



EL ANALISIS DE CRITICIDAD, UNA METODOLOGIA PARA MEJORAR LA CONFIABILIDAD OPERACIONAL.

Ing. Rosendo Huerta

Director de Confiabilidad – John Crane Latin America

E-mail: ahuerta@johncrane.com, huertar@cantv.net

Tema: Confiabilidad

Resumen

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de instalaciones, procesos, sistemas y equipos, creando una estructura que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la confiabilidad operacional de los procesos productivos.

El mejoramiento de la confiabilidad operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con tres aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso y la confiabilidad del equipo

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Que criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidad da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia acorde con la realidad de cada empresa.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con diversos factores claves y estratégicos tales como: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento entre otros. Estos criterios se relacionan con una ecuación matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado.

La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

El presente trabajo muestra varios casos de aplicación en Refinerías, mostrando los grandes beneficios que este tipo de metodología brinda para la toma de decisiones.

EL ANÁLISIS DE CRITICIDAD COMO HERRAMIENTA PARA LA TOMA DE DECISIONES

INTRODUCCIÓN

El análisis de criticidad es una metodología que permite establecer la jerarquía o prioridades de los activos (procesos, sistemas y equipos), creando una estructura de análisis que facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas, direccionando el esfuerzo y los recursos en áreas donde sea más importante y/o necesario mejorar la Confiabilidad Operacional, basado en la realidad actual de cada empresa, y con ello la rentabilidad de los negocios y procesos productivos, ya sean de bienes o de servicios..

El mejoramiento de la Confiabilidad Operacional de cualquier instalación o de sus sistemas y componentes, está asociado con tres aspectos fundamentales: confiabilidad humana, confiabilidad del proceso y la confiabilidad de los equipos (tanto en el diseño como en su mantenimiento). Lamentablemente, difícilmente se disponen de recursos ilimitados, tanto económicos como humanos, para poder mejorar al mismo tiempo, estos tres aspectos en todas las áreas de una empresa.

¿Cómo establecer que una planta, proceso, sistema o equipo es más crítico que otro? ¿Que criterio se debe utilizar? ¿Todos los que toman decisiones, utilizan el mismo criterio? El análisis de criticidades da respuesta a estas interrogantes, dado que genera una lista ponderada desde el elemento más crítico hasta el menos crítico del total del universo analizado, diferenciando tres zonas de clasificación: alta criticidad, mediana criticidad y baja criticidad. Una vez identificadas estas zonas, es mucho más fácil diseñar una estrategia, para realizar estudios o proyectos que mejoren la confiabilidad operacional, iniciando las aplicaciones en el conjunto de procesos ó elementos que formen parte de la zona de alta criticidad.

Los criterios para realizar un análisis de criticidad están asociados con: seguridad, ambiente, producción, costos de operación y mantenimiento, rata de fallas y tiempo de reparación principalmente, y pueden ser manejados de manera cualitativa, semi-cuantitativa y cuantitativa. Estos criterios se pueden relacionar a través de ecuaciones matemática, que genera puntuación para cada elemento evaluado (caso semi-cuantitativo), en base a criterios preestablecidos que involucran probabilidad de falla y sus consecuencias (caso cualitativo), o utilizando datos históricos u opinión de expertos (o una combinación de ambos), y trabajarlas probabilísticamente para el caso cuantitativo.

La lista generada, resultado de un trabajo de equipo, permite nivelar y homologar criterios para establecer prioridades, y focalizar el esfuerzo que garantice el éxito maximizando la rentabilidad.

DEFINICIONES IMPORTANTES

ANÁLISIS DE CRITICIDAD: es una metodología que permite jerarquizar activos (sistemas, instalaciones y equipos), en función de su impacto global, con el fin de facilitar la toma de decisiones. Para realizar un análisis de criticidad se debe: definir un alcance y propósito para el análisis, establecer los criterios de evaluación y seleccionar un método de evaluación para jerarquizar la selección de los sistemas objeto del análisis. Este método se basa en un análisis semi-cuantitativo de las variables y factores involucrados.

CONFIABILIDAD: en términos generales y asociado al área de mantenimiento, se define como la probabilidad de que un activo físico opere sin falla por un determinado período de tiempo, bajo unas condiciones de operación previamente establecidas.

CONFIABILIDAD OPERACIONAL: es la capacidad que poseen los activos físicos, donde se engranan de forma armónica los procesos, la tecnología y la gente, para que los mismos cumplan su función dentro de sus estándares de diseño y bajo un contexto operacional específico y bien definido. Es importante puntualizar que en un programa de diseño, selección, implantación y control de Confiabilidad Operacional, es necesario el análisis de los siguientes tres parámetros: confiabilidad humana, confiabilidad de los procesos y la confiabilidad de los equipos.

La variación en conjunto o individual de cualquiera de los tres parámetros presentados en la figura 1, afectará el comportamiento global de la confiabilidad operacional de un determinado sistema.



Figura 1. Aspectos básicos de la Confiabilidad Operacional

EQUIPOS NATURALES DE TRABAJO: en el contexto de confiabilidad operacional, se define como el conjunto de personas de diferentes funciones de la organización, que trabajan juntas por un periodo de tiempo determinado en un clima de potenciación de energía, para analizar problemas comunes de los distintos departamentos, apuntando al logro de un objetivo común.

