

UTILIZACIÓN DE TÉCNICA FMEA EN PLANTA DE PROCESOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS OLEOSOS PARA DETECCIÓN Y PREVENCIÓN DE FALLAS.

Autores: Martini Ivan Rodrigo / Radosta Patricio / Rupcic Juan Manuel.

Empresa: A-Evangelista S.A.

Mail: juan.rupcic@aesacom.ar / ivan.martini@ypf.com / patricio.radosta@ypf.com

Sinopsis:

Si bien el análisis FMEA (Failure Modes Effect Analysis) es una herramienta cualitativa de confiabilidad que se encuentra pensado para efectuar el análisis de modos de falla de equipos puntuales, el mismo es un método sistemático para la identificación y prevención de fallas en equipos y componentes por lo que hemos ampliado el alcance del método y adaptado el mismo para utilizar como herramienta inicial de diagnóstico para instalaciones en desarrollo, de manera de poder identificar los puntos débiles de la misma, registrarlos y proponer mejoras.

Definiendo a la falla como la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer los requerimientos de funcionamiento deseados, el método se basa en:

- Reconocer y evaluar fallas potenciales de un producto o proceso y los efectos.
- Evaluar que acciones pueden eliminar o reducir la probabilidad de ocurrencia de la falla.
- Documentar el proceso.

Para poder avanzar con el proceso se deben definir factores de probabilidad de ocurrencia, consecuencias y severidad, que irán arrojando datos sobre la criticidad de las fallas un Número de Riesgo Potencial (RPN) de la instalación que se analiza.

Adicionalmente hemos desarrollado una visualización gráfica del método que nos permite tener al alcance de la mano, de manera sectorizada y automatizada (por las posibles modificaciones que existan en el análisis como consecuencia de la implementación de mejoras), los componentes y equipos más críticos para hacer foco en su solución.

Con las herramientas utilizadas y desarrolladas se permitió al equipo de trabajo en primera instancia identificar y registrar puntos de mejora de la instalación y en segunda instancia demostrar a la cadena de mando la necesidad de implementar las sugerencias relevadas. En la medida de las posibilidades de inversión, se están comenzando a implementar las soluciones más críticas para el proceso, lo cual redundará en confiabilidad y seguridad en las instalaciones. Esto se podrá ver reflejado en una nueva revisión del documento posterior a la implementación.

Adicionalmente y como punto muy importante, este análisis nos permitió priorizar los equipos que serán incorporados al Plan de Mantenimiento Preventivo en SAP PM y determinar que tipo de mantenimiento debe ser desarrollado para cada caso.

Componente Número	Componente Nombre	Función	Modo de falla Potencial	Efecto Potencial	Severidad	Causa Potencial de Falla	Ocurrencia	Controles Habituales	Detección	RPN	Acciones Recomendadas	Acciones Resultantes					RPN
												Responsable	Acción tomada	Severidad	Ocurrencia	Detección	
E	ALIMENTACIÓN ENERGÍA DE PLANTA	Falla en alimentación desde Tráfico principal	Necesidad de recurrir a alimentación de emergencia para mantener operatividad parcial de planta.	MODERADA	Falla en alimentación externa de planta.	REMOTA	EXTERNO - No Aplica	ABSOLUTAMENTE INCERTA	Realizar estudio para determinar límites operativos en condiciones autónomas (grupo 60 generador)								SIN DATOS
E	ALIMENTACIÓN ENERGÍA DE PLANTA	Mala calidad de energía recibida.	Rotura de equipos / elementos eléctricos y electrónicos	MUY ALTA	Falla en alimentación externa de planta.	MODERADA	No Existe control	ABSOLUTAMENTE INCERTA	Instalación de equipamiento para	480				MUY ALTA	MODERADA	MUY ALTA	96
E	ALIMENTACIÓN ENERGÍA DE PLANTA	Falla en maniobra de comutación de fuente	Quemado / explosión de tableros y equipos.	PELIGROSO SIN ALARMA	Falta de conocimiento en procedimientos operativos por parte del personal	REMOTA	Capacitación del personal ingresante	MODERADA	Instalación de comutador automático / interruptor automático	50				MUY MENOR	REMOTA	CASI SEGURA	2

Imagen 1 - PLANILLA FMEA MODELO DE INSTALACIÓN ANALIZADA.

BOMBA DRAGA

Descripción



Máquina fuera de servicio

- RPN: 252
- Efecto Potencial
Necesidad de recurrir a otro equipo / operador para realizar la tarea.
- Severidad
MODERADA
- Causa Potencial de falla
Plan de mantenimiento deficiente
- Ocurrencia
MODERADA
- Controles Habituales

Documentación



No image available

Vencimiento de certificación excavadora / operador

- RPN: 108
- Efecto Potencial
Necesidad de recurrir a otro equipo / operador para realizar la tarea.
- Severidad
MODERADA
- Causa Potencial de falla
Faltencias en sistema de seguimiento de certificaciones
- Ocurrencia
MODERADA
- Controles Habituales

Análisis de Fallas



No image available

Falla mecánica / Rotura de sellos / retenes / rodamientos

- RPN: 105
- Efecto Potencial
Necesidad de recurrir a otros medios de bombeo para evitar parar planta
- Severidad
ALTA
- Causa Potencial de falla
Desgaste mecánico / ataque químico.
No retirar la bomba del sitio de inmersión con la

Imagen 2 - VISUALIZACIÓN GRÁFICA DE DETALLES DE RPN DE COMPONENTES.

