



REP  
CTM  
ISAP

---

Implementación de buenas  
prácticas en Gestión de  
Activos según la norma ISO  
55000.01.02

Estrategia de Ciclo de Vida de  
Equipo Inductivo

---

Versión 7.0

Agosto 2023

Cuadro de Control				
Versión	Fecha	Elaboración	Revisión	Participación
1.0	14-16-2016	Oscar Casanova Alejandra Bruno Yuri Rojas Jorge Ywasaki Gustavo Guillen Jorge Lafitte Henry Allca Max Lujan	Magnolia Roman Ricardo Arias	José Duran (TWPL)
2.0	15-08-2018	David Navarrete Gustavo Guillen	Kernick Ruiz Magnolia Roman	
3.0	27-06-2019	Yuri Rojas Guillermo Escate	Javier Vilcas	
4.0	08-06-2020	Gustavo Guillen	Javier Vilcas Kernick Ruiz	
5.0	12-11-2021	Yuri Rojas Angel Huaman	Javier Vilcas Kernick Ruiz	
6.0	13-10-2022	Yuri Rojas Angel Huaman	Fredy Asencios Kernick Ruiz	
7.0	31-08-2023	Yuri Rojas Angel Huaman	Kernick Ruiz	

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Resumen ejecutivo.....	4
2.	Definiciones y acrónimos .....	5
3.	Referencias .....	6
4.	Situación actual de los activos .....	8
4.1	Clasificación de transformadores .....	8
4.2	Incorporación de equipos inductivos .....	10
4.3	Desempeño actual de equipos.....	11
4.4	Principales Riesgos actuales .....	14
5.	Estrategia de ciclo de VIDA.....	14
5.1	Creación de activos.....	14
5.2	Operación de activos:.....	15
5.3	Mantenimiento de activos:.....	16
5.3.1	Planear el mantenimiento .....	16
5.3.2	Ejecutar el mantenimiento .....	23
5.3.3	Evaluar el mantenimiento .....	24
5.4	Renovación de activos .....	28
5.5	Disposición final de activos .....	29

## 1. Resumen ejecutivo

La visión centrada en los activos es un principio clave de la gestión de activos moderna, la cual requiere plasmar claramente los efectos de las decisiones de un proceso/área en otras áreas.

Las etapas de ciclo de vida definidas para Perú son **crear, operar, mantener y renovar/disponer**. Estas etapas son soportadas por habilitadores como lo son cultura, competencias, abastecimiento, gestión de riesgos, entre otros.

La gestión de los activos se hará por medio de la implementación de estrategias para cada etapa del ciclo de vida, estas estrategias están resumidas y particularizadas en este documento para equipos inductivos.

La empresa maneja una variedad de equipos de alto voltaje con la intención de proveer servicios de transporte de energía. **Los equipos inductivos (transformadores y reactores) poseen unos de los mayores costos y requieren de amplias destrezas y conocimiento para lograr su óptimo desempeño y ciclo de vida. Los transformadores se usan para cambiar los niveles de voltaje de una subestación a otra, mientras los reactores se usan para controlar los niveles de voltaje de manera de cumplir los requerimientos del cliente y proteger activos de sobre tensiones.**

La estrategia de ciclo de vida busca tener en un solo documento el manejo detallado del ciclo de vida de los equipos inductivos usados en la red.

### Propósito

Describir la estrategia para gestionar los transformadores y reactores durante su ciclo de vida, es decir en sus etapas de **creación, operación, mantenimiento, renovación y disposición final**. Busca optimizar todos los recursos en sus actividades para maximizar los resultados con análisis de riesgos, costos y desempeño acordes con el PEGA y el Plan Estratégico de la Organización.

### Alcance

Aplica a los transformadores y reactores de potencia para transporte de energía propios y de los **clientes (CTM e ISA PERÚ)** administrados por REP, durante todo su ciclo de vida.

Asimismo; se consideran las instalaciones de terceros conectadas a la infraestructura administrada por REP y que representan riesgos potenciales.

Tabla 1	Equipos Inductivos ▾			
Rango de Edades ▾	CTMP	ISAP	REPD	Total general
TRAFO DE POTENCIA	62	10	78	150
REACTORES	92	2	8	102
<b>Total general</b>	<b>154</b>	<b>12</b>	<b>86</b>	<b>252</b>

**Estadística hasta agosto 2023: Tablero BI – EVA DGM**

## 2. Definiciones y acrónimos

<b>ALARP</b>	Reducir el riesgo a un nivel “As Low As Reasonably Practicable” (Tan bajo como sea razonablemente posible) e implica el balance de reducir el riesgo en el tiempo versus el costo de hacerlo.
<b>PEGA</b>	Plan Estratégico de Gestión de Activos acorde con la norma internacional ISO 55001: 2014 – Asset Management – Management systems – Requirements.
<b>Innovación</b>	Cambios que introducen alguna novedad en los procesos buscando generar valor.
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators – Indicadores Claves de Desempeño
<b>Mejorabilidad</b>	Es una herramienta que permite evaluar y definir de manera metódica, sistemática, sistémica y con un enfoque de riesgo, los activos sobre los que una organización debe enfocar sus recursos. Ello permite que se logre el mejor uso de sus recursos, y la mejor relación costo/beneficio en la implementación de acciones de mejora y en la definición de acciones de mantenimiento sobre los activos.
<b>ECR</b>	Eliminación de causa de riesgo: Es un método sistemático de gestión de eventos no deseados dirigido a identificar, documentar y eliminar las causas raíces de estos. Se trata de un proceso basado en hechos demostrables y auditables.
<b>Matriz RACI</b>	Matriz en la cual se definen las funciones de responsabilidad, Rendición de cuentas, consulta y participación para el sistema de Gestión de Activos (Responsible, Accountable, Consulted, Informed).
<b>RCM+</b>	Mantenimiento Centrado en Confiabilidad Plus (Reliability Centered Maintenance Plus). Es un proceso sistemático que permite preservar las funciones de los activos, identificando los modos de fallas con sus causas raíces para establecer las tareas que sean efectivas y económicas que nos garantizan que nuestra instalaciones cumplan el plan estratégico del negocio.
<b>GAN</b>	Guía de Aplicación Normalizada. Es un instructivo que indica el cómo realizar las actividades de mantenimiento. En él se describen los recursos, condiciones operativas, análisis de riesgos, estrategias de mantenimiento y se describe el paso a paso de cada actividad.
<b>REM</b>	Las REM's son documentos que muestran que hay que hacer a nivel de equipos comunes.

	<p>Las rutinas estándares de mantenimiento REM's como su nombre lo indica busca estandarizar los requerimientos mínimos de mantenimiento a ejecutar por equipo, digamos, por ejemplo: líneas, transformadores, interruptores, controladores, bahías, barras, etc.</p> <p>Forman parte fundamental del gobierno corporativo del mantenimiento y el control del OPEX.</p>
<b>PMO</b>	Planned Maintenance Optimization
<b>Análisis de Criticidad</b>	<p>La criticidad es un índice de la importancia de un activo teniendo en cuenta el valor de los activos y la probabilidad y las consecuencias de fallas.</p> <p>El Análisis de criticidad define la criticidad de los activos de la empresa.</p>
<b>Taxonomía</b>	Clasificación u ordenación en grupos de cosas que tienen unas características comunes.
<b>Servidumbre</b>	La servidumbre es un gravamen sobre una superficie de terreno en la cual se emplaza la línea y la concesión eléctrica. Se considera como activo físico.
<b>Ciclo de Gestión del Conocimiento</b>	El ciclo de la gestión del conocimiento está formado por las diferentes fases por las que los datos o información tienen que pasar en una organización antes de convertirse en un activo de valor para esta.
<b>MSDS</b>	Hoja informativa sobre sustancias peligrosas (Material Safety Data Sheets).
<b>SALVO</b>	Proceso para la optimización del ciclo de vida del activo.
<b>DST</b>	Decision Support Tools. Herramienta para la toma de decisiones del ciclo de vida del activo.
<b>OSINERGMIN:</b>	Institución pública que regula la tarifa GRT, y fiscaliza a las empresas del sector eléctrico.
<b>COES</b>	Es el Comité de Operación Económica del Sistema y tiene como función coordinar la operación de corto, mediano y largo plazo del SEIN al mínimo costo, preservando la seguridad del sistema, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, así como planificar el desarrollo de la transmisión del SEIN y administrar el Mercado de Corto Plazo".