En un enfoque tradicional, el concepto de trabajo en equipo comprende un sistema de progresión de carrera que exige a cada nuevo gerente “*producir su impacto individual y significativo al negocio*”. Gerentes rotando en ciclos cortos en diversos campos, creando la necesidad de cambios de iniciativa para “*dejar su huella*”.

Sin embargo, en la cultura de los más exitosos existe afinidad por el trabajo en equipo. Los equipos naturales de trabajo son vistos como los mayores contribuyentes al valor de la empresa, y trabajan consistentemente a largo plazo. Los gerentes guían a los miembros hacia el crecimiento del equipo y a obtener mejores resultados bajo el esquema “*ganar-ganar*”. Los éxitos del equipo son logros del líder de turno.

JERARQUIA DE ACTIVOS: define el número de elementos o componentes de una instalación y/o planta en agrupaciones secundarias que trabajan conjuntamente para alcanzar propósitos preestablecidos. La figura 2 muestra el estilo de agrupación típica de una instalación, donde se observa que la jerarquía de los activos la constituyen grupos consecutivos.

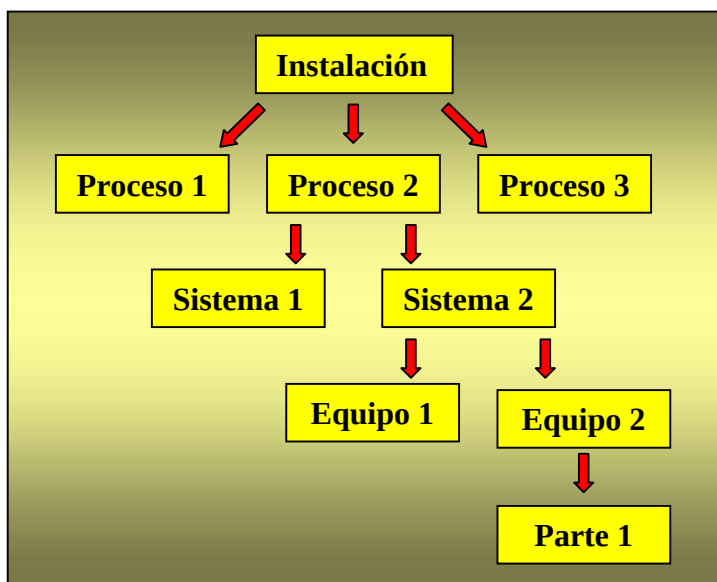


Figura 2. Agrupación típica de instalaciones.

Como puede verse en la figura 2, una planta compleja tiene asociada muchas unidades de proceso, y cada unidad de proceso podría contar con muchos sistemas, al tiempo que cada sistema tendría varios paquetes de equipos, y así sucesivamente.

A medida que descendamos por la jerarquía, crecerá el número de elementos a ser considerados.

UNIDADES DE PROCESO: se define como una agrupación lógica de sistemas que funcionan unidos para suministrar un servicio (Ej. electricidad) o producto (Ej. gasolina) al procesar y manipular materia prima e insumos (Ej. agua, crudo, gas natural, catalizador).

SISTEMAS: conjunto de elementos interrelacionados dentro de las unidades de proceso, que tienen una función específica. Ej. Separación de gas, suministrar aire, regeneración de catalizador, etc.

ANTECEDENTES

La necesidad cada día más acentuada por mejorar los estándares en materia de seguridad, ambiente y productividad de las instalaciones y sus procesos, obliga a incorporar nuevas tecnologías que permitan alcanzar las metas propuestas. En el ámbito internacional las empresas exitosas han basado su estrategia en la búsqueda de la excelencia a través de la *filosofía de Clase Mundial*, la cual tiene asociada la aplicación de diez prácticas. Estas prácticas son:

1. ***Trabajo en equipo***
2. ***Contratistas orientadas a la productividad***
3. ***Integración con proveedores de materiales y servicios***
4. ***Apoyo y visión de la gerencia***
5. ***Planificación y programación proactiva***
6. ***Mejoramiento continuo***
7. ***Gestión disciplinada de procura de materiales***
8. ***Integración de sistemas***
9. ***Gerencia de paradas de planta***
10. ***Producción basada en confiabilidad***

Todas estas prácticas están orientadas al mejoramiento de la confiabilidad operacional de las instalaciones y sus procesos, sistemas y equipos asociados, con la finalidad de hacer a las empresas más *competitivas y rentables*, disponer de una excelente *imagen* con el entorno, así como la satisfacción de sus trabajadores, clientes y suplidores.

El análisis de criticidad es una de las metodologías que integran la práctica 10, sin embargo puede ser utilizada de forma efectiva para acelerar la selección, desarrollo e implantación de las restantes nueve prácticas.

Criticidad

La Criticidad que es equivalente al riesgo, generalmente se define como el producto de la probabilidad de falla y la consecuencia de falla:

$$(CRITICIDAD = P \times C)$$

Donde:

P = Probabilidad de falla

C = Consecuencia de falla

Muchas veces se utiliza el término predictibilidad de falla, en lugar de probabilidad de falla. Sin embargo, el término probabilidad parece ser más apropiado, por lo cuál será el utilizado en el desarrollo de esta investigación.