Introducción

AESA dispone de una planta de Tratamiento de Residuos Oleosos en la cuenca Neuquina que se encarga de procesar los residuos generados por equipos de perforación, realizando el tratamiento de las corrientes provenientes de lodos de perforación, seleccionándolos en dos grandes grupos (Base Oil y Base Agua). Con la tecnología utilizada, es posible separar los sólidos de la base utilizada para generar el lodo y de esa manera poder realizar una reutilización de la base consiguiendo un importante ahorro en los costos de los insumos de perforación.

Al momento de iniciar con el presente trabajo, la planta no disponía de ningún tipo de documento que identificara los factores de mayor importancia para considerar para el mantenimiento de la instalación, basándose solamente en la experiencia del personal que participa del proyecto y realizando gran parte de los mantenimientos de modo correctivo. El presente estudio, tiene como objetivo organizar la información disponible en un documento y gestionar un método que permita una rápida toma de decisión para poder identificar puntos de alto potencial de riesgo en la instalación, cuya falla puede ocasionar la salida de producción de la instalación, haciendo que los beneficios de la misma se reduzcan considerablemente. Adicionalmente con la generación de una plataforma gráfica mediante la utilización de drones nos permite tener una mejor y rápida visualización de los equipos identificados como críticos y de esa manera poder generar reportes y soluciones acorde a los requerimientos para reducir costos de mantenimiento, reducir costos de por tiempos muertos de la instalación y anticiparnos a los posibles inconvenientes contando con planes de contingencia para minimizar los impactos de una falla crítica.

Desarrollo

Dentro de la variedad de estudios y herramientas ampliamente conocidos y desarrollados para la resolución de inconvenientes asociados a los paros no programados de una instalación, tenemos el FMEA (Failure Modes Effects Analysis – Análisis de Efectos de los Modos de Falla), esta técnica se basa en el desarrollo de determinaciones cualitativas para cada uno de los equipos intervinientes en la instalación, determinando un valor adimensional de RPN (Risk Priority Number – Número de Riesgo Prioritario) mediante una ponderación de Severidad de la falla, Probabilidad de Ocurrencia y Capacidad de Detección y utilizando este número para definir una escala de criticidad en los inconvenientes que pueden ser generados por una falla de un solo componente en la cadena productiva de la instalación.

Se debe destacar el hecho de que el método seleccionado es CUALITATIVO, lo que significa que el mismo no responde a valores de cálculo como los que podrían obtenerse por métodos de ensayo numéricos o de elementos finitos, sino que persiguen la finalidad de detectar y documentar relativizando la criticidad de una falla respecto a otras posibles dentro de la instalación. Definiendo además como falla, la incapacidad de un elemento o componente de un equipo para satisfacer los requerimientos de funcionamiento deseados.

En primera instancia, el método requiere una identificación de todos los componentes del proceso, para poder realizar esto de manera ordenada, se debió comenzar generando un PFD (Process Flow Diagram – Diagrama de Flujo de Procesos) para cada una de las líneas de tratamiento de la instalación.

Breve descripción del proceso Base Agua:

1 – Descarga en pileta soterrada principal: El material a descargar ingresa en camión y se descarga en la pileta soterrada principal. Luego, se bombea el lodo base agua desde la pileta soterrada a las piletas tolva utilizando una bomba apta para lodos, que se posiciona en sitio de succión mediante una hidrogrúa. También, dependiendo de la capacidad disponible, se puede realizar una descarga directa en las piletas mediante manguerote desde el camión.



Fotografía 1 – Bomba lodos sumergida en pileta soterrada.

2 - Una vez que se cuenta con el lodo base agua en pileta, para comenzar con el tratamiento, deben encenderse los equipos correspondientes y ponerlos a funcionar en régimen de operación.



Fotografía 2 - Planta mezcladora.

3 - Una vez que se dispone de los equipos operando en régimen, y la bomba de inyección en funcionamiento, se une el lodo con químicos que facilitan la separación. Luego, ingresa a un separador y se busca el corte de agua, según la calidad y turbidez, se dirige la fase líquida a tanque o a recircular con las válvulas correspondientes.

4 - El proceso del separador produce una segregación bifásica en donde se obtiene como resultado una fase líquida y una fase sólida. La fase sólida resultante es transportada por gravedad hasta la caja roll off. El agua se recolecta en el tanque de transferencia.



Fotografía 3 - Separación sólidos.

5 - Una vez que se acumula suficiente cantidad de material sólido, se procede a vaciar la caja roll off por medio de excavadora. Luego es transportada al sitio de acopio previamente definido.