### 3. Referencias

Las siguientes referencias son relevantes para este documento de estrategia:

- PAS 55-2:2008: Guidelines for the application of PAS 55-1

- ISO 55001: 2014 – Asset Management – Management systems – Requirements.
- Plan estratégico de gestión de activos (PEGA)
- Estrategias funcionales de crear, operar, mantener, abastecer, fin de vida.
- IEC 60076-7 Power transformer
- IEC 600354 Sobrecarga de transformadores
- Estrategias funcional de creación de activos
- Estrategias funcional de operar de activos
- Estrategias funcional de mantener de activos
- Estrategias funcional de fin de vida de activos
- Procedimiento de fin vida de equipos inductivos
- Procedimiento de mejora continua
- Manual Unificado de Operación y Mantenimiento Seguros MANOMAS.
- Diseño:  
El diseño, fabricación y pruebas de los transformadores debe cumplir las prescripciones de la última edición de las siguientes normas:
  - a) Publicación IEC 60044-1: "Current transformers"
  - b) Publicación IEC 60060: "High - voltage test techniques"
  - c) Publicación IEC 60076: "Power transformers", Partes aplicables
  - d) Publicación IEC 60137: "Insulating bushings for alternating voltages above 1000 V"
  - e) Publicación IEC 60214: "On-load tap changers"
  - f) Publicación IEC 60296: " Fluids for electrotechnical applications - Unused mineral insulating oils for transformers and switchgear "
  - g) Publicación IEC 60076-7: "Loading guide for oil immersed power transformers"
  - h) Publicación IEC 60422: " Mineral insulating oils in electrical equipment - Supervision and maintenance guidance "
  - i) Publicación IEC 60475: "Method of sampling liquid dielectrics" Publicación IEC 60214-2: "Application guide for on-load tap changers"
  - j) NEMA PUB.TR1: "Transformers, Regulators and Reactors"
  - k) Publicación ASTM Designation D3487: "Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus"
  - l) Fundiciones de acero. ASTM A 27: "Especificaciones para fundiciones de acero al carbón de baja y mediana resistencia"
  - m) Placas de acero (para partes de bajo esfuerzo). ASTM A 283: "Especificaciones para placas de acero al carbón de resistencia baja e intermedia de calidad estructural"
  - n) Acero estructural. ASTM A 36: "Especificaciones para el acero estructural"
  - o) Placas de acero (para partes portadoras de esfuerzo importantes) ASTM A 285: "Especificaciones para láminas de tanques a presión de resistencia baja e intermedia"
  - p) Acero hecho en horno eléctrico. ASTM A 345: "Especificaciones para láminas lisas de acero hechas en horno eléctrico para aplicaciones magnéticas"

- q) Cobre electrolítico. ASTM B 5: "Especificaciones para alambre en barras, pastas, planchas, lingotes y barras de cobre electrolítico"
- r) Tubos (intercambiadores de calor). ASTM B111: "Especificaciones para tubos de cobre y aleaciones de cobre sin costura y su almacenamiento. Aleación de cobre No. 715"
- s) Accesorios de tuberías. ASTM B 16.5: "Bridas de tubos de acero y accesorios embreadados"
- t) Papel aislante. ASTM D 1305: "Papel y cartón para aislamiento eléctrico"
- u) Para soldaduras de partes sometidas a esfuerzos principales, las calificaciones de los procesos de soldadura, los equipos y los operarios estarán de acuerdo con las normas equivalentes a los requisitos de "ASME Boiler and Pressure Vessel Code" o a "AWS Standard Qualification Procedure", u otra norma aprobada a elección del Contratista.
- Mantenimiento y evaluación del transformador de potencia
  - a) IEC 61198:1993. Aceite mineral, métodos para la determinación de 2-Furanos y componentes relacionados.
  - b) IEC 62697-1:2012. Método para cuantificar y determinar el azufre corrosivo y componentes usados en aislamiento líquido. (DBDS)
  - c) IEEE C57.140:2006 Guía para la evaluación y reacondicionamiento de líquido inmerso en transformadores de potencia.
  - d) IEEE C57.125:2005: Guía para la investigación, documentación y análisis de transformadores de potencia y reactores paralelos.
  - e) IEEE C57.104:2008 Guía para interpretación de gases generados en aceite de transformadores.
  - f) IEEE C57.115:1991 Guía para carga de aceite mineral para transformadores mayores a 100MVA.
  - g) IEEE C57.91-2011: Guía para la carga de aceite inmerso.
  - h) IEEE C57.115-1991. Guía de aceites minerales.
  - i) IEC 60076-7 Power transformer
  - j) IEC 600354 Sobrecarga de transformadores

## 4. Situación actual de los activos

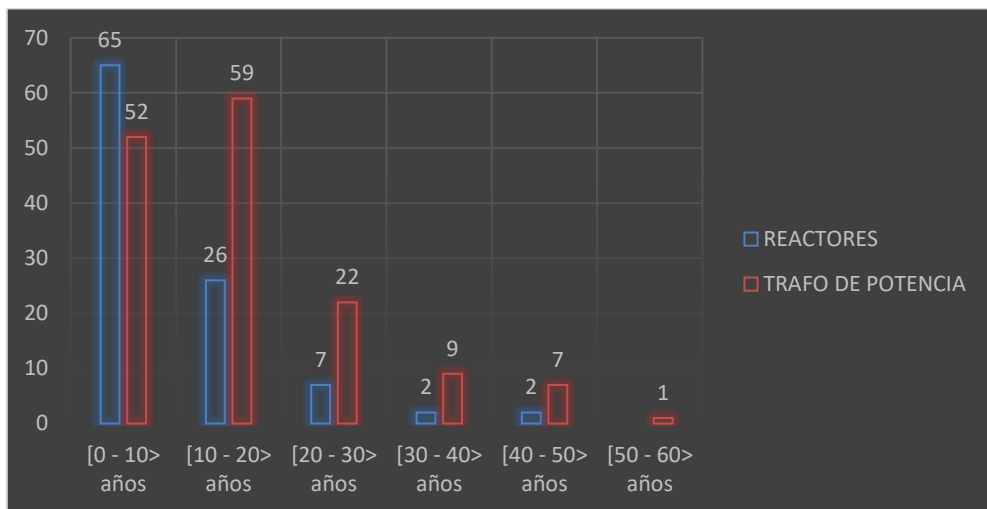
### 4.1 Clasificación de transformadores

Los transformadores y reactores de potencia en REP, CTM y ISP se clasifican de la siguiente forma:



