Gestión del riesgo en transformadores de potencia

1. Introducción

En el presente trabajo vamos a describir el importante proceso de Gestión del Riesgo en los transformadores de potencia.

Como sabemos, la gestión del riesgo representa uno de los tres pilares fundamentales en los Sistemas de Gestión de Activos, así como en la Gestión del Mantenimiento.

Los otros dos pilares son el desempeño de los activos y los costos involucrados en el ciclo de vida de los mismos.

En tal sentido, procederemos a realizar, en primer término, una descripción conceptual del proceso de Gestión del Riesgo en una organización o en un área específica de la misma (Gestión de Activos y/o Gestión de Mantenimiento).

Además, daremos una breve introducción al concepto de Sistema de Gestión del Riesgo, el cual conforma un conjunto de procesos interrelacionados, que conllevan a lograr la identificación, análisis, evaluación y tratamiento de los riesgos involucrados en el sector específico de aplicación en la organización.

En nuestro caso nos centraremos sobre la aplicación del sistema de gestión de riesgos en los transformadores (potencia y distribución), representando éstos uno de los activos críticos más importantes de los sistemas eléctricos de potencia o de una instalación industrial.

También haremos una descripción de las componentes del riesgo, las cuales permitirán cuantificar la prioridad en el proceso de análisis, evaluación y tratamiento.

Nos referimos al Factor de Probabilidad u Ocurrencia de una falla y al Factor de Consecuencia o Severidad de la falla. Estas componentes serán la base para cuantificar los riesgos asociados a los transformadores.

Dejaremos para otro artículo, la aplicación práctica del método de gestión de los riesgos, especialmente en aquellos casos en que se deba tratar con una dotación de transformadores (por ejemplo, aquellos pertenecientes al parque de una distribuidora eléctrica).

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

2. Gestión del riesgo

En este ítem vamos a describir el fundamento de la Gestión de Riesgos en la Gestión de Activos y Gestión del Mantenimiento.

Previamente destacaremos algunas definiciones de los conceptos principales, que enmarcan a la gestión de los riesgos en una organización.

- Peligro = es una condición o característica intrínseca que puede causar lesión o enfermedad, daño a la propiedad y/o paralización de un proceso.

- Riesgo = probabilidad de ocurrencia de un evento adverso (salud, bienes materiales, medio ambiente), como consecuencia a la exposición de un peligro y que impiden el normal desarrollo de las actividades de la organización, con impacto económico asociado.

- Riesgo (otra definición) = incertidumbre que surge durante la consecución de un objetivo.

- Riesgo (otra definición) = circunstancias, sucesos o eventos adversos que impiden el normal desarrollo de las actividades de una organización. Generan un impacto económico en la organización.

- Análisis del riesgo = uso de la información disponible para identificar los peligros existentes y estimar el nivel de riesgo presente.

- Evaluación de los riesgos = proceso por el cual se juzga la aceptación del riesgo estimado.

- Gestión de riesgos = proceso de decisión en cuanto a qué hacer respecto a un peligro, a la población expuesta o a los efectos adversos, implementando la decisión y evaluando los resultados.

- Proceso de validación = técnica mediante la cual se establece la evidencia documentada de que un proceso específico proporciona en forma consistente un producto que cumple con especificaciones predeterminadas y atributos de calidad.

- Identificación de tareas de validación = actividades necesarias para demostrar el control de los aspectos críticos de las operaciones específicas de producción.

- Análisis de criticidad = técnicas que permiten establecer la jerarquía o prioridades de sistemas, procesos y equipos. Facilita la toma de decisiones acertadas y efectivas en la asignación de los recursos.

- Número de prioridad del riesgo (NPR) = indicador de la prioridad con que se deben seleccionar las actividades para prevenir las ocurrencias de fallas que ocasionan los efectos NPR = Severidad x Ocurrencia x Detección.

- Número de prioridad del riesgo residual (NPRR) = ídem anterior, luego de implementadas las Acciones Recomendadas para tratar el riesgo.