Fotografía 4 - Traslado de sólidos a sitio de acopio

6 – Mediante una bomba centrífuga, se trasvasa el agua residual desde el tanque intermedio para desagotar a TK3 y TK4, verificando el nivel de llenado.



Fotografía 5 - Tanques de almacenamiento de agua residual

7 – Evacuación de agua residual, en primera instancia se toma una muestra de agua del tanque para realizar medición de parámetros y verificar que los mismos se encuentren conforme a lo requerido para la disposición final. En caso de no encontrarse en especificación se reprocesa. Estando las condiciones verificadas y pudiendo realizar el transporte del agua, se ingresa con camión cisterna para transporte de la fase líquida, se conecta manguerote y desagota los tanques.

Breve descripción del proceso Base Oil.

1 – Alistamiento y control de instalación para recepción. En este punto se realiza el control de los siguientes ítems para asegurar la capacidad de tratamiento de la instalación:

- Encendido de bombas.
- Disponibilidad de capacidad en TK1 y TK2 para recepción.
- Disponibilidad de capacidad en recipientes de sólidos.

2 – Ingreso de lodo base Oil. Previamente se realiza un muestreo donde se evalúa si el fluido es bombeable y otras características fundamentales para determinar si el proceso es aplicable al fluido a descargar, en tal caso se procede con la descarga. Si la evaluación de laboratorio indica que el fluido no es apto para procesar en la planta, se realiza un rechazo y se envía a otra instalación para un tratamiento diferencial.



Fotografía 6 - Pileta de descarga

3 – Se bombea el lodo hacia la criba, donde se realiza una separación de los sólidos gruesos. Los sólidos son enviados a un recipiente de sólidos y la fase líquida continúa el proceso.



Fotografía 7 - Criba

4 – La fase líquida continúa su proceso en un tanque de concentración y se realiza una separación bifásica en un equipo de separación. El material sólido separado se transporta mediante un tornillo de Arquímedes y depositado en un contenedor. Acto seguido, dependiendo de la disponibilidad de transporte, se envía el material sólido a un tercero encargado el tratamiento.



Fotografía 8 - Sólido recuperado para tratamiento posterior

5 – El hidrocarburo recuperado se envía al tanque de recuperación y posteriormente se almacena en los tanques correspondientes para ser evacuados mediante camión cisterna.



Fotografía 9 - Tanques de recuperado OIL.

Una vez mapeado el proceso, se pudo avanzar a la siguiente etapa donde se analizaron los diferentes equipos y sus funciones principales para determinar los posibles modos de falla, algunos ya conocidos por fallas recurrentes y otros que en teoría podrían suceder conforme al avance del tiempo de operación de equipos, teniendo como resultado una tabla de acuerdo a lo especificado en la norma SAE J-1739 (Potential Failure Mode and Effects Analysis).

Para esta etapa se utilizó el FMEA de Procesos que resulta una técnica analítica que asegura, de acuerdo a los medios conocidos, que todas las causas y mecanismos de falla hayan sido tenidos en consideración. En su modalidad más rigurosa, el FMEA es una sumatoria de los supuestos del equipo de ingeniería incluyendo los ítems que pueden fallar conforme a la experiencia con los mismos.

Este método se asimila al esquema sistemático que se utiliza en ingeniería para enfrentar cualquier proceso de planeamiento de producción, siguiendo los pasos detallados a continuación:

- Se identifican los posibles modos de falla del producto.
- Se evalúan los posibles efectos en el usuario final / cliente interno.
- Se identifican las posibles causas asociadas al proceso de manufactura en los cuales se debe centrar los controles para reducir la ocurrencia.

- Se diseña una lista donde se numeran los modos potenciales de falla para establecer prioridades.
- Se documenta el proceso.

Para poder llevar a cabo el estudio, se debió involucrar a todo el personal de las áreas afectadas, siendo este estudio el disparador de intercambio de ideas entre las áreas intervinientes y por lo tanto ayuda a reunir al equipo para mejorar las posibilidades de éxito. Este estudio (FMEA) es un documento vivo, lo que significa que el mismo deberá ser revisado en función a los cambios que se vayan produciendo en las instalaciones, equipos de trabajo y/o productos.

El FMEA de Procesos debe comenzarse con un flujograma del proceso que identifique las características asociadas a cada operación, como el que fue desarrollado y explicado en los puntos anteriores.