➤ **Perfil de edad:**

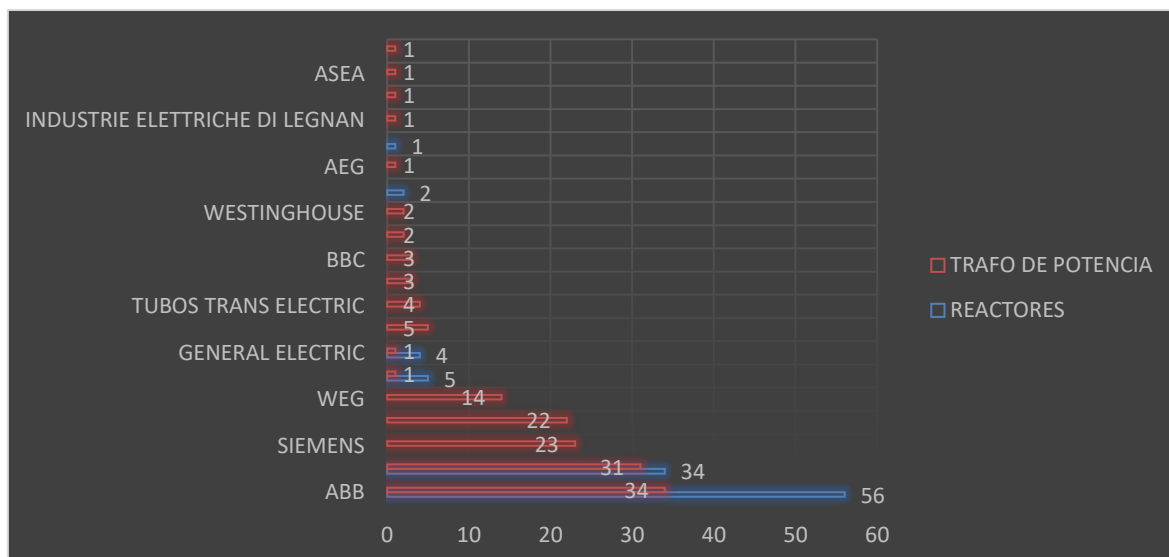
Tabla 2	Equipos Inductivos		
Rango de Edades	REACTORES	TRAFO DE POTENCIA	Total general
[0 - 10> años	65	52	117
[10 - 20> años	26	59	85
[20 - 30> años	7	22	29
[30 - 40> años	2	9	11
[40 - 50> años	2	7	9
[50 - 60> años		1	1
<b>Total general</b>	<b>102</b>	<b>150</b>	<b>252</b>



**Estadística hasta agosto 2023: Tablero BI – EVA DGM**

➤ **Por Fabricante:**

Tabla 3	Equipos Inductivos		
Fabricantes	REACTORES	TRAFO DE POTENCIA	Total general
ABB	56	34	90
CROMPTON GREAVES	34	31	65
SIEMENS		23	23
HYOSUNG		22	22
WEG		14	14
ALSTOM	5	1	6
GENERAL ELECTRIC	4	1	5
ALSTHOM ATLANTIQUE		5	5
TUBOS TRANS ELECTRIC		4	4
HYUNDAI		3	3
BBC		3	3
TOSHIBA		2	2
WESTINGHOUSE		2	2
GENERAL ELECTRICA ESPAÑOLA	2		2
AEG		1	1
NISSIN ELECTRIC	1		1
INDUSTRIE ELETTRICHE DI LEGNAN		1	1
FUJI ELECTRIC		1	1
ASEA		1	1
TRAFO T		1	1
<b>Total general</b>	<b>102</b>	<b>150</b>	<b>252</b>



**Estadística a octubre 2022: Tablero BI – EVA DGM**

## 4.2 Incorporación de equipos inductivos

En los próximos 10 años se planea reemplazar los transformadores y reactores indicadas en la tabla 1. El criterio utilizado para estimar su reemplazo es el índice de salud se utilizó como referencia las buenas prácticas registradas en la norma de CIGRE A 761:

La exactitud del año de reemplazo se estimó utilizando las herramientas de gestión de activos con visión de **costo, riesgo y desempeño** a lo largo de su ciclo de vida.

**Tabla 1: Cantidad de transformadores y reactores a reemplazar en 10 años**

UbicacionTecnica	Fabricante	Criticidad	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032
MARC010REA04-REACT	Italtrafo	C		1										
MARC010REA03-REACT	Italtrafo	C			1		1							
CHMB500REA20-REACT-R	Crompton	B					1							
TRJL500REA21-REACT-T	Crompton	B						1						
TRJL500REA21-REACT-RES	Crompton	B												
CHMB500REA18-REACT-RES	Crompton	B												
TRUJ220TRF12-AUTOT	Westinhouse	B						1						
SNIC060TRF23-TRAFO	BBC	B					1							
CHMB500REA20-REACT-T	Crompton	B							1					
CHMB500REA18-REACT-R	Crompton	B							1					
TRJL500REA21-REACT-R	Crompton	B								1				
SNIC060TRF21-TRAFO	BBC	B								1				
CHMB500REA18-REACT-S	Crompton	B									1			
CHMB500REA19-REACT-S	Crompton	B									1			
CHMB500REA19-REACT-T	Crompton	B										1		
CHMB500REA19-REACT-R	Crompton	B										1		
TRJL500REA21-REACT-S	Crompton	B											1	
CHMB500REA18-REACT-T	Crompton	B											1	
CARA500REA17-REACT-R	Crompton	B									1			
CARA500REA17-REACT-S	Crompton	B										1		
CARA500REA17-REACT-T	Crompton	B											1	
CARA500REA17-REACT-RES	Crompton	B												
CHMB500REA20-REACT-S	Crompton	B												1
AZAN138REA14-REACT	Crompton	B												1
SNIC060TRF22-TRAFO	BBC	B												1

El costo operacional futuro estimado de las inversiones requeridas es aproximadamente de 20 Millones de dólares.

### 4.3 Desempeño actual de equipos

#### ➤ Calificación de equipos:

En los siguientes cuadros se muestra la calificación de la condición de los transformadores y reactores, en el que se aprecia 36 transformadores cuestionados y 23 reactores cuestionados. El criterio de calificación de condición **del equipo** utilizado es, **(0: Pérdida funcional, 1: Crítica, 2: Riesgosa, 3: Seguimiento y 5: Condición normal)**.

### TRANSFORMADORES:

EQUIPOS				
COND_STR	A	B	C	Total
0		1	1	2
1		2		2
2	1	26	5	32
3	4	37	2	43
5		45	22	67
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>111</b>	<b>30</b>	<b>146</b>

Estadística hasta agosto 2023: Tablero BI – EVA DGM

### REACTORES:

EQUIPOS			
COND_STR	B	C	Total
1	7		7
2	14	2	16
3	26	1	27
5	29	22	51
<b>Total</b>	<b>76</b>	<b>25</b>	<b>101</b>

Estadística hasta agosto 2023: Tablero BI – EVA DGM

➤ **Estadística de modos de fallas en avisos N2, N4 (Transformadores y Reactores)**

Modo de falla Homologado	Cuenta de Aviso	%
Resumen de aceite	114	34.65%
Averia componentes electricos	69	20.97%
Averia protecciones mecasicas	42	12.77%
Silicagel Saturada	40	12.16%
Gases Hidrocarburos	20	6.08%
Averia componentes mecanicos	12	3.65%
Averia Sensores	10	3.04%
Falla aislamiento interno	5	1.52%
PUNTOS CALIENTES EN CONEXIONES	5	1.52%
OTROS	4	1.22%
Alta Humedad y Baja Rigidez Dielectrica	4	1.22%
Averia sistema de respiración	2	0.61%
Averia sistemas de Refrigeración	1	0.30%
Bajo aislamiento de cableado	1	0.30%
<b>Total general</b>	<b>329</b>	<b>100.00%</b>

Estadística hasta agosto 2023: Tablero BI – EVA DGM

➤ **Perfil de carga de los transformadores**

Actualmente en REP no se sobrecargará los transformadores de potencia.

