

**I. Título de la Práctica: Instalación de Sensores de Presión para Eliminar las Fuentes Radioactivas.**



**II. Objetivo:**

Eliminar la radiación absorbida acumulada por el Personal Ocupacionalmente Expuesto (POE), la cual es absorbida al manejar las fuentes de radiación ionizante, instaladas en el precalentador de la línea 1 de producción en CYCNA de Oriente, así como de los riesgos que implica el trabajar cerca de la instalación de fuentes radiactivas, cuando se realizan reparaciones en el precalentador.

**III. Problemática:**

En el área de precalentador línea 1 se contaban con 2 fuentes selladas de radiación ionizante con Cobalto 60 (Co 60 de 3 7 GBq y 1 1 GBq, las cuales tenían la función de detectar el bloqueo por acumulación de material en los ciclones 1 y 2 por medio de un detector Geiger Müller el cual medía la cantidad de radiación que pasaba a través de los ciclones, identificando la fluidez de material y al momento que se acumulaba se generaba una señal de alarma indicando el bloqueo.

Evitar la exposición del personal a las fuentes de radiación ionizante (fuentes radiactivas), implicaba para el proceso constantes interrupciones, dado que solo el personal autorizado y con dosímetro podía acercarse a la fuente radioactiva para cerrarla e iniciar trabajos de operación o mantenimiento.

Las fuentes de radiación ionizante por si solas, representan un alto riesgo de sufrir destrucción de tejidos, cáncer o muerte en caso de exposiciones muy altas.

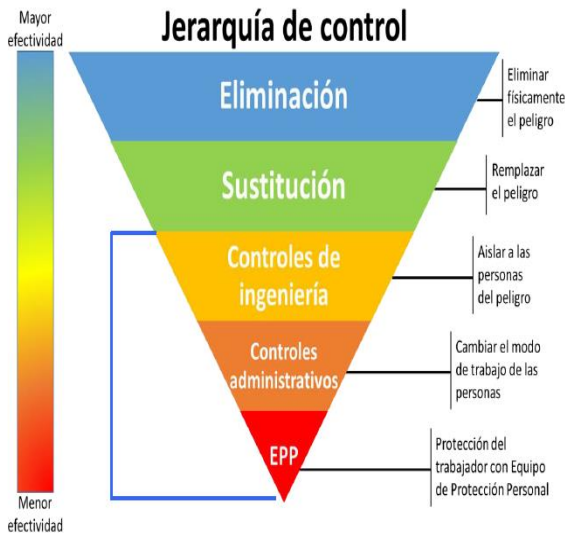
Por lo tanto, representaba riesgos muy elevados, incluso a exposiciones pequeñas y se tenían que tomar medidas estrictas cuando se realizaban actividades cerca de las fuentes radiactivas.

Se debían realizar levantamientos de la radiación, limitar el tiempo de exposición, realizar revisiones médicas periódicas y capacitar al personal que interactuaba con las fuentes.

Durante los mantenimientos mayores al precalentador, era necesario el cierre de las fuentes de radiación para los trabajos de reparación dentro de los ciclones por personal interno y externo de la planta.



Foto del ciclón 1 durante un mantenimiento mayor.



En busca de alternativas que ayudarán a mejorar la operación, sustituyendo o eliminando el peligro (fuentes de radiación ionizante), se utilizó el método de Jerarquización de Peligros de NIOSH<sup>1</sup>

Entendíamos que la CNSN<sup>2</sup>, solicitaba como parte de los controles el uso del equipo de protección personal, señalización y delimitación de áreas mediante cadenas para evitar que el personal pasara por estas fuentes.

<sup>1</sup> NIOSH. National Institute for Occupational safety and Health.

<sup>2</sup> CNSNS. Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardas

El uso de las fuentes de Co 60 requerían controles administrativos de seguridad y mantenimiento adicionales, tales como:

- a) Personal certificado.
- b) Medición de dosis absorbida por el POE mediante el uso de dosímetros.
- c) Exámenes médicos al POE.
- d) Levantamientos de niveles de radiación en el área.
- e) Pruebas de fugas de las fuentes de radiación, con laboratorios certificados.
- f) Equipos calibrados anualmente por una empresa certificada ante la CNSNS
- g) Informar a la CNSNS de las actividades y controles por las fuentes de radiación
- h) Auditorías de la CNSNS en el sitio para revisión documental y ubicación de las fuentes
- i) Manual de procedimientos con detalle de las actividades, formatos, bitácoras y registros de las fuentes de radiación
- j) Procedimientos de seguridad radiológica ante emergencias
- k) Realizar simulacros por fugas de las fuentes radiactivas
- l) Capacitar a todo el personal con posible exposición