Puntos fundamentales a detallar en el estudio:

- Número de Estudio FMEA.
- Item: Identificar el número y nombre del sistema / subsistema o componente analizado.
- Responsabilidad en el proceso: Detallar el OEM (Original Equipment Manufacturer – Fabricante del Equipo Original), proveedor.
- Preparado por: Identificar los datos de la compañía o responsable del FMEA.
- Fecha: Ingresar la fecha de realización / última revisión.
- Equipo: Listar los nombres de las personas participantes y sus datos de contacto.
- Función del equipo: Debe ingresarse una descripción simple del proceso u operación analizada. En el caso que la operación disponga de varios modos de falla identificados, debería listarse los mismos de forma separada.
- Modo Potencial de Falla: Es definido en la forma en la cual potencialmente podría fallar el proceso para cumplir con los requerimientos de diseño. Podría también estar asociado a una causa relacionada con una operación de un paso subsiguiente o un efecto asociado con un fallo de una operación previa. De cualquier manera, el análisis debe realizarse bajo la presunción de que los subprocesos previos se han desarrollado sin ninguna falla. En este caso se deberá listar todos los modos de falla que podrían ocurrir relacionados con un componente, subsistema o característica del proceso. La presunción debe registrarse de modo de que la falla podría ocurrir, pero no necesariamente ocurrirá, para ello se deberá tener presentes las siguientes interrogantes:
 - ¿Cómo podría fallar el proceso en cumplir con sus especificaciones para las cuales fue diseñado?
 - ¿Cuáles podrían ser las situaciones que causen problemas al usuario final?
- Efectos Potenciales de la Falla: Se define como los efectos del modo de falla en el proceso o usuario final, también podría considerarse la siguiente operación como usuario final del subproceso. Se deberán describir cuales serían los efectos visibles / notorios en los que podría detenerse la atención del usuario final o subproceso siguiente.
- Severidad: En este punto se deberá evaluar cuan serio será el efecto de la falla listada / identificada en el punto anterior. Solamente se deberá evaluar lo que aplique al efecto. El valor que se registrará en base a estimación es de 1 a 10.

Tabla 1 - Criterios de evaluación de Severidad:

SEVERIDAD		
PELIGROSO SIN ALARMA	10	Puede poner en peligro al personal o a la instalación, el incidente afecta la operación, al producto o puede ocasionar incumplimiento en normativas/legislación. Ocurre sin alarma.
PELIGROSO CON ALARMA	9	Puede poner en peligro al personal o a la instalación, el incidente afecta la operación, al producto o puede ocasionar incumplimiento en normativas/legislación. Ocurre con alarma.
MUY ALTA	8	Interrupción total de la producción, el equipo resulta inoperable con pérdida del 100% de su función primaria.
ALTA	7	El equipo es operable pero la falla da origen a múltiples quejas de operaciones ya que afecta la producción.
MODERADA	6	Perdida parcial de la producción. El equipo funciona con fallas. Operaciones se queja.
BAJA	5	El equipo resulta operable pero con pérdida parcial de la función primaria de algunos de sus componentes, la falla afecta la performance y la necesidad de retrabajo / reproceso es alta. Operaciones no esta conforme.
MUY BAJA	4	El equipo resulta operable con efectos leves sobre la performance
MENOR	3	El equipo resulta operable con efectos menores sobre la performance
MUY MENOR	2	La falla puede pasar como desapercibida para operaciones, los efectos sobre la performance y la producción son casi insignificantes
NINGUNA	1	Ningún efecto

- Causas potenciales de Falla / Mecanismos de Falla: Se define como la forma en la que podría ocurrir o manifestarse la falla, visualizándolo como un aspecto que podría corregirse o controlarse.

Se deberá listar en este paso, de la forma más extensa posible, cualquier posible causa que pueda asignarse a cada modo de falla. Si una corrección posible tiene impacto directo en el modo de falla, entonces esta línea del análisis se encuentra resuelta. Sin embargo, muchas causas no tienen relación unívoca directa con una solución y en este caso se deberán evaluar diferentes métodos o acciones conjuntas para lograr solucionar el modo de falla puntualmente analizado.

Solo se deben listar errores específicos y no frases ambiguas.

- Probabilidad de Ocurrencia: Se define de esta manera a la frecuencia con la que se proyecta que ocurra una falla puntual.

Este valor es un punto que deberá evaluarse del 1 al 10, pero solamente deben evaluarse aquellas que se relacionan directamente al modo de falla y no se debe considerar si se dispone o no un método de detección de la posible falla. Los valores se relacionan con las tasas factibles de falla que pueden anticiparse. Si se dispone de información estadística de frecuencia de fallas, resulta en un punto fundamental para alimentar la información requerida.

Tabla 2 - Criterios de evaluación de Ocurrencia (frecuencia).

OCURRENCIA		
MUY ALTA CASI INEVITABLE	10	Incidente casi inevitable. Una ocurrencia cada 3 o 4 días o mas de 3 ocurrencias en 10 eventos (10e-1)
MUY ALTA	9	Incidente casi inevitable. Una ocurrencia cada 3 o 4 días o 3 ocurrencias en 10 de eventos (10e-1)
ALTA	8	Fallas repetitivas. Una ocurrencia por semana o 5 ocurrencias en 100 de eventos (10e-2)
ALTA	7	Fallas repetitivas. Una ocurrencia por mes o 1 ocurrencia en 100 de eventos (10e-2)
MODERADA	6	Fallas ocasionales. Una ocurrencia cada 3 meses o 3 ocurrencias en 1.000 de eventos (10e-3)
MODERADA	5	Fallas ocasionales. Una ocurrencia cada 6 meses a 1 año o 1 ocurrencia en 10.000 de eventos (10e-4)
MODERADA	4	Fallas ocasionales. Una ocurrencia por año o 6 ocurrencias en 100.000 de eventos (10e-5)
BAJA	3	Fallas ocasionales. Una ocurrencia cada 1 a 3 años o 6 ocurrencias cada 10 millones de eventos (10e-7)
BAJA	2	Fallas ocasionales. Una ocurrencia cada 3 a 5 años o 2 ocurrencias cada 1000 millones de eventos (10e-9)
REMOTA	1	Falla improbable. Una ocurrencia cada mas de 5 años o menos de 2 ocurrencias cada 1000 millones de eventos (10e-9)