A continuación, se listan las características principales que determinan a un riesgo:

- Debe estar asociado, de alguna manera, a las actividades de la organización.

- De naturaleza compleja. Es decir, no poseen una solución inmediata.

- El efecto o impacto sobre los objetivos y/o actividades de la organización, debe ser significativo.

- Obstaculizan, postergan, dificultan el logro de objetivos organizacionales y de los procesos.

Por lo tanto, el Sistema de Gestión de Riesgos (SGR) comprende un conjunto de procesos cuyo fin será el de coordinar, controlar, minimizar y alinear la gestión de los riesgos en la organización.

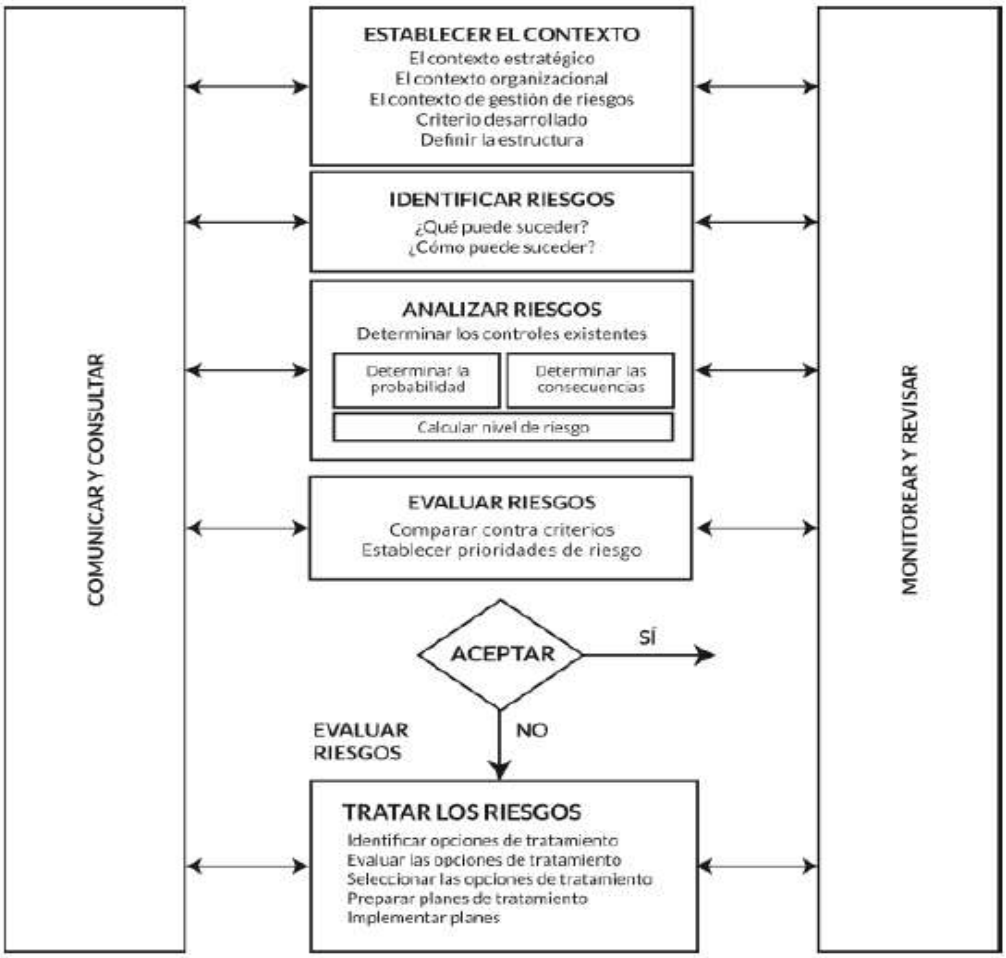
En línea con lo antedicho, los objetivos principales, en la implementación de un SGR, se pueden resumir en los siguientes:

- Sistema de Gestión que pueda aplicarse a cualquier tipo de organización.
- Que cada organización implemente un SGR con el fin de reducir los obstáculos que impiden el logro de sus objetivos.
- Lograr consciencia, en el personal, de la necesidad de identificar y tratar los riesgos en toda la organización.
- Lograr la coordinación y alineamiento en la gestión de los riesgos. Minimizando, gestionando y controlando cualquier tipo de riesgo.