La Criticidad normalmente se presenta en un formato de matriz. Estas matrices tienen en común que poseen un eje de "consecuencia" y otro eje de "probabilidad". La combinación de ambas, se determina en la matriz por el cruce de líneas de P (Probabilidad) y C (Consecuencia). La esquina derecho-superior de dicha matriz, tendrá un alto porcentaje de Criticidad, mientras que la esquina izquierda inferior, diagonalmente contraria, tendrá una criticidad muy baja. Siempre se evitarán las operaciones en la región de alta criticidad extrema.

La mayoría de las operaciones industriales y empresariales giran en torno al riesgo. Casi todo lo que se hace involucra probabilidades y consecuencias. El futuro nunca es predecible en un 100% y hay muchos factores que contribuyen con esta incertidumbre. ¿Cómo sacarle provecho al riesgo? Gerenciándolo, ni más ni menos. El riesgo debe ser evaluado y debe estar controlado por niveles de aceptación establecidos en cada tipo de empresa o según el estilo gerencial.

La idea básica de lo que es el riesgo permite inferir alguna probabilidad de que algo pase, con una posible pérdida o ganancia. En realidad, de una manera casi constante, se vive en un mundo manejado por el riesgo, aunque muchas veces se desconoce que se está usando este concepto en la toma de decisiones importantes.

El riesgo debe ser evaluado y debe estar controlado con niveles de aceptación. Herramientas como el Análisis de Criticidad y análisis de Detección de Oportunidades permiten una rápida identificación de los factores de riesgo que están afectando a la empresa en un momento determinado.

La figura 3, muestra una matriz típica para la jerarquización de activos.

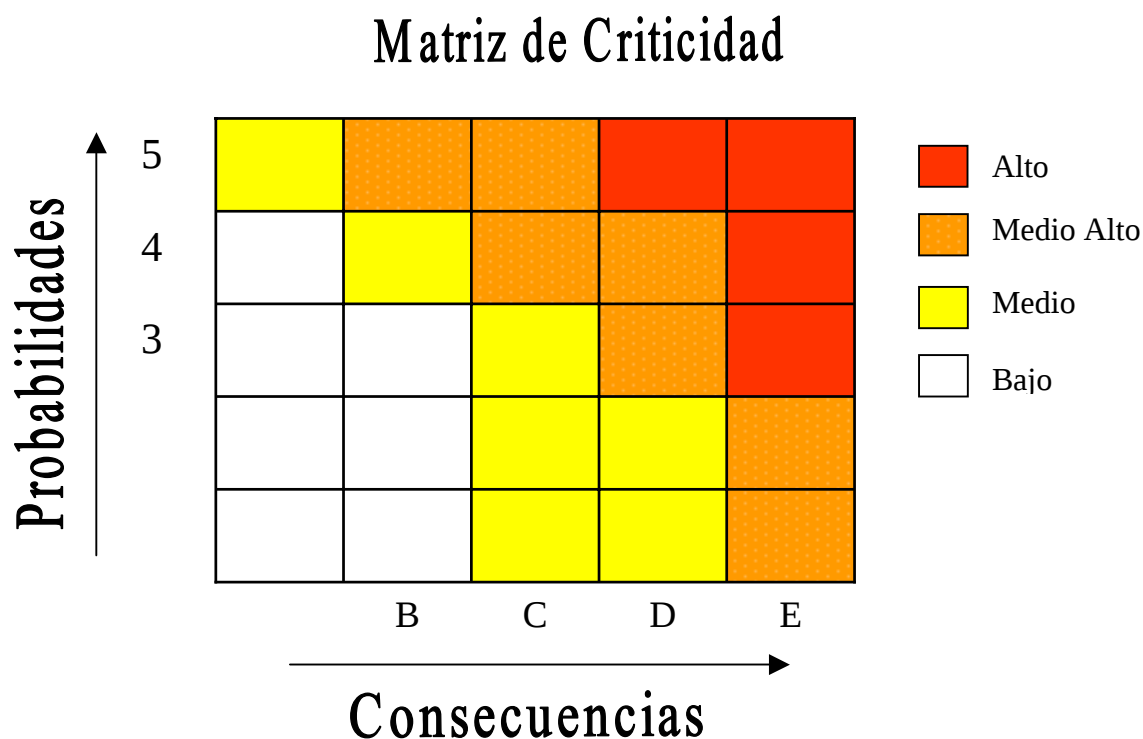


Figura 3. Matriz típica de Criticidad.

La columna E5 es el peor caso de la situación, debido a que ahí se unen el más alto daño por consecuencia (E) con la más alta probabilidad de falla (5).

La clasificación A1 es el caso más leve que indica una baja probabilidad unida a un bajo daño de consecuencia.

El Nivel 5 de probabilidad debe interpretarse como "probablemente que ocurra" o "Impredecible".

La información obtenida para realizar el análisis puede ser cualitativa, semi – cuantitativa y cuantitativa, en el sistema automatizado se podrá hacer de las tres formas

¿Cómo estimar la frecuencia o probabilidad de un evento?

La frecuencia de un evento se estima analizando las opciones de información. A continuación se presentan algunas posibilidades:

- Sistema de computación: Cuando se posee y es bien alimentado de datos, puede ser una fuente de información muy valiosa, aunque muchas veces su información es muy generalizada y no permite distinguir claramente algunos datos como las causas de los eventos.
- Experiencia del personal: Estos tienden a conocer muy bien su equipo (maquinaria) pero la capacidad humana de estimación deja de ser eficiente cuando comienza a tratar con cantidades extremas o poco comunes. Otro punto "conflictivo" es la diferencia de opiniones.
- Bases de datos disponibles: Otra opción es la de usar bases de datos levantadas por terceros, que nos pueden dar información aproximada de algunos factores como la tasas de fallas, que normalmente nos pueden servir como valor de referencia o "benchmark", para hacer evaluaciones iniciales. El hecho de las diferentes condiciones operacionales hacen que los valores de estas bases de datos ya sean dispersos.