- **Controles de Proceso existentes:** En este punto se describe los controles que se realizan en la instalación para prevenir la ocurrencia de la falla o al menos detectar la presencia de la misma y evitar su propagación a otros componentes / subsistemas.
Existen tres tipos de controles a considerar en este punto, son aquellos que:
 - Previenen la ocurrencia de la falla o reducen la frecuencia.
 - Detectan la causa y conllevan a acciones correctivas.
 - Detectan el modo de falla.
- **Detección:** Se trata de una evaluación de la posibilidad de detección que generan los puntos detallados como “control de proceso existente”. La escala del 1 al 10 indicará la probabilidad de detección. No debe asumirse que la detección es baja debido a que la ocurrencia es baja, lo que debe tenerse en cuenta en este punto es si ocurre la falla, cuan probable es que se detecte la misma con los medios disponibles para su control.

Tabla 3 - Criterios de evaluación para detección de fallas.

DETECCIÓN		
ABSOLUTAMENTE INCIERTA	10	El equipo no tiene planes de mantenimiento asociados, o el defecto o falla no es detectable
MUY REMOTA	9	Existe una muy remota probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
REMOTA	8	Existe una remota probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
MUY BAJA	7	Existe una muy baja probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
BAJA	6	Existe una baja probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
MODERADA	5	Existe una moderada probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
MODERADA ALTA	4	Existe una moderada alta probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
ALTA	3	Existe una alta probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
MUY ALTA	2	Existe una muy alta probabilidad de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.
CASI SEGURA	1	Existe una casi certeza de detectar la causa/mecanismo y el consecuente modo de falla.

- **RPN:** El Número de Riesgo Prioritario se calcula como el producto entre Severidad, Probabilidad de Ocurrencia y Detección.
Este valor debe ser utilizado para ordenar los potenciales inconvenientes. Los riesgos más elevados son aquellos que deben ser atacados de forma inmediata para poder tomar las acciones correctivas correspondientes.
- **Acciones Recomendadas:** Cuando los modos de falla han sido ordenados conforme a los valores de RPN, las acciones correctivas deberían ser dirigidas en primera instancia a los valores de mayor Riesgo Prioritario y equipos críticos. Cualquier acción que se proponga, deberá tener como objetivo la reducción de los valores que conforman el RPN, actuar reduciendo la probabilidad de ocurrencia y/o reduciendo la severidad de la falla y/o aumentando la posibilidad de detección.

Impediente Numero	Impediente Nombre	Modo de falla	Modo de falla Potencial	Efecto Potencial	Verdad	Uso Potencial de Falla	Urgencia	Frecuencia Habitual	Reacción	N
Sh	SHELTER SALA DE TABLEROS	Incendio	Paro de línea de proceso / Planta. Inutilización de instalaciones.	PELIGROSO CON ALARMA	Sobrecalentamiento de tablero. Cortocircuito. Sabotaje	MODERADA	Puntos de control en plan de mantenimiento. Se realiza control de forma quincenal.	ABSOLUTAMENTE INCIERTA		540
E	ALIMENTACIÓN ENERGÍA DE PLANTA	Mala calidad de energía recibida.	Rotura de equipos / elementos electricos y electrónicos	MUY ALTA	Falla en alimentación externa de planta.	MODERADA	No Existe control	ABSOLUTAMENTE INCIERTA		480
O	Retroexcavadora p/izaje bomba draga	Máquina fuera de servicio	Necesidad de recurrir a otro equipo / operador para realizar la tarea.	MODERADA	Plan de mantenimiento deficiente	MODERADA	Checklist de unidades. Mantenimiento preventivo por hora de acuerdo a requerimientos de fabricante. Si bien se detectan inconvenientes, no hay respuesta adecuada y se termina realizando mantenimiento correctivo	MUY BAJA		252
O	Hidrogrúa p/izaje bomba draga	Máquina fuera de servicio	Necesidad de recurrir a otro equipo / operador para realizar la tarea.	MODERADA	Plan de mantenimiento deficiente	MODERADA	Checklist de unidades. Mantenimiento preventivo por hora de acuerdo a requerimientos de fabricante. Si bien se detectan inconvenientes, no hay respuesta adecuada y se termina realizando mantenimiento correctivo	MUY BAJA		252

Imagen 3 - Planilla FMEA utilizada para el análisis.