El aumento de temperatura observable de los transformadores o de sus partes deberá determinarse de acuerdo con la Publicación IEC 60076-2, con las correcciones requeridas por las condiciones ambientales del sitio. El aumento de temperatura debe referirse a la combinación de carga y derivación para las cuales las pérdidas totales son mayores, como también para las temperaturas ambientales establecidas para el sitio de operación

Tabla 6  
Evaluación de cargabilidad, criterios

Edad del equipo	Contenido de humedad del aceite.	Rigidez dieléctrica de los transformadores de potencia	Capacidad de sobre carga.
0-10 años	<1%	>70kV	120% por 2 horas
11-30 años	<1%	>50kV	120% por 2 horas
>30 años	<2%	>50kV	100%
0-10years	>1%<3%	<70>50kV	120% por 2 horas.
11-30years	>1%<3%	<50>70kV	100%
>30years	>3%	>50kV	<100%

Así mismo, cada transformador tiene características propias con la que debe ser evaluado.

#### 4.4 Principales Riesgos actuales

Los principales riesgos que se tienen actualmente:

1. Equipos Crompton con diversos defectos de diseño/montaje y baja confiabilidad. Hay un plan de mejoramiento/corrección, sin embargo existe el riesgo de tener problemas no detectados aun.
2. Hay equipos de reserva que no han sido probados y no tienen plan de mantenimiento asociado.
3. Hay transformadores que ya están cerca al 100% de carga, sin capacidad de respaldo al ante fallas.
4. Los sistemas contraincendios están observados debido a su procedencia y tecnología.

#### 5. Estrategia de ciclo de VIDA

El ciclo de vida de los transformadores y reactores de potencia está basado en la siguiente cadena:



##### 5.1 Creación de activos

Existen unas especificaciones corporativas de normalización de equipos.

La estrategia de creación de los activos marca una tendencia nueva en la creación de activos para la empresa, sin embargo en temas específicos de equipos inductivos, se requiere entre otras acciones:

1. Mejorar la participación de Operación y mantenimiento en todas las etapas de la creación de activos, esto es coordinado por el “dueño del activo”
2. Definir la asignación de responsabilidades en toda la etapa de creación de activos.
3. La documentación y especificaciones normalizadas de ISA para el desarrollo de la ingeniería se debe adecuar a las necesidades de la empresa:

- a. Adecuación a medio ambiente más agresivo. Esto requiere más precisión en las especificaciones tomando en cuenta para el diseño la ubicación final del activo.
- b. Ceñirse a los alcances establecidos en los anexos de los contratos de concesión.
- c. Estandarizar el diseño de ingeniería de protección, control y comunicaciones de equipos.
- d. Los transformadores de corriente deben estar acorde a los equipos a proteger.
- e. La intercambiabilidad y conexión rápida de fases debería evaluarse desde la construcción.
- f. Se considerarán los repuestos (unidades) disponibles en almacén o en Subestaciones en la toma de decisiones sobre equipos/repuestos a comprar en proyectos. Esto podría reducir el costo de inversión.
- g. Algunos requerimientos de estandarización se deberían evaluar:
  - i. Uso de cambiadores de toma en tecnología en vacío.
  - ii. Uso de secado de aceite en línea
  - iii. Uso de desecadores libres de mantenimiento
  - iv. Los transformadores deben venir con mando sincronizado, donde el sistema lo requiera, para evitar problemas de tensión durante su energización con la consecuente desconexión de cargas.
  - v. Instalar reactores en lugares donde se requieran para evitar estar desconectando líneas para regular tensión.
  - vi. Los reactores deben ingresar con la inserción automática implementada.

### ***Figura del “dueño” de proyecto***

La estrategia de creación aprobada implica la figura del dueño del activo cuyas funciones y acciones se resumen como:

- Mejorar gestión de riesgos con visión del ciclo de vida.
- Incluir conceptos de Costo Riesgo Desempeño en el ciclo de vida.
- Mejorar interacción entre empresas REP e ISA.
- Asegurar la lógica e implementación de RACI para CREAR.
- Mejorar gestión de cartas fianzas y de garantías.
- Asegurar un correcto control de cambio.

## **5.2 Operación de activos:**

REP opera sus activos buscando maximizar la disponibilidad de estos para cumplir con el esquema de calidad vigente.

Se espera una vida de los equipos de 42 años, para lo cual se deben cumplir condiciones de operación y mantenimiento.

Con la finalidad de alinear el proceso de Operar el Sistema de Transmisión de Energía con los requerimientos de Gestión de Activos, se define el cumplimiento de los siguientes lineamientos generales:

- 1. Operar los equipos acorde a sus condiciones de cargabilidad, índice de salud y criticidad.**

2. **Dar cumplimiento a los requisitos legales, regulatorios y normativos relacionados con el proceso, acorde a lo establecido en la Política de Gestión de Activos.**
3. **Entregar el equipo regulador automático de tensión (conmutador bajo carga) funcionando para poder adecuarnos a las exigencias del regulador.**
4. **Verificar antes de la puesta en servicio la funcionalidad de los ventiladores para que funcione en ONAN.**

### 5.3 Mantenimiento de activos:

#### 5.3.1 Planear el mantenimiento

Como consigna primordial del Mantenimiento en la Empresa, se privilegia el Mantenimiento Predictivo que no genere interrupciones a la Operación, a través del monitoreo continuo al Sistema y de la intervención oportuna de los equipos cuando realmente se requiere.

A los transformadores se les realiza un mantenimiento periódico definido en la aplicación de las Rutinas Estándar de Mantenimiento (REM) con criterios de diagnóstico normalizados (estandarizados) y con la Información Operativa (número de maniobras, corrientes de corto, tiempos de operación, etc), de forma que reflejen la disponibilidad operativa (e incluso las restricciones para su operación) y el nivel de riesgo para el Sistema.

La definición de las frecuencias se establece de acuerdo al ambiente y desempeño operacional de los equipos definidas en el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad, para las modificaciones en la frecuencia se debe realizar mediante el uso de las herramientas DST.

En función de los resultados obtenidos en el mantenimiento, se plantea la necesidad de realizar las intervenciones y su nivel de profundidad, y se realiza la priorización de las actividades a partir de su criticidad sobre la disponibilidad.

El mantenimiento de los Equipos y sus accesorios se planea en función de la Regulación Eléctrica vigente en el país y se retroalimenta luego de que se presentan cambios en dicha regulación.

Adicionalmente se hace referenciamiento periódico con empresas líderes (nacionales e internacionales) del sector, en metodologías de mantenimiento, modos de falla y desempeño de equipos.

Se tiene definidos los criterios para realizar los Planes de Mantenimiento en función de las siguientes variables:

- Edad de los equipos.



- Vigencia de garantías de fábrica.
- Lugar de instalación del Equipo.
- Tecnología.
- Operación del equipo.

Se han documentado y estandarizado los tiempos requeridos para las principales actividades de mantenimiento, en función de la cantidad de equipos, estado de los activos, recursos, entre otros.