¿Cómo determinar las consecuencias de un evento?

Las consecuencias de un evento desde el punto de vista operacional podrían resumirse de la siguiente manera:

- Fallas del equipo. Son las originadas por problemas de confiabilidad. Estas incluyen costos de reparación, mano de obra, logística, entre otras.
 - Pérdida del rendimiento. En este caso debido a la ocurrencia del evento la capacidad de producción del activo es afectada, tanto en calidad como en cantidad, por lo tanto la venta neta y el margen de ganancia se ven comprometidos. Ejemplo típico es el deterioro de la capacidad de producción por acumulación de suciedad en partes como filtros y álabes.
 - Aumento de costos de producción. La ocurrencia del evento origina un aumento de costos de producción y esto puede ser ocasionado por una pérdida de eficiencia (como un mayor consumo de energía o de materia prima), o tal vez por requerimiento de más personal para realizar las mismas tareas.
 - Efectos en el ciclo de vida de los activos. En este caso las consecuencias son debidas a que el ciclo de vida el equipo se ve afectado por la ocurrencia de los eventos, por ejemplo el tiempo 'inter-overhead' de un equipo puede ser afectado por el número de paradas y por el número de mantenimientos menores en el mismo. La inversión de capitales (como por ejemplo la compra de equipos nuevos) también puede ser afectada por estos eventos.
-

- Incumplimiento de leyes. En este caso la ocurrencia del evento puede estar asociada al rompimiento de una ley del tipo ambiental o laboral, lo cual desencadena muchas veces un daño al medio ambiente o al personal y con penalizaciones económicas.
- Factor Imagen. Este incluye todos los factores de la vida diaria de una compañía que son difíciles de cuantificar como lo son el bienestar, la buena apariencia, las relaciones comunitarias, entre otros.

Evaluación de la criticidad

Existen diversos métodos de evaluación de la criticidad. En la presente investigación se presenta una manera muy sencilla de hacer cálculos iniciales. El riesgo puede ser evaluado bajo el siguiente esquema:

- Listar las fallas, problemas o eventos indeseables.
- Investigar las frecuencias o probabilidad de ocurrencia de cada uno de los eventos listados anteriormente.
- Estimar las consecuencias que cada evento tiene sobre el negocio.
- Calcular el riesgo de los eventos, en función de su probabilidad de ocurrencia y su consecuencia.
- Jerarquizar los eventos en función de su riesgo (de mayor a menor riesgo), y diseñar la estrategia para su mitigación o eliminación.
- Se puede calcular la criticidad total bajo la siguiente fórmula, en la cual la base de tiempo debe ser la misma (\$/año, barril/día, etc.).

$$\text{Criticidad Total} = \sum P_i \times C_i$$

Partiendo de esta fórmula, podemos ver que el riesgo puede ser modificado, bien sea disminuyendo la probabilidad de ocurrencia de un evento, disminuyendo las consecuencias del mismo o disminuyendo ambas cantidades.

Análisis de Criticidad (AC)

El objetivo fundamental de esta tarea es la identificación de los componentes que se consideran críticos para el adecuado funcionamiento de los activos.

La catalogación de un activo como crítico, supondrá la exigencia de establecer alguna tarea eficiente de mantenimiento que permita atajar sus posibles causas de falla.

Para la determinación de la criticidad de la falla de un equipo deben considerarse dos aspectos: la probabilidad de aparición de dicha falla y su severidad. La probabilidad de aparición mide la frecuencia estimada de ocurrencia de la falla considerada, mientras que la severidad mide la gravedad del impacto que esa falla puede provocar sobre la instalación.

Si no se dispone de una base de datos confiable y eficiente para el cálculo de las probabilidades mencionadas, se puede considerar como criterio único para catalogar la criticidad de las fallas de los equipos su impacto sobre la función o funciones definidas para el sistema objeto de análisis, si bien conviene establecer las medidas adecuadas para que, en un futuro, se pudiera disponer de la información relativa al término de probabilidad.

En algunos casos, puede resultar conveniente subdividir el sistema objeto de evaluación en varios subsistemas claramente delimitados para facilitar su análisis. Estos subsistemas, que se analizarán como si se tratase de sistemas principales, se caracterizarán por desarrollar una función específica en el sistema considerado y estarán constituidos por unos determinados componentes o equipos.

Las interfases del sistema en evaluación constituirán sus fronteras con otros sistemas de la planta y en su interior estarán, normalmente, todos los componentes cuya criticidad se va a analizar.

El AC es, en esencia, un análisis de confiabilidad del sistema considerado y suele consumir un importante nivel de recursos humanos.

El método clásico de evaluación de la criticidad de los componentes de un sistema consiste en la determinación, en primer lugar, de las funciones que debe realizar el sistema considerado dentro del conjunto de la instalación, así como de las fallas funcionales asociadas a dicho sistema. Para cada uno de estas fallas funcionales, se identificarán aquellos componentes cuya falla da lugar a la falla funcional en estudio, provocando efectos negativos en la instalación. A estos componentes se les denomina "componentes críticos". Esta evaluación se realiza normalmente mediante la conocida técnica de fiabilidad denominada "Análisis de Modos y Efectos de Falla" (AMEF).