A estos fines, se plantean modelos de SGR, en donde en la figura N° 1 se detalla una parte del mismo, correspondiendo, en este caso, al proceso de Gestión de los Riesgos.

Figura N° 1

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES



SERVICIOS & TRANSFORMADORES

De esta estructura propuesta de gestión de los riesgos, se pueden observar los siguientes subprocesos:

a) <u>Identificación del riesgo</u>

- Encontrar, reconocer y describir los riesgos que pueden ayudar o impedir a la organización alcanzar sus objetivos.
- Determinar las Fuentes de riesgos Tangibles e Intangibles.
- Establecer Causas, Eventos, Amenazas y Oportunidades.
- Evaluar los cambios en los contextos (Externo e Interno).
- Determinar las Consecuencias e Impactos en los objetivos.
- Determinar las limitaciones en el conocimiento y la confiabilidad en la información disponible.
- Considerar los Sesgos, Supuestos y Creencias de las personas involucradas en la GR.

b) Análisis del riesgo

- Comprender la naturaleza del riesgo y sus características, incluyendo el Nivel del Riesgo.
- Considerar la probabilidad de los eventos y las consecuencias.
- La naturaleza y magnitud de las consecuencias.
- La complejidad y la interrelación de los procesos.
- La eficacia de los controles existentes.

c) Evaluación del riesgo

- Soporte para la toma de decisiones.
- Comparar los resultados del Análisis del Riesgo con los criterios de los riesgos establecidos, con el fin de adoptar acciones.
- Dejar las cosas como están.
- Considerar opciones para el Tratamiento del Riesgo.
- Análisis adicional para comprender mejor al riesgo.
- Evaluar el mantenimiento de los controles existentes.
- Reconsiderar los objetivos.

d) Tratamiento del riesgo

- Seleccionar e implementar opciones para abordar el riesgo.
- Evitar. No iniciar o continuar con la actividad que genera el riesgo.
- Aceptar o aumentar el riesgo, en busca de oportunidades.
- Eliminar la fuente de riesgo.
- Reducir en base a modificar la probabilidad de ocurrencia.
- Reducir en base a modificar las consecuencias.
- Compartir o Transferir el riesgo (contratos, compra de seguros, etc.).
- Retener el riesgo con base en una decisión informada.

