, aliviando el exceso de presión por medio de la liberación de un caudal determinado de producto; cuando la presión se reestablece a los valores de trabajo la válvula cierra.
- Son dispositivos de apertura y funcionamiento de presión diferencial, es decir, su presión de apertura y caudal de alivio varían en función de la presión en la descarga de la válvula.
- Los modos de funcionamiento que pueden presentar las válvulas de alivio de presión son dos:
- Apertura rápida o pop action: se caracteriza por una velocidad de apertura rápida hasta conseguir la apertura completa de la válvula y, por lo tanto, la máxima capacidad de alivio.
- Apertura modulante o proporcional: la apertura se realiza de manera proporcional al incremento de presión, la máxima apertura se consigue cuando se alcanza el valor de la sobrepresión.

# ELEMENTOS PRIMARIOS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES

Válvulas de seguridad de apertura rápida:

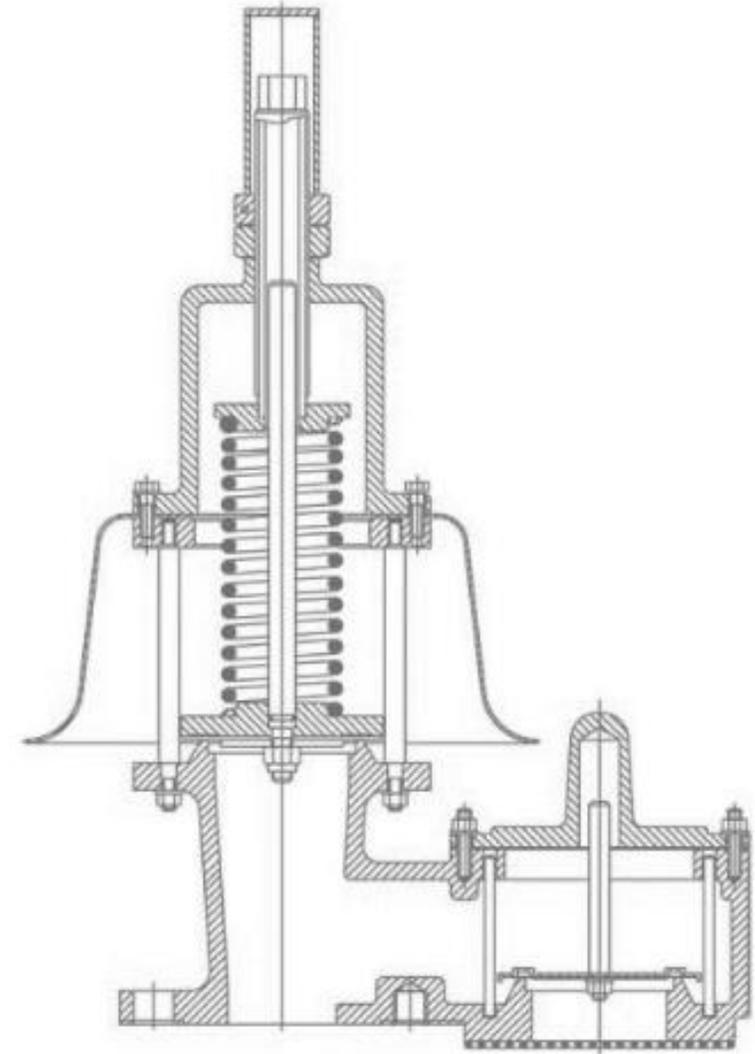
- Identificadas en inglés PSVs (Pressure Safety Valves)
- válvulas de seguridad seteadas a una presión determinada por medio de la fuerza de un resorte. Este tipo de válvulas pueden funcionar para servicio gas/vapor



# ELEMENTOS PRIMARIOS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES

## Válvulas de alivio de presión-vacío

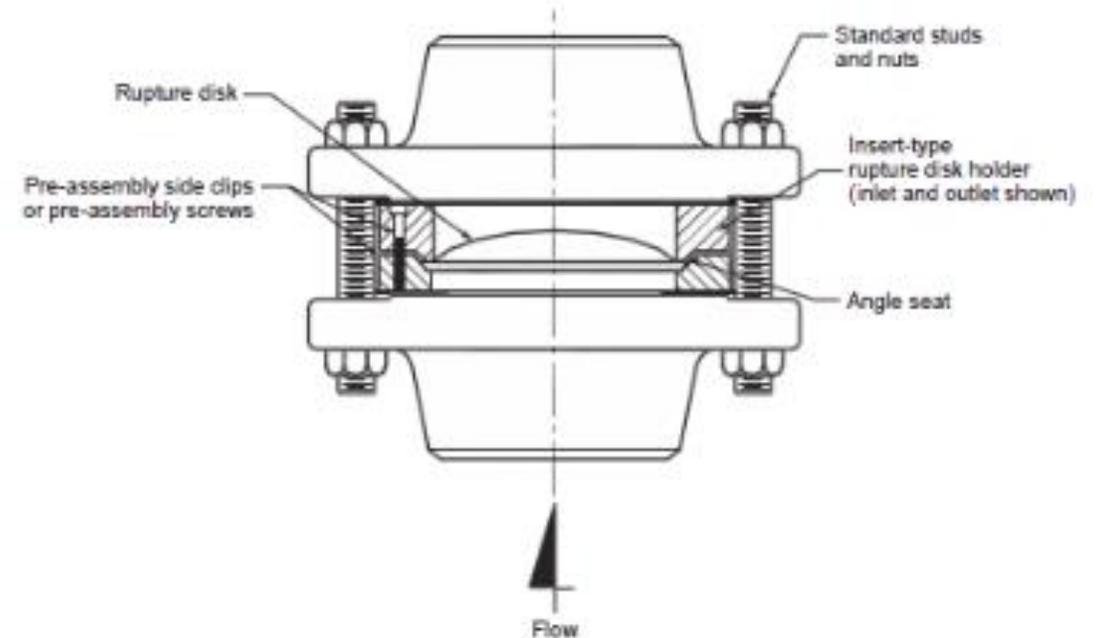
Las válvulas de alivio de presión vacío, PVRV (Pressure Vacuum Relief Valves), son dispositivos de protección de tanques de almacenamiento u otros equipos atmosféricos cuya presión de trabajo está por debajo de 0,5 bar.



# ELEMENTOS PRIMARIOS DE SEGURIDAD DE INSTALACIONES

## DISCOS DE RUPTURA (RDs)

- Abren cuando se alcanza una presión determinada en el sistema.
- No permiten el cierre una vez la presión se ha reestablecido a valores normales.
- Diseño más simple y confiable al no contener partes móviles.
- La apertura es instantánea y completa.
- Costo menor y no requieren prácticamente de mantenimiento.
- La estanqueidad del disco a diferencia de la de las válvulas es total.
- Mayor rango de aplicación en cuanto a fluidos corrosivos, que polimericen, etc.
- Sensibles a la temperatura.



# DISCOS DE RUPTURA (RDs)