Para determinados sistemas, se suele plantear la optimización de los recursos dedicados al AC de sus componentes, reduciendo el nivel sistemático del proceso de análisis que supone el desarrollo de un AMEF y el notable volumen de documentación que se genera. En tales casos, se suele utilizar un método

simplificado de análisis, siendo la "Lista de Criticidad" uno de los más utilizados. Este método, basado en la identificación de las consecuencias negativas que pueden producir las fallas potenciales de los diferentes componentes sobre el sistema bajo estudio, consiste en la aplicación de una lista o batería de preguntas a cada componente del sistema considerado para, en función de sus respuestas, catalogarlo como crítico o no crítico. Dichas preguntas tienen que ver, entre otros aspectos, con la pérdida de producción, de seguridad, de las condiciones adecuadas de operación o el incremento de contaminación ambiental.

Beneficios de la Aplicación del AC

- Su producto es una lista jerarquizada de sistemas de acuerdo a su criticidad
- Facilita la toma de decisiones porque permite asignar prioridades a los activos.
- Permite seleccionar la siguiente metodología de confiabilidad que debe ser aplicada (AMEF, Análisis de Falla, Análisis Costo – Riesgo, entre otros).

Metodologías a seguir para aplicar un AC

El AC se realiza de la siguiente manera:

- Definiendo un alcance y propósito para el análisis.
- Estableciendo criterios de importancia.
- Seleccionando un método de evaluación para jerarquizar la selección de los activos objeto de análisis.

Tomando en consideración los aspectos mencionados anteriormente, seguidamente se presentan los pasos a tomar en consideración para el estudio de criticidad:

- Identificar los activos a estudiar.
- Seleccionar el personal a entrevistar.
- Informar al personal sobre la importancia del estudio.
- Recolectar datos.
- Verificar y analizar los datos.
- Retroalimentar.
- Implementar los resultados.

Criterios para el AC

A continuación se describen brevemente los criterios que deben tomarse en cuenta para realizar el análisis planteado:

- Frecuencia de falla: son las veces que falla cualquier componente del sistema.
-

- Impacto operacional: es el porcentaje de producción que se afecta cuando ocurre la falla.
- Nivel de producción manejado: es la cantidad que se deja de producir cuando ocurre la falla.
- Tiempo promedio para reparar: es el tiempo para restaurar la falla, es decir, para que el activo siga cumpliendo su función.
- Costo de reparación: costo de la falla, que incluye: repuestos y partes, mano de obra y logística, es decir, los costos directos asociados con la reparación del activo.
- Impacto en seguridad: posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños a personas.
- Impacto ambiental: posibilidad de ocurrencia de eventos no deseados con daños al ambiente.
- Satisfacción del cliente: en este caso se evalúa el impacto que la ocurrencia de una falla ocasionaría a las expectativas del cliente, y que incluye la pérdida de imagen.

Cuándo emprender un AC

Un modelo básico de análisis de criticidad, es equivalente al mostrado en la figura 3. El establecimiento de criterios se basa en los seis (6) criterios fundamentales nombrados en el párrafo anterior. Para la selección del método de evaluación se toman criterios de ingeniería, factores de ponderación y cuantificación. Para la aplicación de un procedimiento definido se trata del cumplimiento de la guía de

Emprender un análisis de criticidad tiene su máxima aplicabilidad cuando se han identificado al menos una de las siguientes necesidades:

- Fijar prioridades en sistemas complejos
- Administrar recursos escasos
- Crear valor
- Determinar impacto en el negocio
- Aplicar metodologías de confiabilidad operacional

El análisis de criticidad aplica en cualquier activo (conjunto de procesos, plantas, sistemas, equipos y/o componentes) que requieran ser jerarquizados en función de su impacto en el proceso o negocio donde formen parte. Sus áreas comunes de

aplicación se orientan a establecer programas de implantación y prioridades en los siguientes campos:

- Mantenimiento
- Inspección
- Materiales
- Disponibilidad de planta
- Personal

En el ámbito de mantenimiento:

Al tener plenamente establecido cuales sistemas son más críticos, se podrá establecer de una manera más eficiente la priorización de los programas y *planes de mantenimiento* de tipo: predictivo, preventivo, correctivo, detectivo e inclusive posibles rediseños a nivel de procedimientos y modificaciones menores; inclusive permitirá establecer la prioridad para la programación y ejecución de órdenes de trabajo.

En el ámbito de inspección:

El estudio de criticidad facilita y centraliza la implantación de un programa de inspección, dado que la lista jerarquizada indica donde vale la pena realizar inspecciones y ayuda en los criterios de selección de los *intervalos* y tipo de inspección requerida para sistemas de protección y control (presión, temperatura, nivel, velocidad, espesores, flujo, etc.), así como para equipos dinámicos, estáticos y estructurales.

En el ámbito de materiales:

La criticidad de los sistemas ayuda a tomar decisiones más acertadas sobre el nivel de equipos y piezas de repuesto que deben existir en el almacén central, así como los requerimientos de partes, materiales y herramientas que deben estar disponibles en los almacenes de planta, es decir, podemos sincerar el *stock* de materiales y repuestos de cada sistema y/o equipo logrando un *costo optimo de inventario*.