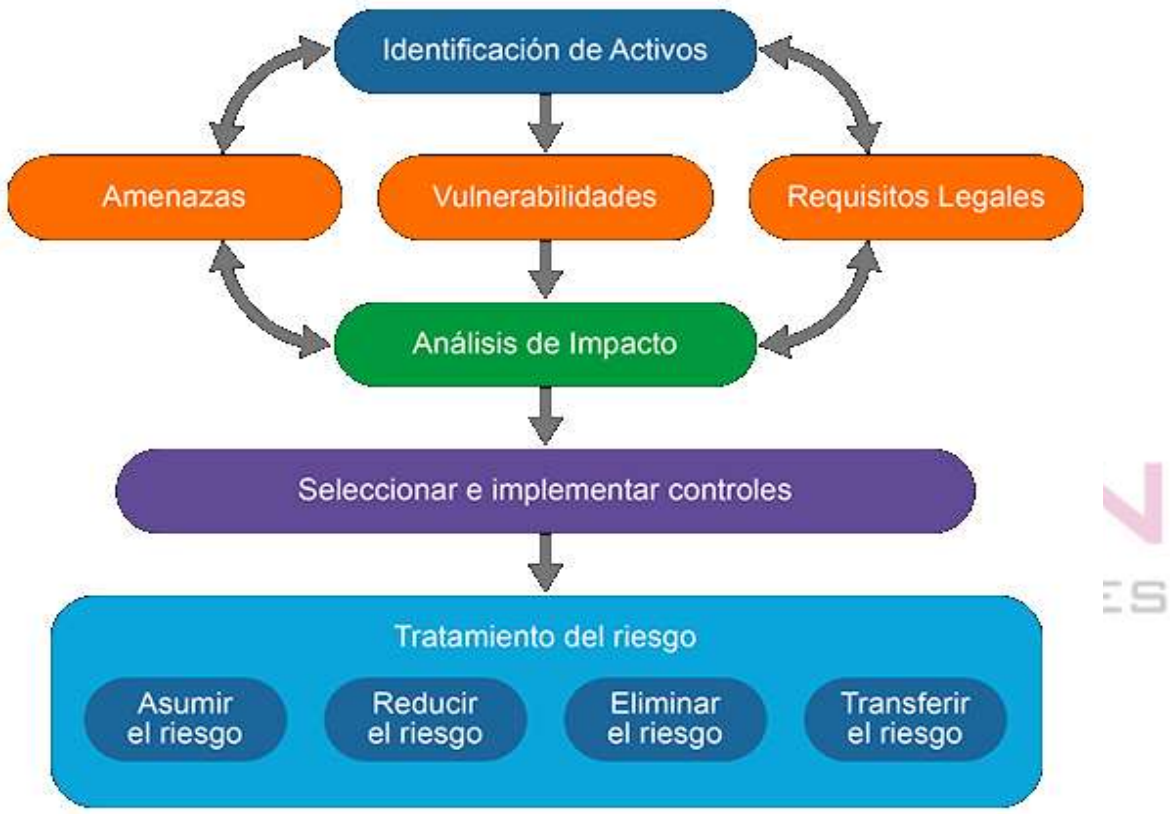
Una vez establecido el tipo de tratamiento que se deberá adoptar para abordar el riesgo, se procederá a delinear el **Plan de Tratamiento**, el cual consistirá en las siguientes directivas:

- Necesidad de modificar la estrategia ante riesgos cuyos impactos no fueron los esperados.
- Evaluaciones periódicas o auditorías (a través de un equipo delegado).
- Aplicación de la Gestión del Riesgo en base a lo previsto.
- Evaluar la efectividad de las respuestas a los riesgos.
- Establecimiento de Políticas y Estrategias adecuadas.

- Evaluar los cambios en la exposición al riesgo, desde el último análisis realizado.
- Contemplar la aparición de riesgos que no se habían previsto.

En la figura N° 2 destacamos un esquema del proceso de Tratamiento de los Riesgos, atendiendo a las distintas maneras de abordarlos, según ya hemos comentado.

Figura N° 2



Sin entrar en una descripción detallada de este proceso, solamente diremos, en relación a la etapa del Establecimiento del Contexto, lo siguiente:

- Adaptar el proceso de la Gestión del Riesgo (GR), para alcanzar una evaluación eficaz y un tratamiento adecuado del riesgo.
- Definición del alcance de las actividades de la GR, así como los objetivos y alineamiento.

- Comprensión cabal de los contextos externo e interno de la organización.
- Se deberá tener muy en cuenta que los factores organizacionales pueden ser una fuente principal de riesgos.
- Precisar los tipos y cantidades de riesgos que se pueden gestionar, en relación a los objetivos.
- Cómo se van a definir y medir las Consecuencias, la Probabilidad y el Nivel de Riesgo.

Una forma común de clasificar los métodos de evaluación de los riesgos, es la siguiente:

- **Métodos cualitativos**

  Se sustentan en el juicio, experiencia e intuición para la toma de decisiones.
  Se utilizan cuando el nivel de riesgo es bajo y no se justifica la asignación de recursos para un análisis exhaustivo de los riesgos. Aplicables a riesgos no críticos.