Para garantizar la eficacia del trabajo de mantenimiento, se ponen en práctica las siguientes directrices:

- Se recopila toda la información documental e histórica de los equipos a ser intervenidos (planos, pruebas, manuales, etc) y son analizados para planear correctamente las actividades.
- El personal calificado realiza previamente una inspección en sitio, con el objetivo de determinar la condición real de los equipos y sus accesorios, la cual incluye el monitoreo de los sistemas de control, de forma que se tenga información confiable para la toma de decisiones.
- Se han analizado alternativas para realizar inspecciones “no invasivas” en los Equipos y que no se requiera abrir los Equipos.
- Se potencia la utilización de sistemas de información para la recopilación en línea de la información del desempeño de los equipos y obtener el reporte de fallas presentadas en tiempo real.
- Se realiza un Plan de Trabajo detallado en el que se incluye el listado de actividades que se van a realizar, los recursos humanos que van a participar y el listado de herramientas que se van a utilizar,

Las tareas de mantenimiento en REP para los interruptores está definida de la siguiente manera:

Clave Modelo	Descripción Clave Modelo	Frec	Aplica
TRF-030	TRF: Revisión conexión en cajas de CT's	12A	Todos
TRF-077	TRF: Inspección de puentes de conexión a tierra.	12A	Todos
TRF-075	Patronamiento de medidor de temperatura y verificación del gradiente	12A	Todos
TRF-074	TRF: Prueba funcional del relé de presión súbita	12A	Todos
TRF-076	TRF: Revisión de sistema de contención de aceite	12A	Todos

Clave Modelo	Descripción Clave Modelo	Frec	Aplica
TRF-003	TRF: Análisis de Gases y Humedad	1A	1A Crompton - REP - CTM DTS - ISAP y Clientes y al mes de la POC si no hay análisis desde la puesta en servicio.
TRF-004	TRF: Mover cambiador	3A	Todos excepto en OLTCs MR.
SUB-028	SUB: Termografía en Subestaciones	1A	Todos
TRF-028	TRF: Mantenimiento Cambiador de Tomas	50.000 oper	Sólo si tuvo 50,000 operaciones despues del mismo mantenimiento (TRF-028)
TRF-028	TRF: Mantenimiento Cambiador de Tomas	8A	(***)Sin filtrado en línea. 8A en: - Chimbote TAC-04 - Guadalupe T13-261 - Huacho T34-261 - Piura T32-261 - Trujillo Norte AT12, AT31, T29 No aplica a OLTC en vacio.
TRF-028	TRF: Mantenimiento Cambiador de Tomas	6A	(***)Sin filtrado en línea. 6A en: en todos, exepto la lista que se muestra y requieren una frecuencia 8A: - Chimbote TAC-04 - Guadalupe T13-261 - Huacho T34-261 - Piura T32-261 - Trujillo Norte AT12, AT31, T29. No aplica a OLTC en vacio.
TRF-028	TRF: Mantenimiento Cambiador de Tomas	12A	(***)Con filtrado en línea. También pude ser cuando el equipo tiene 75.000 oper.
TRF-028	TRF: Mantenimiento Cambiador de Tomas	75.000 oper	(***)Con filtrado en línea. Sólo si tuvo 75,000 operaciones despues del mismo mantenimiento (TRF-028)
OTR-003	Inspección Operativa	1M	
TRF-089	Inspección de hermeticidad de OLTC	1A	

Clave Modelo	Descripción Clave Modelo	Frec	Aplica
TRF-092	TRF: Insp. mecanismo accionamiento OLTC	1A	
TRF-095	TRF: Inspección del conservador del OLTC	1A	
TRF-094	TRF: Análisis aceite de ruptor en vacío	4A empezando año 2	Sólo ABB (hum, rigidez, DGA)
OTR-005	Limpieza de aisladores	1A	Ver Hoja "Mantto del aislamiento en SSEE" Aplica en bujes sin grasa o sin goma silicona de la costa y minas (Chilca, Carabaylo, etc). Se deben engomar.
TRF-028	Mantenimiento Cambiador de Tomas	>300,000 operaciones	
TRF-096	TRF: Sustitución del conmutador de vacío	>600,000 operaciones (**)	Sólo ABB
TRF-090	Mantenimiento del selector del OLTC	>1'200,000 operaciones	Sólo MR
TRF-091	Cambio del cuerpo insertable ruptor	>1'200,000 operaciones	Sólo MR
TRF-099	TRF: Sustitución de conmutador y su caja	>1'200,000 operaciones (**)	Sólo ABB
TRF-098	TRF: Sustitución del selector de tomas	>1'500,000 operaciones (**)	Sólo ABB
TRF-007	TRF: Análisis furanos en aceite	1A	(***)Todos, una vez durante el primer año de servicio, y a partir del noveno año 3A.
TRF-052	TRF: Análisis del aceite del ruptor	12A (a 6A del manto.del OLTC)	Con unidad de filtrado en línea. Se ejecuta después de 35,000 operaciones o a 6 años de realizado el mantenimiento del OLTC, lo que ocurra primero.

Clave Modelo	Descripción Clave Modelo	Frec	Aplica
TRF-052	TRF: Análisis del aceite del ruptor	8A (a 4A del manto.del OLTC)	(***) En algunas unidades sin filtrado en línea la frecuencia es 8A y se ejecuta después de las 25,000 operaciones o 4 años de realizado el mantenimiento del aceite (incluye cambio del aceite), este mantenimiento de aceite es de frecuencia 8A. Aplica en: 4A despues en: - Guadalupe T13-261 - Huacho T34-261 - Piura T32-261 - Trujillo Norte AT12, AT31, T29.
TRF-052	TRF: Análisis del aceite del ruptor	6A (a 3A del manto.del OLTC)	(***) En unidades sin filtrado en línea la frecuencia es 6A y se ejecuta después de las 25,000 operaciones o 3 años de realizado el mantenimiento del aceite (incluye cambio del aceite), este mantenimiento de aceite es de frecuencia 6A. y No aplica en: - Guadalupe T13-261 - Huacho T34-261 - Piura T32-261 - Trujillo Norte AT12, AT31, T29.
OTR-003	Inspección Operativa	1M	Todos
TRF-088	TRF: Lavado en frio de radiadores y ventiladores	2A	(****) Sólo trafos de SE San Nicolas DT Sur
TRF-079	TRF: Análisis de contenido de azufre corrosivo	3A	Todos, única vez a los 3A
OTR-004	Siliconado de aisladores	3A	En bujes siliconados de la costa y minas (Chimbote, Trujillo, La Niña, Marcona,etc). Dependiendo del costo se sugiere engomar
TRF-007	TRF: Análisis furanos en aceite	3A	(***)Todos, una vez durante el primer año de servicio, y a partir del noveno año 3A.
TRF-078	TRF: Análisis físico químico del aceite	3A	Todos

Clave Modelo	Descripción Clave Modelo	Frec	Aplica
TRF-087	TRF: Prueba factor de potencia devanado	3A	(***)Marca: Crompton 3A; en el resto 6A
TRF-011	TRF: Prueba factor de potencia buje	6A	(***)Sólo en bujes capacitivos: <500 kV, 6A. - 3A/6A
TRF-001	TRF: Revisión general	6A	Todos
TRF-009	TRF: Rev. general sistema refrigeración	6A	Sólo Transformadores
TRF-015	TRF: Revisión puesta a tierra	6A	Todos
TRF-016	TRF: Revisión protecciones mecánicas	6A	Todos
TRF-017	TRF: Revisión empaquetaduras prot. mec.	6A	Todos
TRF-061	TRF: Revisión cableado protecc mecánicas	6A	Todos
TRF-085	TRF: Revisión conexiones del terciario	6A	En conectores donde no aplica termografía
TRF-016	Revisión protecciones mecánicas	6A	Incluye al relé de flujodel OLTC.
TRF-082	TRF: Ajuste borneras de TC's en tablero	6A	Todos
TRF-087	TRF: Prueba factor de potencia devanado	6A	(***)Marca: Todos 6A, excepto los Crompton 3A
TRF-003	TRF: Analisis de Gases y Humedad	6M	6M Crompton - CTM DTN - CTM DTC

El mantenimiento actual está basado en GAN (guías de acción normalizadas) y estas estarán acompañadas por rutinas estándar de mantenimiento (REM), siendo la GAN un documento detallado.