En el ámbito de disponibilidad de planta:

Los datos de criticidad permiten una orientación certera en la ejecución de proyectos, dado que es el mejor punto de partida para realizar estudios de *inversión de capital* y renovaciones en los procesos, sistemas o equipos de una instalación, basados en el área de mayor impacto total, que será aquella con el mayor nivel de criticidad.

A nivel del personal:

Un buen estudio de criticidad permite potenciar el adiestramiento y desarrollo de *habilidades en el personal*, dado que se puede diseñar un plan de formación técnica, artesanal y de crecimiento personal, basado en las necesidades reales de la instalación, tomando en cuenta primero las áreas más críticas, que es donde se concentra las mejores oportunidades iniciales de mejora y de agregar el máximo valor.

INFORMACION REQUERIDA

La condición ideal sería disponer de datos estadísticos de los sistemas a evaluar que sean bien precisos, lo cual permitiría cálculos "*exactos y absolutos*". Sin embargo desde el punto de vista práctico, dado que pocas veces se dispone de una data histórica de excelente calidad, el análisis de criticidad permite trabajar en rangos, es decir, establecer cual sería la condición más favorable, así como la condición menos favorable de cada uno de los criterios a evaluar. La información requerida para el análisis siempre estará referida con la frecuencia de fallas y sus consecuencias.

Para obtener la información requerida, el paso inicial es formar un *equipo natural de trabajo* integrado por un *facilitador* (experto en análisis de criticidad, y quien será el encargado de conducir la actividad), y personal de las organizaciones involucradas en el estudio como lo son operaciones, mantenimiento y especialidades, quienes serán los puntos focales para identificar, seleccionar y conducir al personal conocedor de la realidad operativa de los sistemas objeto del análisis. Este personal debe conocer el sistema, y formar parte de las áreas de: operaciones, mecánica, electricidad, instrumentación, estructura, programadores, especialistas en proceso, diseñadores, etc.; adicionalmente deben formar parte de todos los estratos de la organización, es decir, personal gerencial, supervisorio, capataces y obreros, dado que cada uno de ellos tiene un nivel particular de conocimiento así como diferente *visión del negocio*.

Mientras mayor sea el número de personas involucradas en el análisis, se tendrán mayores puntos de vista evitando resultados parcializados, además el personal que participa nivela conocimientos y acepta con mayor facilidad los resultados, dado que su opinión fue tomada en cuenta.

MANEJO DE LA INFORMACION

El nivel natural entre las labores a realizar comienza con una discusión entre los representantes principales del equipo natural de trabajo, para preparar una lista de todos los sistemas que formaran parte del análisis. El método es sencillo y está

basado exclusivamente en el *conocimiento* de los participantes, el cual será plasmado en una encuesta preferiblemente personal (puede adoptarse el trabajo de grupo, pero con mucho cuidado para evitar que “líderes naturales” parcialicen los resultados con su opinión personal)

El *facilitador* del análisis debe garantizar que todo el personal involucrado entienda la finalidad del trabajo que se realiza, así como el uso que se le dará a los resultados que se obtengan. Esto permitirá que los involucrados le den mayor nivel de importancia y las respuestas sean orientadas de forma más responsable, evitando así el menor número de desviaciones.

La mejor forma de conducir el manejo de la información es que el *facilitador* aclare cada pregunta, dando ejemplos para cada caso, para que luego los encuestados procedan con su respectiva respuesta.

Es aconsejable que el modelo de encuesta sea sencillo, para facilitar la dinámica de la entrevista a la vez de permitir máximo confort a los entrevistados.

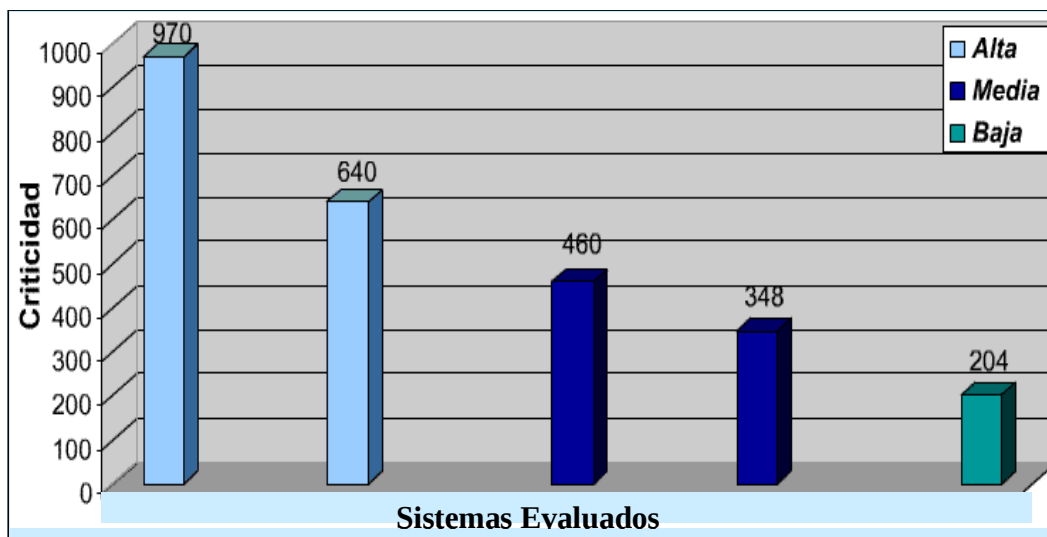
CASOS DE APLICACION

A continuación se muestran algunos resultados en distintos tipos de empresa, donde se detallan análisis de criticidad para distintos tipos de negocios, los cuales todos permitieron establecer estudios concretos de mejoramiento de la confiabilidad con notables ahorros.