Impediente Numero	Impediente Nombre	Modo de falla	Modo de falla Potencial	Efecto Potencial	Acciones recomendadas	Ignorable	Prob. tomada	Verdad	Urgencia	Reacción	N	Valoración RPN Inicial
Sh	SHELTER SALA DE TABLEROS	Incendio	Paro de línea de proceso / Planta. Inutilización de instalaciones.	Instalación de sistema automático de extinción de incendios apto para tablero electrónico. Instalación de sistema de cámaras.				PELIGROSO CON ALARMA	MODERADA	CASI SEGURA	54	ALTO
E	ALIMENTACIÓN ENERGÍA DE PLANTA	Mala calidad de energía recibida.	Rotura de equipos / elementos electricos y electrónicos	Instalación de equipamiento para detección de condiciones de energía recibida. Generación de alarmas y registro. Solicitar a YPF generación de reportes y alarmas para evitar impactos.				MUY ALTA	MODERADA	MUY ALTA	96	ALTO
O	Retroexcavadora p/izaje bomba draga	Máquina fuera de servicio	Necesidad de recurrir a otro equipo / operador para realizar la tarea.	Disponibilidad de contratos adecuada para realización de mantenimiento acorde a necesidad para un correcto seguimiento del plan de mantenimiento sugerido.				MODERADA	MODERADA	MUY ALTA	72	ALTO
O	Hidrogrúa p/izaje bomba draga	Máquina fuera de servicio	Necesidad de recurrir a otro equipo / operador para realizar la tarea.	Disponibilidad de contratos adecuada para realización de mantenimiento acorde a necesidad para un correcto seguimiento del plan de mantenimiento sugerido.				MODERADA	MODERADA	MUY ALTA	72	ALTO

Imagen 4 - Planilla FMEA utilizada para el análisis, con acciones recomendadas para reducción de RPN.

Esta clasificación y posterior ordenamiento nos permitió focalizar los asuntos que deben ser tratados con prioridad respecto a otros en cada uno de los procesos que son llevados a cabo en la planta. Esto se realizó en primera instancia dividiendo los valores de RPN en segmentos de impacto en el funcionamiento bajo los siguientes subtítulos:

- Nulo (RPN = 0): No tiene impacto en el proceso o no hay datos suficientes.
- Bajo ($1 < RPN < 24$): El impacto es despreciable para el proceso.
- Medio ($24 < RPN < 97$): El impacto puede tener consecuencias en el proceso.
- Alto ($97 < RPN$): La ocurrencia de estos modos de falla ocasiona graves inconvenientes en el proceso y la planta.

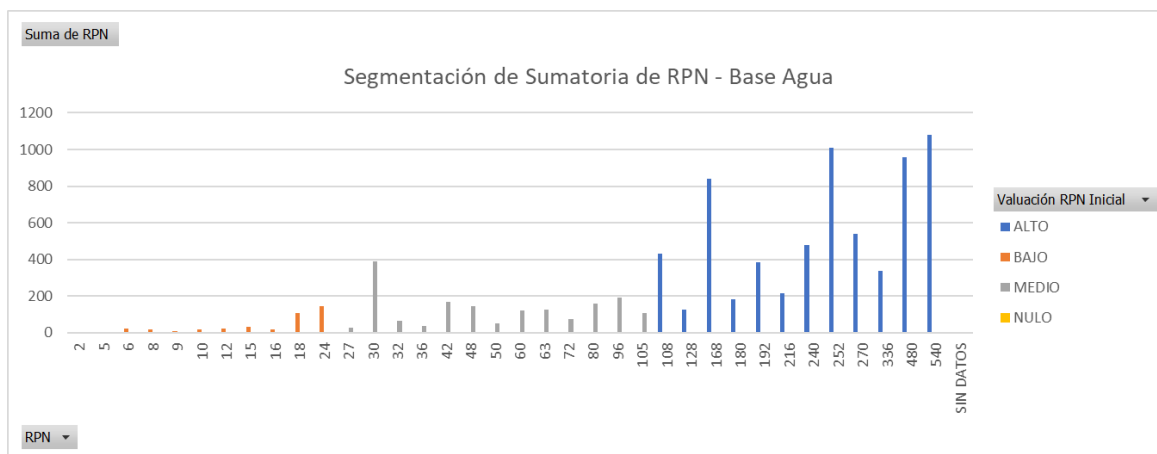


Gráfico 1 - Segmentación de valores de RPN de acuerdo a su potencial impacto en las instalaciones (Proceso Base Agua)..