#### IV. Solución:

El proyecto, mediante la sustitución de las fuentes de radiación ionizante en el área de calcinación, busca eliminar la dosis de radiación absorbida acumulada por el POE y personal involucrado en el área de precalcación, la cual es absorbida al realizar las actividades por el manejo de las fuentes de radiación que se encuentran instaladas en el precalentador 1 (ciclón 1 y ciclón 2).

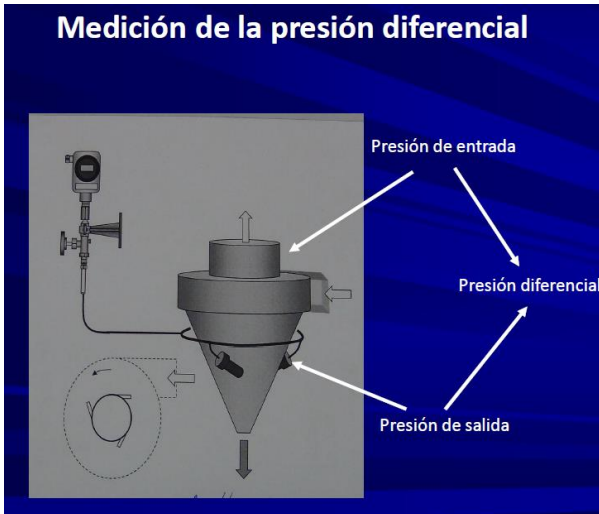
Lo anterior, se logró a través de la implementación de mediciones de presión diferencial en los ciclones. El sistema mostró gran efectividad para identificar taponamientos, por lo que se aplicó a los ciclones 1 2 y 3 del Precalentador 1 eliminando la radiación.

Al principio representaba un paradigma ya que se pensó imposible realizar estos cambios. Durante la implementación de estos sistemas de medición, se tuvo un período de pruebas comparativas entre los dos sistemas de detección con las fuentes radiactivas y de la presión diferencial.

Los valores de la presión diferencial de estas primeras pruebas fueron usados como referencia para determinar los rangos de una operación normal y de bloqueo, que posteriormente fueron empleados como alarmas de detección de taponamientos.

Finalmente, para eliminar el riesgo se decidió sustituir las fuentes de radiación ionizante de los ciclones en el Precalentador por la medición de presión diferencia I para evitar la dosis de radiación absorbida acumulada del POE.



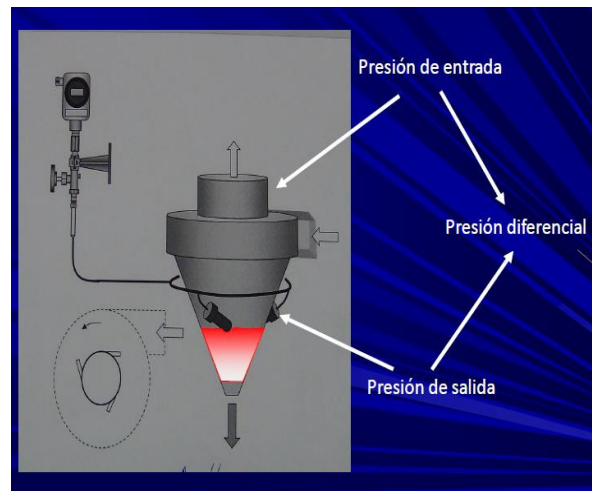


Mediante un análisis se determinó que una forma para detectar el bloqueo en los ciclones, era mediante la medición de presión diferencial, haciendo la comparación de la presión de entrada con la presión de salida en los ciclones, la diferencia de presión cuando hay bloqueos permitía tomar decisiones inmediatas para cortar la alimentación, por lo que resultó muy confiable realizar el cambio.

#### Explicación:

Cuando el material comienza a adherirse a las paredes del ciclón, la presión de salida se incrementa, provocando un incremento en la presión diferencial.

Esta presión permite emitir avisos de alarma o bloqueo dependiendo de la presión diferencial.