Caso 1. Industria de Refinación: se jerarquizaron los cinco sistemas principales de una planta de olefinas, donde una vez identificado el sistema mas critico (sistema de generacion eléctrica, se logro implantar un plan de mejoramiento continuo, que incluyo adiestramiento especializado del personal, rediseño de las políticas de mantenimiento empleando la metodología RCM, y análisis causa raíz a os principales malos actores., la tablas muestran en primer lugar la descripción de los sistemas evaluados y luego un diagrama de barras ordenando de forma decreciente el valor de criticidad para cada uno de ellos.

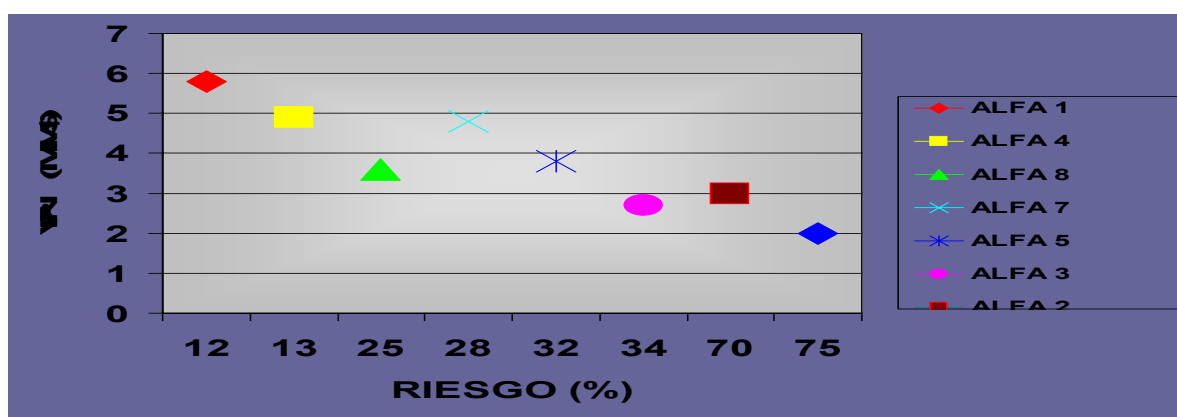
El ahorro estimado para este caso fue superior a los 220.000 USD\$ /año

GERENCIA DE OPERACIONES			
SUPERINTENDENCIA OPERACIONES-MANTENIMIENTO			
PLANTA DE OLEFINAS			
FECHA:	08/02/2004	REVISADO POR:	ING. Martín Valiente
ÁREA:	VAPOR	APROBADO POR:	ING. José Pérez
SISTEMA		CRITICIDAD	
ENFRIAMIENTO		348	
SEPARACION		970	
GENERACION		640	
AROMATICOS A		460	
AROMATICOS B		204	



Con los resultados de este estudio, se logro direccionar el presupuesto de inversiones en las plantas mas criticas, estudios focalizados de análisis de fallas y un plan especifico de adiestramiento en las áreas de mayor impacto.

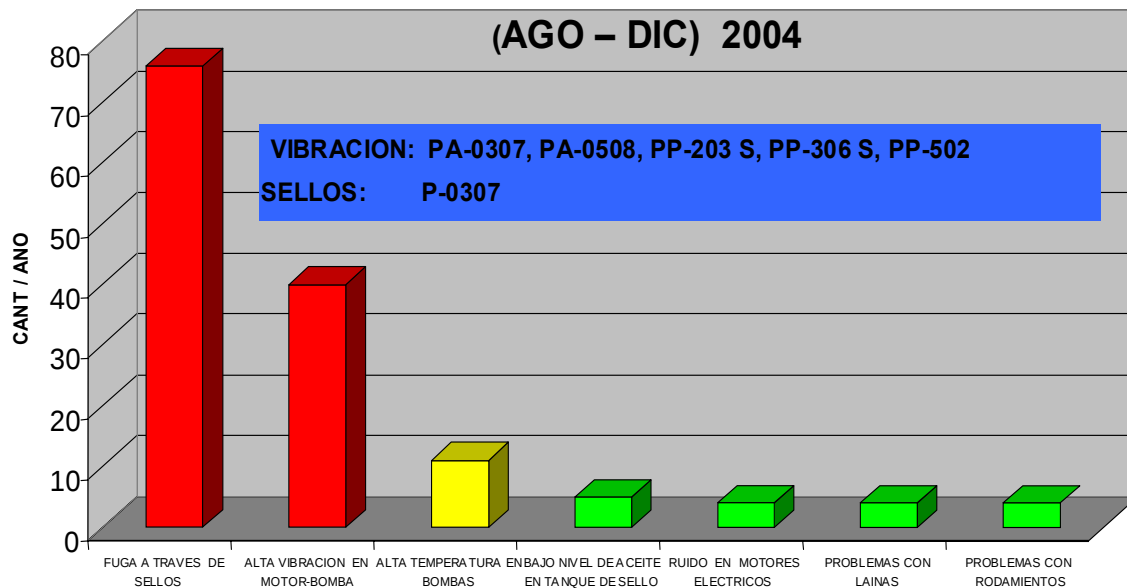
Caso 2. Industria de Exploración y Producción de Petróleo: se jerarquizo la cartera de perforación de pozos nuevos, mejorando la asertividad en más de un 60%, con beneficios superiores a los 700 millones de dólares. En la tabla se puede apreciar el orden de Jerarquización de los proyectos, donde fundamentalmente lo que se logro fue establecer en que orden se debería realizar la perforación de los nuevos pozos para asegurar el mejor retorno de la inversión.