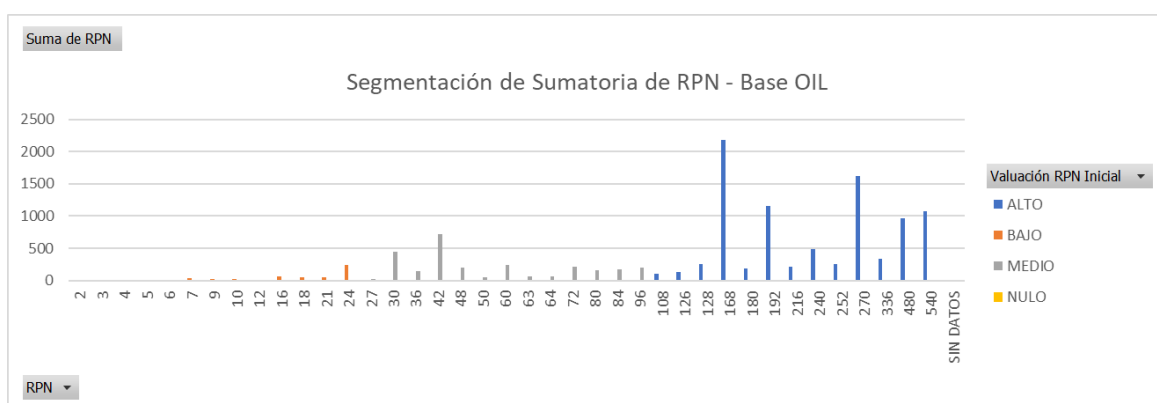


Gráfico 2 - Segmentación de valores de RPN de acuerdo a su potencial impacto en las instalaciones (Proceso Base Oil).

Para poder llevar una mejor visualización de la información técnica del estudio, el equipo decidió implementar una visualización gráfica que permita identificar los puntos que requieren una atención más inmediata, de esta manera se generó un desarrollo web basado en HTML 5 y soportado por una base de datos.

Esta solución permite al usuario navegar por todos los equipos que conforman la planta diferenciando sus principales corrientes (Base OIL y Base Agua). De manera interactiva para el usuario, puede acceder a la documentación relacionada del equipo, fotografías e información estadística de fallas.

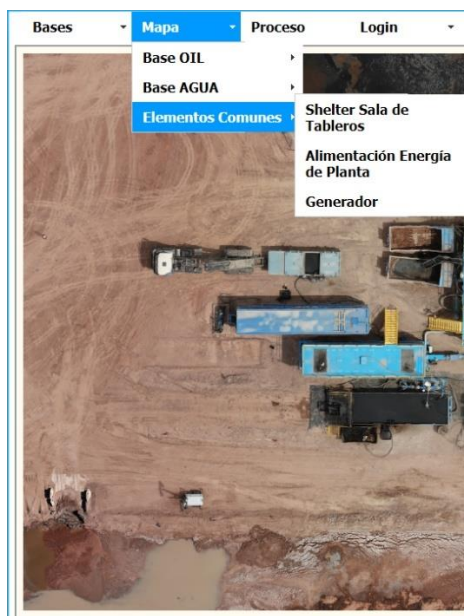


Imagen 5 - Visualización de Menú de equipos detallados por proceso.

También permite realizar un seguimiento interactivo del proceso en el cual se explica la función de cada equipo dentro del proceso, su relación con el resto de los equipos y modelado 3D de los equipos.

La principal función de la herramienta se centra en reflejar la información del FMEA en una plataforma digital de fácil acceso que permita reflejar el RPN de una forma visual y sencilla como también cargar los eventos relacionados a los equipos que alimentan la información estadística que, en parte, conforma el RPN.



Imagen 6 - Visualización de repositorio de Datos / Propiedades / Manuales / Eventos de Falla, del equipo en revisión.



Imagen 7 - RPN máximo del equipo.

Conclusiones

Al utilizar la técnica FMEA para detectar los puntos críticos de nuestra instalación, pudimos cumplir con las premisas planteadas inicialmente que tiene como finalidad este tipo de estudio:

- Identificar los posibles modos de falla de la instalación.
- Evaluar los posibles efectos en el usuario final / cliente interno.
- Identificar las posibles causas asociadas al proceso de manufactura en los cuales se debe centrar los controles para reducir la ocurrencia.
- Diseñar una lista donde se numeran los modos potenciales de falla para establecer prioridades.
- Documentar el proceso.

Adicionalmente, al realizar el desarrollo que permite la visualización gráfica del proceso, se incrementa la sensibilidad y visibilidad sobre los puntos críticos detectados, permitiendo una mejor evaluación en las posibilidades de mejora de la planta para un correcto seguimiento y propuesta de alternativas posibles para futuros proyectos de inversión.

Analizando la estadística de los valores obtenidos por el análisis y graficando los mismos, podemos concluir conforme al principio de Pareto que, el 80% de las consecuencias provienen de un 20% de las causas que la generan, por lo que entendemos que priorizando el tratamiento de las principales causas indicadas con valor "Alto" en los gráficos debajo, dependiendo del tipo de proceso, se podrán aislar y controlar la mayor cantidad de inconvenientes operativos y paros de producción que hoy posee nuestra instalación.