Cuando el material en el ciclón fluye normalmente, la presión de entrada y la presión de salida, tienden a ser similares y cercanas a 0 mbar.}

En nuestro proceso se observó que la presión diferencial de trabajo se mantiene en 3 mbar (presión normal de operación).

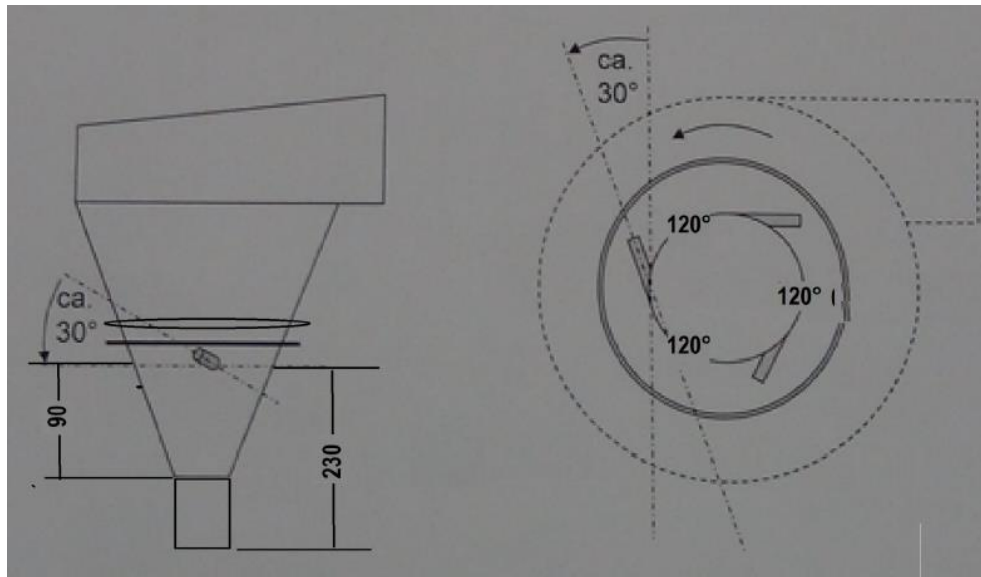
Basados en la observación, se decidió que cuando la presión diferencial incrementa a 4 mbar se generará un aviso preventivo y a 12 mbar una alarma de bloqueo indicando taponamiento en el ciclón.



## Especificaciones para la medición de las presiones.

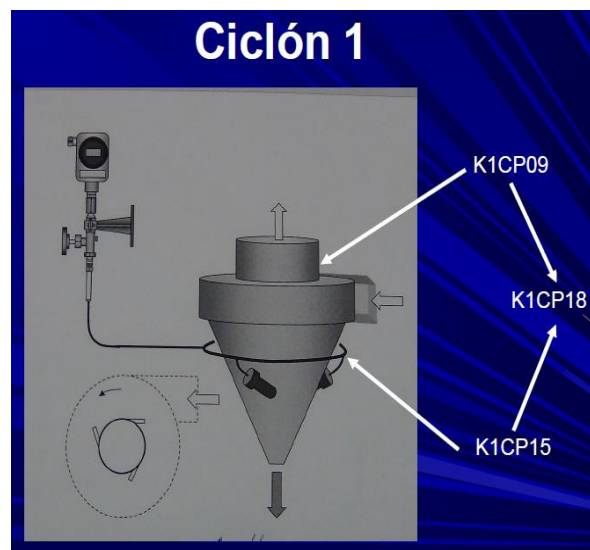
Se requiere un arillo tubular de 12 mm con 3 conexiones o tomas de 2 pulgadas, distribuidos a 120 con inclinación de 30 y elevado también a 30 con respecto al ciclón.

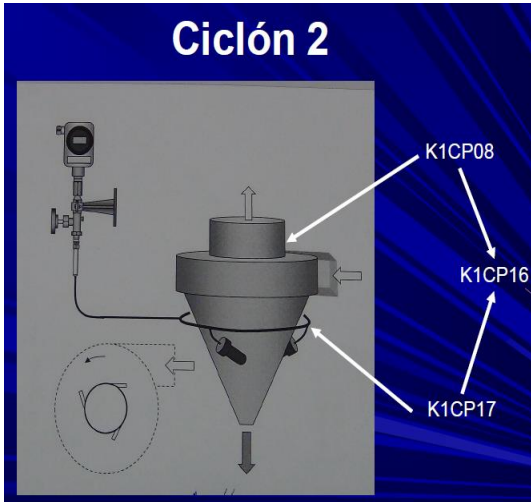
El tubo debe estar colocado a una altura de 90 cm a 120 cm, con respecto al fin del cono del ciclón.