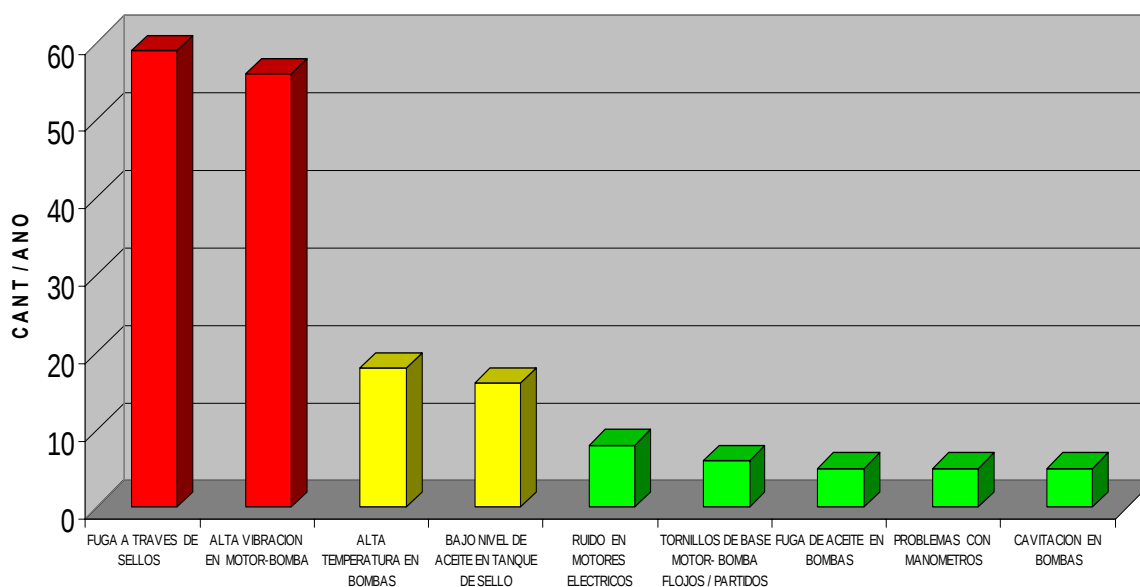
PROYECTO	RIESGO %	VPN EPERADO MM\$	ACTIVIDAD	JERARQUIZACIÓN
ALFA 1	12,00	5,80	Perforación	1
ALFA 4	13,00	4,90	Perforación	2
ALFA 8	25,00	3,60	Perforación	3
ALFA 7	28,00	4,80	Perforación	4
ALFA 5	32,00	3,80	Perforación	5
ALFA 3	34,00	2,70	Perforación	6
ALFA 2	70,00	3,00	Perforación	7
ALFA 6	75,00	2,00	Perforación	8

Con este estudio, se logro optimizar el presupuesto de inversiones, logrando un incremento en la asertividad de la perforación de pozos en un 60%, así como incluir dentro del proceso de toma de decisiones análisis de criticidad, que para este caso en particular, fue un método cuantitativo basado en riesgo, empleando modelos probabilísticos en función del comportamiento real del Valor Presente Neto de cada uno de los proyectos evaluados.

Caso 3. Industria de Petróleo, Complejo Petroquímico: se jerarquizaron los principales malos actores (fallas de mayor impacto en los equipos rotativos), lo cual permitió establecer el plan de análisis de fallas en el corto plazo, con beneficios superiores a los 150.000 dólares al año. En la tabla se puede apreciar el orden de Jerarquización de los malos actores.



FUENTE: INSPECCION RUTINARIA MANTENIMIENTO PREDICTIVO



FUENTE: INSPECCION RUTINARIA MANTENIMIENTO PREDICTIVO

Una vez establecido la Jerarquización de los malos actores, se logro realizar dos estudios, uno de análisis causa raíz y otro de mantenimiento centrado en confiabilidad, con los cuales se logro resolver dos grandes problemáticas del complejo petroquímico en una de sus principales plantas.

CONCLUSIONES.

- ❖ El uso del análisis de criticidad permite la toma de decisiones acertadas, dado que logra establecer el orden de impacto que los activos o fallas evaluadas, tienen sobre el proceso productivo de las empresas.
 - ❖ Un análisis de criticidad, permite elevar el nivel de conocimientos del personal que labora dentro de una empresa, dado que análisis de forma integral, comportamiento de fallas, impactos en seguridad, ambiente, costos operacionales, costos de mantenimiento, imagen, entre muchos otros aspectos que pueden ser considerados.
 - ❖ Todo análisis de criticidad, persigue la optimización de los costos, no solo por identificar las ares de mayor oportunidad de mejora, sino que permite el direccionamiento oportuno del presupuesto de las empresas.
-