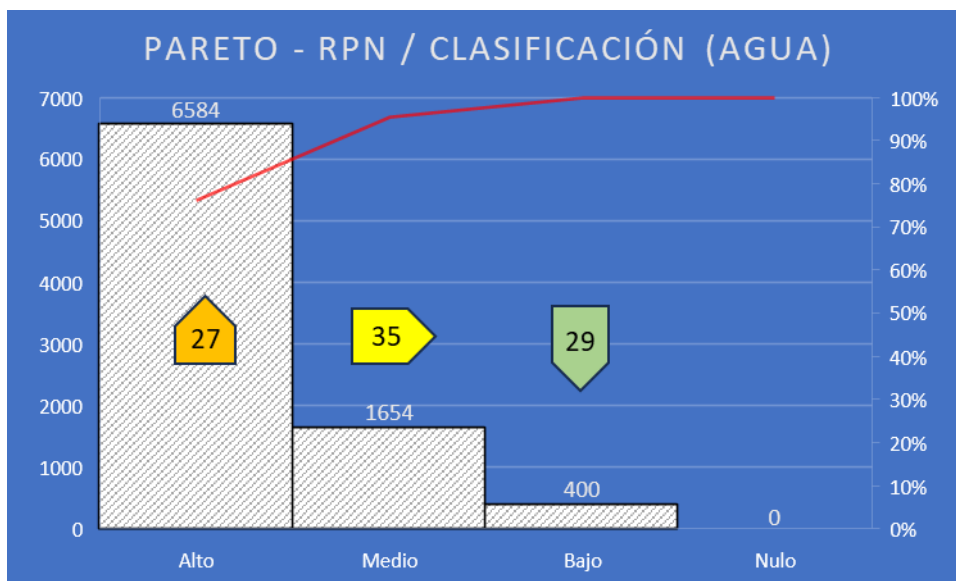


Gráfico 3 - Gráfico de Pareto base agua, con banderines indicadores de cantidad de causas que generan la sumatoria de RPN a corregir.

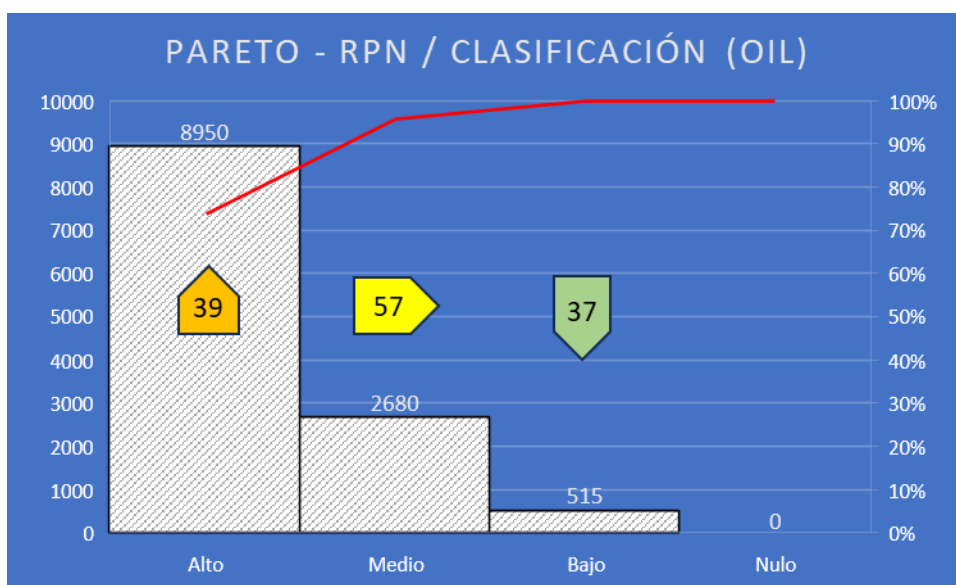


Gráfico 4 - Gráfico de Pareto base oil, con banderines indicadores de cantidad de causas que generan la sumatoria de RPN a corregir.

Bibliografía

ASQC / AIAG - Potential Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) Reference Manual.
SAE J1739.

Apuntes y Notas de cursado de especialización en Mantenimiento Universidad Austral.

CVs

Martini Ivan / pendiente – 85 palabras como máximo acorde a las normas de presentación.

Radosta Patricio

Ingeniero Industrial – Universidad Argentina de la Empresa

Trayectoria:

Programador de PLC/SCADA – Quantia SA

Tech Support – Ila Argentina SA

Sales Executive – Ila Argentina SA

Field Technician – Emerson Argentina

Software Consultant – Tecnet SA

Project Manager & Sales – Biscayne Technology

Cargo Actual en la Empresa: Supervisor de A&C – Desarrollo e Integración de Sistemas - AESA

Rupcic Miranda Juan Manuel

Ingeniero Mecánico – Universidad Nacional de Río Cuarto.

Trayectoria:

Ingeniero de Proyecto Construcción de PSL, Río Grande – AESA/YPFB.

Jefe de Campo Construcción PTC Loma Campana Neuquén – AESA/YPF.

Jefe de Obra Construcción Central Térmica Loma Campana Este Neuquén – AESA/YPF.

Supervisor Procesos Staff Técnico de Plantas – El Portón / GNL Escobar / El Tordillo.

Jefe de Servicio Staff Técnico de Plantas – Precomm / Comm / PEM / Asistencia Técnica de Plantas.

Cargo Actual en la Empresa: Jefe de Servicios – Staff Técnico de Plantas – AESA.