Actualmente las REM están en revisión, las que están en uso son las REM de inspecciones operativas.

El mantenimiento actual está definido de la siguiente manera:

### Tareas predictivas

- Inspección operativa mensual a cargo del Asistente de subestación (ver tabla 1)
- Inspección termográfica de conectores anual
- Análisis de Gases y Humedad del aceite 6M/1A
- Análisis físico químico del aceite 3A
- Análisis furanos en aceite en año 1 y 3A>10A
- Prueba factor de potencia buje 3A/6A

- Revisión general y del sistema de refrigeración 6AO
- Inspección de puestas a tierra 6A
- Revisión de empaques y cableado de protecciones mecánicas 6A
- Revisión conexión en cajas de CT's 12A
- Revisión del sistema de contención de aceite 12A

Tabla 1: Inspecciones operativas

Funcionamiento termómetros
Condición Ventiladores y/o Bombas Aceite
Condición Radiadores
Comp. Electr. Control Sist. Enfriamiento
Condición Relés Electromecánicos
Fuga Aceite Aislante
Estado Silica Gel
Nivel de Aceite Conservador P/pal
Ingreso Animales a Gabinetes
Calefacción Defectuosa Gabinetes
Empaquetadura Puertas Gabinetes
Nivel de Aceite Bujes
Estado Porcelanas Bujes
Conexiones Bujes Terciario Expuestas
Componentes Eléctricos Mando OLTC
Componentes Mecánicos Mando OLTC
Presión Filtrado en Linea OLTC
Comp.Electr.Control.Filtrado OLTC
Señal de mando control OLTC
Nivel de Aceite Conservador OLTC
Contador de Operaciones Mando OLTC
Contador de Operaciones Filtrado OLTC
Voltaje Remanente DC Protección Mecánica

#### Mantenimiento basado en frecuencia

- Aplicación de grasa silicona en bujes cada 3 años o limpieza anual.
- Lavado en frio de transformador/reactor Crompton 1A/2A/3A
- Mantenimiento del cambiador de tomas 6A/8/12/15 A
- Ajuste borneras de TC's en tablero 6A

#### Búsqueda de falla

- Prueba funcional del relé de presión súbita 12A
- Revisión de protecciones mecánicas 12A
- Patronamiento de medidor de temperatura y verificación del gradiente 12A

#### Mantenimiento correctivo y a condición

- Pintado de transformadores/reactores.
- Regeneración de aceite.
- Cambio de bujes.
- Corrección de fugas de aceite/cambio de empaques.

- Cambio de accesorios.
- Tratamiento de aceite por humedad.
- Corrección de puntos calientes en conectores.
- Correctivos en protecciones mecánicas.
- Cambio de sílica gel.

#### Áreas por mejorar:

1. Generación de plan de simulación de planes de contingencia de manera sistemática
2. Revisión/actualización/sistematización de protocolo de diagnóstico de equipos ante alarmas y equipos cuestionados
3. Desarrollar una tabla de perfil de cargabilidad de los transformadores, considerando salud, edad, etc. Esta tabla debe ser incorporada a manual de operaciones y ser actualizada cada vez que haya un cambio de condiciones.

#### Manejo de fallas y defectos

Las fallas funcionales (que normalmente conducen a una desconexión automática al sistema) y los defectos (no conformidades encontradas durante la operación y mantenimiento) serán corregidas de manera segura y a tiempo. Estas deben ser registradas en el sistema correspondiente y las acciones correctivas o preventivas serán identificadas según procedimiento de mejora continua.

Se debe de considerar la difusión de los modos de falla o defectos a los involucrados en las etapas del ciclo de vida del activo.

#### Planes de contingencia

Los planes de contingencia ante la falla de transformadores, en la red de 500 KV se cuenta con una fase de repuesto en cada Subestación, en la red de 220 se tiene normalmente transformadores en paralelo, que pueden reducir el impacto de la falla en función de su cargabilidad, existen casos donde la capacidad de reserva instalada es muy baja, estando algunos de esos casos con proyectos de expansión.

Los repuestos requeridos para emergencias deberán ser evaluados por costo riesgo desempeño y mantenidos de manera adecuada.

Hoy existen unos Planes de Continuidad del Negocio, que buscan:

- En los simulacros desarrollados por Gestión de Continuidad del Negocio se tiene la práctica de incorporar en los simulacros los equipos inductivos con mayor riesgo para el sistema.
- Estas prácticas permiten anticiparse a eventos no deseados y tener una respuesta más rápida y segura.
- Sostenibilidad del negocio en el largo plazo.
- Alta capacidad para reaccionar y recuperarse frente a desastres.
- Minimiza las pérdidas de la organización a consecuencia de la interrupción de sus actividades.

#### 5.3.2 Ejecutar el mantenimiento

Para garantizar la eficacia del trabajo de mantenimiento y la disponibilidad de los Equipos, se ponen en práctica las siguientes directrices:

- Se siguen los procedimientos normalizados para controlar todas las actividades que se desarrollan.

- Se ejecutan los controles a los riesgos de Seguridad y Salud en el Trabajo y Gestión Ambiental que se definieron en las correspondientes matrices.
- Se cumplen las directrices de mantenimiento suministradas por los fabricantes de los Equipos.
- El personal calificado para ejecutar el Mantenimiento completa su Plan de Formación y Capacitación mediante las siguientes acciones:
  - La asistencia a las sesiones de Entrenamiento y/o capacitaciones que realizan los fabricantes de los Interruptores durante el montaje de estos,
  - La aprobación de los cursos para obtener y mantener su habilitación para Trabajar en Alturas de acuerdo con la legislación vigente,
  - El estudio de la documentación asociada a la ejecución de las tareas de mantenimiento,
  - El conocimiento detallado de la información técnica de los Equipos, sus accesorios y su historial de desempeño.
  - La asistencia a las sesiones de capacitación internas y externas, en temas especializados en Seguridad y Salud en el Trabajo, y Gestión Ambiental.
- Una vez terminado el Mantenimiento, se documentan las lecciones aprendidas y se determina la necesidad de modificar o completar los procedimientos. Adicionalmente se registran en SAP, los valores de condición del Equipo registrados en los puntos de medida.

### 5.3.3 Evaluar el mantenimiento

- Dado que uno de los objetivos primordiales del Mantenimiento es que ningún equipo quede “cuestionado” para seguir en operación de acuerdo con su criticidad para el Sistema, se realizan pruebas para validar la calidad del Mantenimiento ejecutado. Adicionalmente, se determina la aplicación de los procedimientos homologados, el cumplimiento de las listas de chequeo, la correcta utilización de los recursos, la manipulación de equipos y herramientas calibradas, entre otros.
- Como medida de seguimiento, se tienen implementados Indicadores de Gestión para validar el cumplimiento de los Planes de Mantenimiento.
- Si alguna actividad definida en el Plan no se realiza, se reprograma para otra intervención planeada, en función de su criticidad (riesgo) y se crean en SAP los avisos de dicha actividad faltante para efectos de seguimiento.
- Cuando se van a realizar intervenciones que no están documentadas en los Planes de Mantenimiento, se sustentan en función de los análisis operativos y de condición.
- Se determina el índice de calificación de cada equipo, con lo cual se definen los requerimientos de mantenimiento correctivo. La actualización de la calificación se realiza cada vez que se tienen nueva información para diagnosticar la condición. Adicionalmente, se calcula el Índice de Salud de cada equipo inductivo, con el cual se definen los equipos candidatos a ser renovados.
- Cuando se presenta una falla de alto impacto según la Guía se realiza el análisis de Eliminación Causa de Riesgo –ECR– con el fin de evaluar la causa y prevenir potenciales fallas en otros Equipos. Adicionalmente, se estructura un plan de acción con su respectivo seguimiento de implementación.