- **Métodos semi-cuantitativos**

  Se utiliza valoración lingüística (alto, medio, bajo).
  Adopción de escalas apropiadas para determinar el nivel del riesgo.
  Aplicables a riesgos críticos y no críticos.

- **Métodos cuantitativos**

  Asignan valores de ocurrencia y de severidad a los diferentes riesgos identificados.
  Incluyen el análisis de la probabilidad y de las consecuencias.
  De aplicación obligada sobre riesgos críticos (caso de transformadores).

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

3. Gestión del riesgo en transformadores

La gestión de los riesgos en los transformadores de potencia y distribución, es una herramienta fundamental para asistir en el proceso de toma de decisiones en la Gestión de Activos y en la Gestión del Mantenimiento.

Resulta evidente que el objetivo de esta gestión será la establecer, con la mayor precisión posible, el Número de Prioridad del Riesgo (NPR) o Índice de Riesgo, de los transformadores que conforman la instalación.

En este trabajo vamos a estimar el NPR a través de una cuantificación del mismo en dos dimensiones, comprendiendo, en tal sentido, el factor de Ocurrencia o de Probabilidad de falla y el factor de Severidad o de Consecuencia de la falla.

Por lo tanto, en este caso, no se tendrá en cuenta el factor de Detección en la cuantificación del NPR.

Sabemos que una eficaz Gestión de Activos y de Mantenimiento, sobre un conjunto de transformadores, se basa en lograr un equilibrio entre el desempeño operativo de los mismos, los costos involucrados en el ciclo de vida y la gestión de los riesgos.

El proceso de identificación de los riesgos asociados a un transformador, requiere del establecimiento previo, como información de entrada, del estado de la condición del mismo.

Además, se tendrá que considerar, en el proceso de determinar el NPR, factores tales como las características técnico-económicas del SEP o instalación, en donde el transformador se encuentre emplazado.

A los efectos, se definen dos parámetros de cálculo del NPR. Cada uno de éstos con las siguientes componentes:

a) Factor de Consecuencia (FC)

Comprende el hecho de evaluar el estado de falla del transformador y la estimación de las consecuencias, debido a los efectos de este estado. Abarca:

- Confiabilidad del SEP o de la instalación de emplazamiento del transformador.
- Seguridad del SEP o de la instalación de emplazamiento del transformador.
- Seguridad y regulaciones.
- Impacto al medio ambiente y regulaciones ambientales.
- Imagen y prestigio de la organización.

b) Factor de Probabilidad (FP)

Comprende:

- Historial operativo del transformador.
- Historial de mantenimiento del transformador.
- Año de fabricación del transformador.
- Estado de la condición del transformador.

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

- Calidad de la fabricación del transformador (prestigio del fabricante).

4. Descriptores del factor de consecuencia

Considerando lo indicado en el ítem 3, vamos a listar los descriptores principales que permitirán calcular el factor de consecuencia de la falla.
Tendremos:

a) Confiabilidad del SEP o de la instalación de emplazamiento del transformador

- Análisis y determinación de la confiabilidad del SEP o de la instalación.
- Impacto del estado de la confiabilidad.
- Costos asociados del ciclo de vida del transformador.
- Determinación de la competitividad en las consecuencias económicas (costos de reparación, costos por pérdida de suministro, etc.).
- Determinación de los factores financieros.
- Determinación de los clientes críticos.

b) Seguridad del SEP o de la instalación de emplazamiento del transformador

- Estado de la seguridad operativa del SEP o de la instalación.
- Estado de las protecciones del SEP o de la instalación, asociadas al transformador.

c) Seguridad y regulaciones

- Nivel de seguridad de las personas.
- Nivel de seguridad de las instalaciones.
- Cumplimiento de las Leyes.
- Cumplimiento de las Regulaciones.

d) Impacto al medio ambiente y regulaciones ambientales

- Determinación de los factores ambientales.
- Establecimiento de los impactos al medio ambiente.
- Cumplimiento de las regulaciones ambientales.

e) Imagen y prestigio de la organización

- Estado de la imagen de la organización.