## Actuadores

- Presión diferencial K1CP18, rango de operación de 0 a 100 mbar
  - Aviso preventivo 4 mbar
  - Actuación 12 mbar alarma (taponamiento)
- Presión de entrada (K1CP09), rango de medición de 50 a 0 mbar
- Presión de salida (K1CP15), rango de medición de 50 a 0 mbar



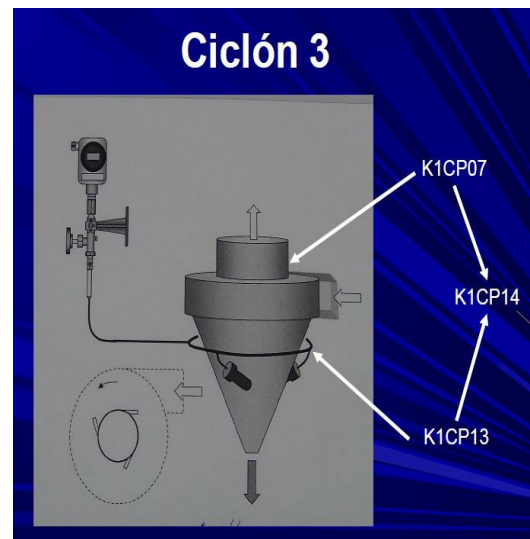


**Actuadores**

- Presión diferencial K1CP16, rango de operación de 0 a 100 mbar
  - Aviso preventivo 4 mbar
  - Actuación 12 mbar alarma (taponamiento)
- Presión de entrada (K1CP08), rango de medición de 60 a 0 mbar
- Presión de salida (K1CP17), rango de medición de 60 a 0 mbar

**Actuadores**

- Presión diferencial K1CP14, rango de operación de 0 a 100 mbar
  - Aviso preventivo 4 mbar
  - Actuación 12 mbar alarma (taponamiento)
- Presión de entrada (K1CP07), rango de medición de 70 a 0 mbar
- Presión de salida (K1CP13), rango de medición de 70 a 0 mbar



**Tomas de presión instaladas**

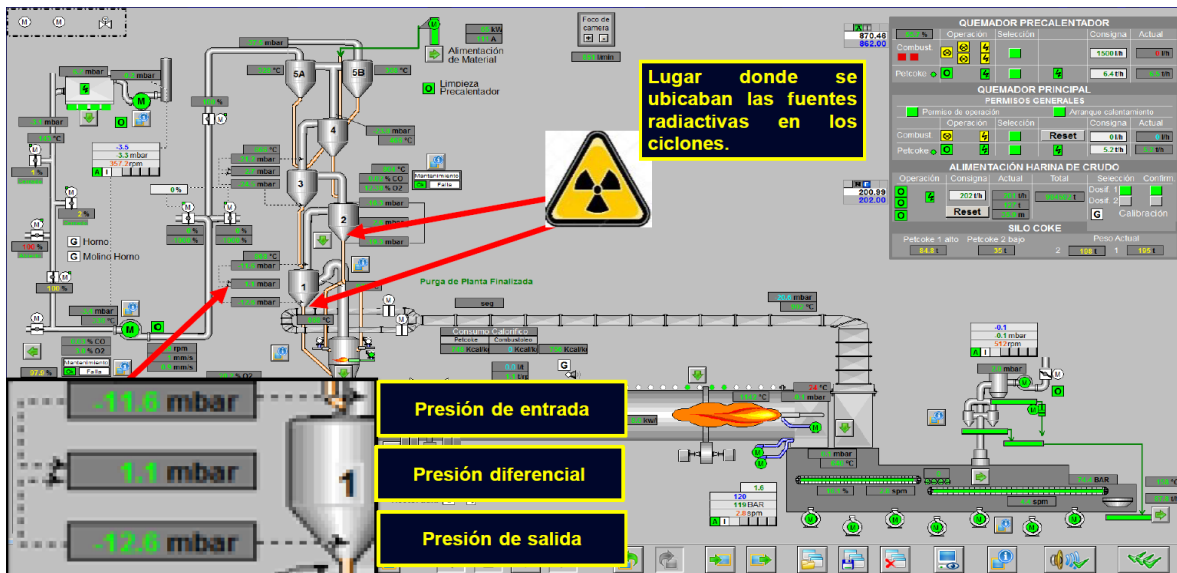




### Limpieza del sistema de Presión.

Se requieren limpiezas periódicas de las tomas de presión y arillo tubular para garantizar una correcta medición, evitando márgenes de error.