### Condición de los activos

En REP se cuenta con una calificación de la condición del estado en una escala Licker:

- 5 Buen estado
- 3 Seguimiento



- 2 Cuestionado
- 1 Crítico
- 0 Fuera de servicio

Los criterios para la evaluación de la condición de los activos se encuentran detallados en el Anexo I.

## Índice de salud

El objetivo principal del índice de salud es poder cuantificar técnicamente, el grado de deterioro de sus componentes y poder estimar un plan de inversión a corto y largo plazo con los equipos que se determinen que están cerca de su fin de ciclo de vida.

Se ha seleccionado variables las cuales clasificamos como variables determinantes en los equipos Inductivos.

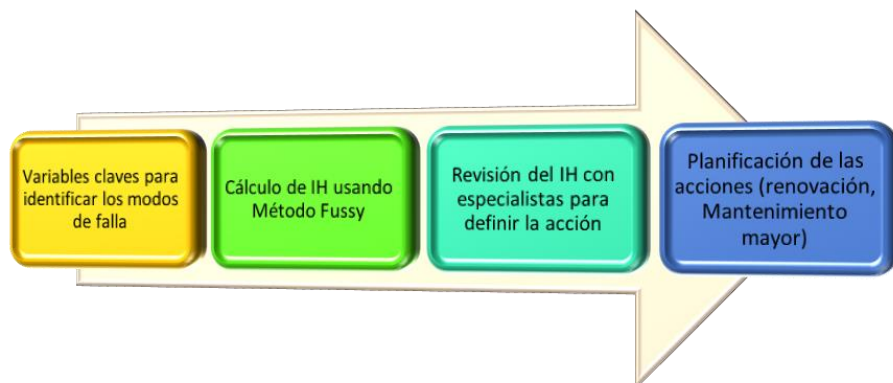
El criterio para seleccionar estas variables fue:

- Parámetros críticos que impactan en el estado de salud del Equipo inductivo.

Variables seleccionadas y parametrización triangular Fuzzy:

FamiliaEquipo	Variable	Descripción	Nivel	X1	X2	X3
INDUCTIVOS	CO	Monóxido Carbono	Mbueno	0	200	400
INDUCTIVOS	CO	Monóxido Carbono	Bueno	300	600	900
INDUCTIVOS	CO	Monóxido Carbono	Pobre	800	1400	1800
INDUCTIVOS	CO	Monóxido Carbono	Mpobre	1400	1800	9000
INDUCTIVOS	H2	Hidrógeno	Mbueno	0	50	100
INDUCTIVOS	H2	Hidrógeno	Bueno	50	100	200
INDUCTIVOS	H2	Hidrógeno	Pobre	150	250	600
INDUCTIVOS	H2	Hidrógeno	Mpobre	500	800	35000
INDUCTIVOS	C2H4	Etileno	Mbueno	0	50	100
INDUCTIVOS	C2H4	Etileno	Bueno	50	100	150
INDUCTIVOS	C2H4	Etileno	Pobre	100	250	350
INDUCTIVOS	C2H4	Etileno	Mpobre	300	400	2000
INDUCTIVOS	C2H2	Acetileno	Mbueno	0	1	2
INDUCTIVOS	C2H2	Acetileno	Bueno	1	2	3
INDUCTIVOS	C2H2	Acetileno	Pobre	2	7	12
INDUCTIVOS	C2H2	Acetileno	Mpobre	9	23	1000
INDUCTIVOS	GP	Grado de Polimerización	Mbueno	700	850	1500
INDUCTIVOS	GP	Grado de Polimerización	Bueno	450	700	800
INDUCTIVOS	GP	Grado de Polimerización	Pobre	250	350	550
INDUCTIVOS	GP	Grado de Polimerización	Mpobre	0	250	350
INDUCTIVOS	HI	Índice de Salud	Mbueno	3	4	5
INDUCTIVOS	HI	Índice de Salud	Bueno	2	3	4
INDUCTIVOS	HI	Índice de Salud	Pobre	1	2	3
INDUCTIVOS	HI	Índice de Salud	Mpobre	0	1	2

### Flujograma del ciclo de cálculo del IH:



Después del proceso de cálculo se validan los resultados con los especialistas de campo para definir acciones, estas se definen en una columna según la tabla siguiente.

DECISIONES	CARACTERÍSTICA
POA	Reemplazo de equipos según el indicador de calculo
M-MAYOR	Realizar Mantenimiento mayor según el indicador de cálculo y proceder hacer reinicio de reloj
CAMBIO PARTES	Realiza el cambio de la parte dañada y proceder hacer reinicio de reloj
SEGUIMIENTO	Realizar pruebas según el indicador de calculo

Los niveles de Índice de salud determinados por el proyecto de Gestión de Activos los cuales serán utilizados para calificar cada criterio son:

HI. Nivel de Índice Salud	Condición	Tiempo de reemplazo	Color
1	Muy Pobre	0-2 años	Rojo
2	Pobre	2-5 años	Marrón
3	Bueno	5-10 años	Amarillo
4	Muy bueno	>10 años	Verde

Donde los tiempos de intervención no consideran los tiempos durante el proceso de adquisición, compra y entrega del equipo en Sitio.

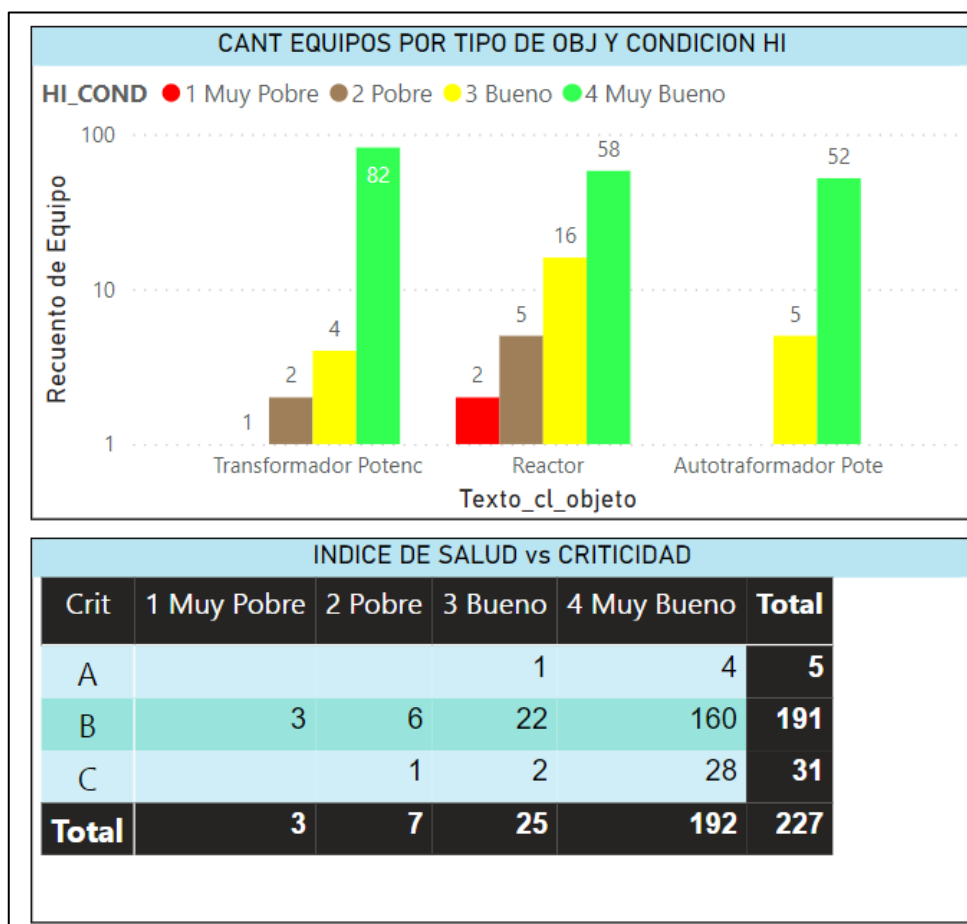
Los modos de falla que no puedan ser monitoreados mediante una prueba o inspección, o fallas repentinas como explosión o daño inminente del activo, serán considerados como