- Evaluación de la imagen con respecto a la confiabilidad del transformador.
- Determinación del prestigio de la organización, por las consecuencias en la confiabilidad del transformador.

5. Descriptores del factor de probabilidad de falla

A continuación vamos a listar los descriptores característicos que determinarán el cálculo del factor de probabilidad de falla de un dado transformador.

En base a lo visto en el ítem 3, podemos establecer los siguientes descriptores:

a) Historial operativo del transformador

- Condiciones operativas en el servicio.
- Historial de carga y perfil de temperaturas.
- Eventos operativos registrados.
- Nivel de conocimiento de la historia operativa de la máquina.

b) Historial de mantenimiento del transformador

- Determinación del estado de envejecimiento de la aislación.
- Historial de fallas.
- Historial de inspecciones.
- Historial de intervenciones.
- Conocimiento de las actividades de mantenimiento.

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES

c) Año de fabricación del transformador

- Peso de la edad del transformador en las condiciones operativas.
- Peso de la edad del transformador en las actividades de mantenimiento.
- Peso de la edad del transformador en la determinación de la etapa de Fin de la Vida.
- Peso de la edad del transformador en la conformación del Plan de Reacondicionamiento.

d) Estado de la condición del transformador

- Historial del estado del aceite.
- Historial del desarrollo de gases de falla.
- Historial y seguimiento del estado del papel.
- Historial de ensayos y monitoreo.
- Estado de la condición de la refrigeración, bushings y otros subsistemas.

e) Calidad de la fabricación del transformador

- Calidad del diseño.
- Tecnología utilizada (riesgo tecnológico).
- Calidad de los materiales utilizados en la fabricación.
- Calidad en el proceso de fabricación.
- Historial y prestigio del fabricante.
- Servicios postventa del fabricante.

Una vez determinados los factores, se podrá calcular el NPR, de la siguiente forma:

$$NPR = FP \times FC$$

En un artículo posterior, vamos a explicar y detallar la aplicación del método de análisis del riesgo para el caso de una dotación de transformadores, en donde se requiere conocer los riesgos asociados a cada uno éstos, así como la prioridad que deberá asignarse en el tratamiento de los mismos.

6. Conclusiones

- El criterio principal para calcular el riesgo (análisis del riesgo) en los transformadores de potencia, será el de establecer dos parámetros característicos, a saber: Factor de Probabilidad u Ocurrencia de una falla y el Factor de Consecuencia o Severidad de una falla.

- A partir de los factores citados, se podrá calcular (método cuantitativo) el Número de Prioridad del Riesgo, el cual permitirá establecer el nivel o magnitud del riesgo y la jerarquía de prioridades para adoptar las acciones recomendadas en el tratamiento.

- Otra forma de encarar la gestión de los riesgos en los transformadores, es la de desarrollar una Matriz de Riesgos, la cual estará conformada por dos dimensiones, asociadas al factor de Probabilidad y al factor de Consecuencia.

- Tener en cuenta: un evento, que representa un riesgo identificado, puede tener múltiples causas y consecuencias, pudiendo afectar a múltiples objetivos.

- Tener en cuenta: los eventos de alta incertidumbre, que conforman riesgos identificados, pueden ser difíciles de cuantificar.

- Las consecuencias de un estado de post falla serán diferentes para cada transformador evaluado. Dependerá principalmente del emplazamiento del transformador en el SEP o instalación, así como de otras características.

- Es importante resaltar que los descriptores que componen a los factores de riesgo, tendrán asignados un “nivel de peso” en el cómputo general del NPR. Es por eso que el análisis y evaluación de los riesgos deberán contar con el aporte de conocimiento experto, a la hora de asignar estos niveles de peso, con el fin de que reflejen lo más precisamente posible la realidad del transformador evaluado.

Ingenieria Nova Mirón S.A.

NOVA MIRON
SERVICIOS & TRANSFORMADORES