### Sustitución de las fuentes de radiación por medición de la presión diferencial



### Eliminación de las fuentes de radiación ionizantes (Co 60).

Después de probado el método de presión diferencial con excelentes resultados, se tomó la decisión de disponer las fuentes a su lugar de origen





### Recepción de las fuentes selladas gastadas por el ININ.

ININ		GERENCIA DE SEGURIDAD RADIOLÓGICA DEPARTAMENTO DE DESECHOS RADIATIVOS PLANTA DE TRATAMIENTO DE DESECHOS RADIATIVOS				RECEPCIÓN DE FUENTES SELLADAS GASTADAS				
EMPRESA:		CYCNA DE ORIENTE, S.A. DE C.V.				TELÉFONO: 222 284 8186				
DIRECCIÓN:		Lateral recta a Cholula No. 10 local "A", Sta. Cruz Buenavista, Cuautlancingo, Puebla, México, C.P. 72730				FOLIO: 180038				
N° LICENCIA DE CNSNS:		A00.200/1033/2016				ESR: Pasante Ing. Josué Avendaño Vázquez				
CONTENEDOR O EQUIPO	FUENTE RADIATIVA				ACTIVIDAD (Bq)		FECHA DE FABRICACIÓN	$\dot{H}^{(10)}$ (µSv/h)		
	MARCA	N° DE SERIE	ISÓTOPO	MARCA	N° DE SERIE	INICIAL	ACTUAL	Contacto	1 metro	
			Co-60	QSA Global	OB 984	1.10E+09	2.25E+08	08/09/2006	40	5
			Co-60	QSA Global	OB 985	3.70E+09	7.58E+08	08/09/2006	115	13.6
			Cs-137	Eckert & Ziegler	AF-4994	3.70E+09	3.42E+09	08/05/2015	3.5	0.9
			Cs-137	Eckert & Ziegler	AF-4995	1.11E+09	1.03E+09	08/05/2015	1.2	0.8
OBSERVACIONES:										
CYCNA DE ORIENTE, S.A. DE C.V. hace entrega al ININ de los materiales y bienes que ampara el presente documento										
Autorizo la reutilización, transferencia a terceros o el reciclaje de los materiales arriba descritos si el ININ lo considera conveniente <input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No										
Nombre y firma del Representante Legal:										
RECIBIDO EN: Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares										
ENTREGÓ POR EL USUARIO:			RECIBIÓ POR EL ININ:			REVISÓ (para uso exclusivo del DR)				
Nombre: Samuel Juárez Maceda			Nombre: M. en C. Juana Aya Nería			Nombre:				
Firma:			Firma:			Firma: Fecha:				

### Solicitud de baja de las fuentes de radiación ionizantes (Co 60) Cumplimiento de la licencia de uso y posesión de material radioactivo



#### COMISIÓN NACIONAL DE SEGURIDAD NUCLEAR Y SALVAGUARDIAS



At n.º. Ing. Alejandro Cortes Carmona  
Director General Adjunto de Seguridad Radiológica

Licencia #: A00.200/1033/2016.  
Expediente: 2949

Estimado Ing. Cortes:

Por este conducto nos permitimos dar cumplimiento al punto 7 del anexo de nuestra licencia de uso y posesión de material radioactivo número A00.200/1033/2016 y expediente 2949, para lo cual solicitamos la **baja** de las fuentes que a continuación se describen.

Se anexa:

➤ Documento expedido por el ININ

RADIONÚCLIDO (Nombre completo)	ACTIVIDAD MÁXIMA (GBq)	NÚMERO DE SERIE	FECHA DE CALIBRACIÓN	TIPO DE FUENTE (abierta o sellada)
Cobalto-60	2.25E+08	OB984	08/09/2006	Sellada
Cobalto-60	7.58E+08	OB985	08/09/2006	Sellada
Cesio-137	3.70E+09	AF-4994	08/05/2015	Sellada
Cesio-137	1.11E+09	AF-4995	08/05/2015	Sellada

### Gastos por manejo de fuentes radiactivas