índice de salud “1” y son equipos que deben reemplazar de inmediato y no entran dentro de un análisis de índice de salud.

Otros factores que desencadena un análisis de reemplazo de activos y no hacen parte del alcance del índice de salud para los equipos inductivos son mantenibilidad, requisitos normativos, reducción de ingresos, restricciones operativas, imagen o intangibles entre otros.

Para la determinación del índice de salud bajo el criterio de condición técnica, se debe tener en cuenta el preámbulo que los equipos son reparables y la decisión de cambiar un equipo inductivo por su condición debe involucrar variables adicionales como el inventario de repuestos y costos de reparación.

Partiendo de los modos de falla de un equipo inductivo por los cuales se deba cambiar un componente o el equipo completo se podría realizar el análisis técnico-económico si el equipo inductivo se repara o se renueva por uno nuevo.



Estadística hasta agosto 2023: Tablero BI – EVA DGM

## Mejora continua

La mejora continua se logrará de manera sistemática acorde a la revisión anual de la Mejorabilidad y al análisis de mejoramiento de los sistemas a los cuales pertenezcan los equipos, mediante el uso de métodos como el ECR y el MCC según la naturaleza del caso. Siendo esta la vía proactiva, existe una vía reactiva la cual se activaría ante la ocurrencia o riesgos de eventos no deseados.

## Metas por cumplir

Explicar metas y tiempos sobre la implementación de esta estrategia:

- Tener planes de renovación por CRD a 5, 10 años
- Revisar el plan de salud para tal fecha
- Actualizar las REM de equipos inductivos
- Identificar los malos actores
- Mejorar los planes de contingencia
- Revisión/actualización/sistematización de protocolo de diagnóstico de equipos ante alarmas y equipos cuestionados
- Etc.

Deben estar alineadas a documentos superiores y no tener conflicto con otras metas de distintos departamentos, en caso de existir diferencias usar proceso SALVO para la toma de decisiones

## 5.4 Renovación de activos

Plan de renovación de activos a través de los procesos el POA (Capex) correspondiente a la responsabilidad de los activos asignados a la Gerencia de Operación y Mantenimiento.

La elaboración del Capex está orientado a la elaboración del plan de renovación de equipos de las sociedades REP, CTM, ISAP. Considerando su nuevas concesiones y ampliaciones.

En esta oportunidad se ha detallado a nivel de activos (equipos) y proyectos para su desarrollo en la renovación.

El periodo se ha considerado en esta ocasión desde 2018 hasta el 2048, en general también se ha considerado el fin de concesión caso de REP y ISAP

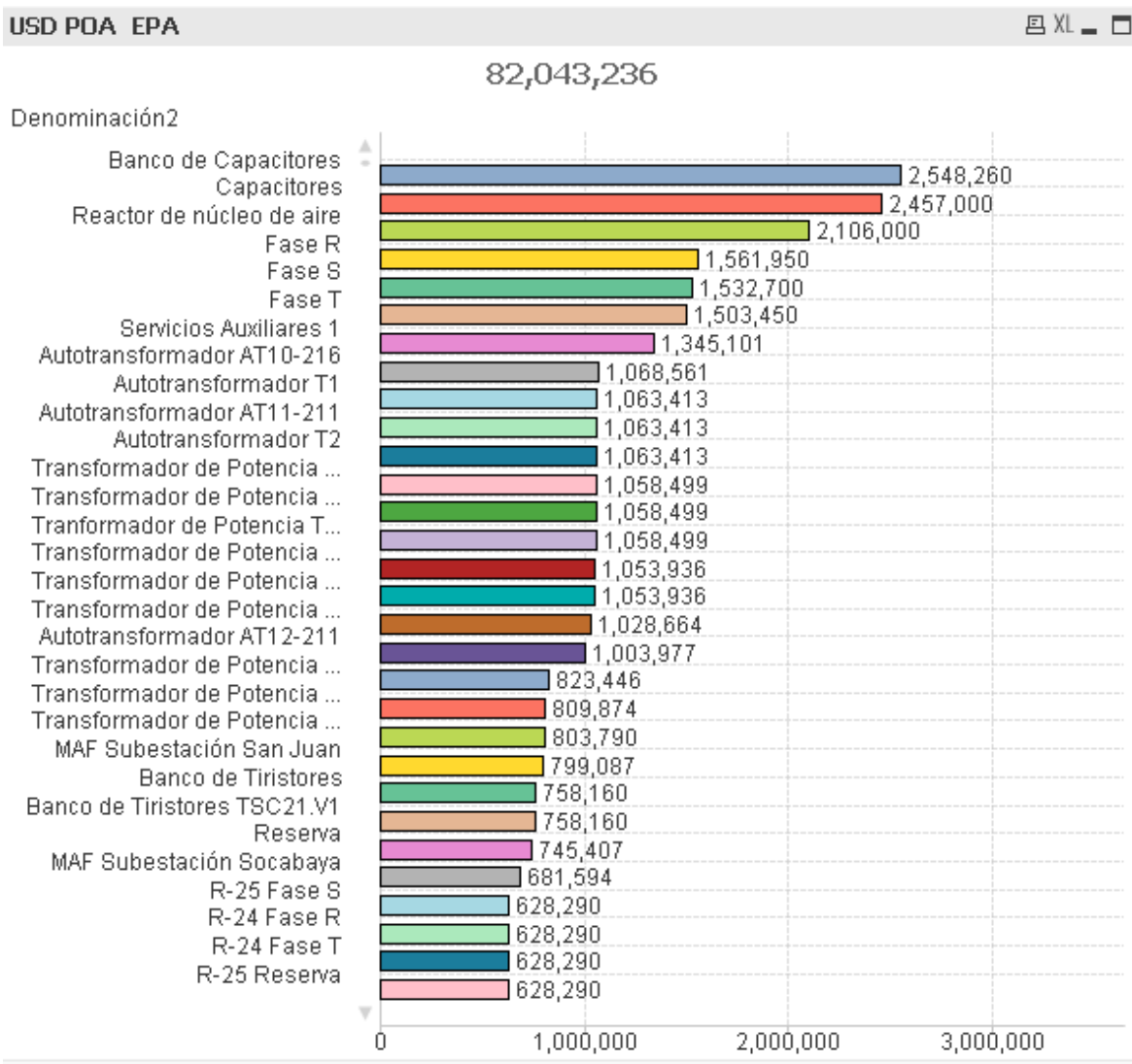
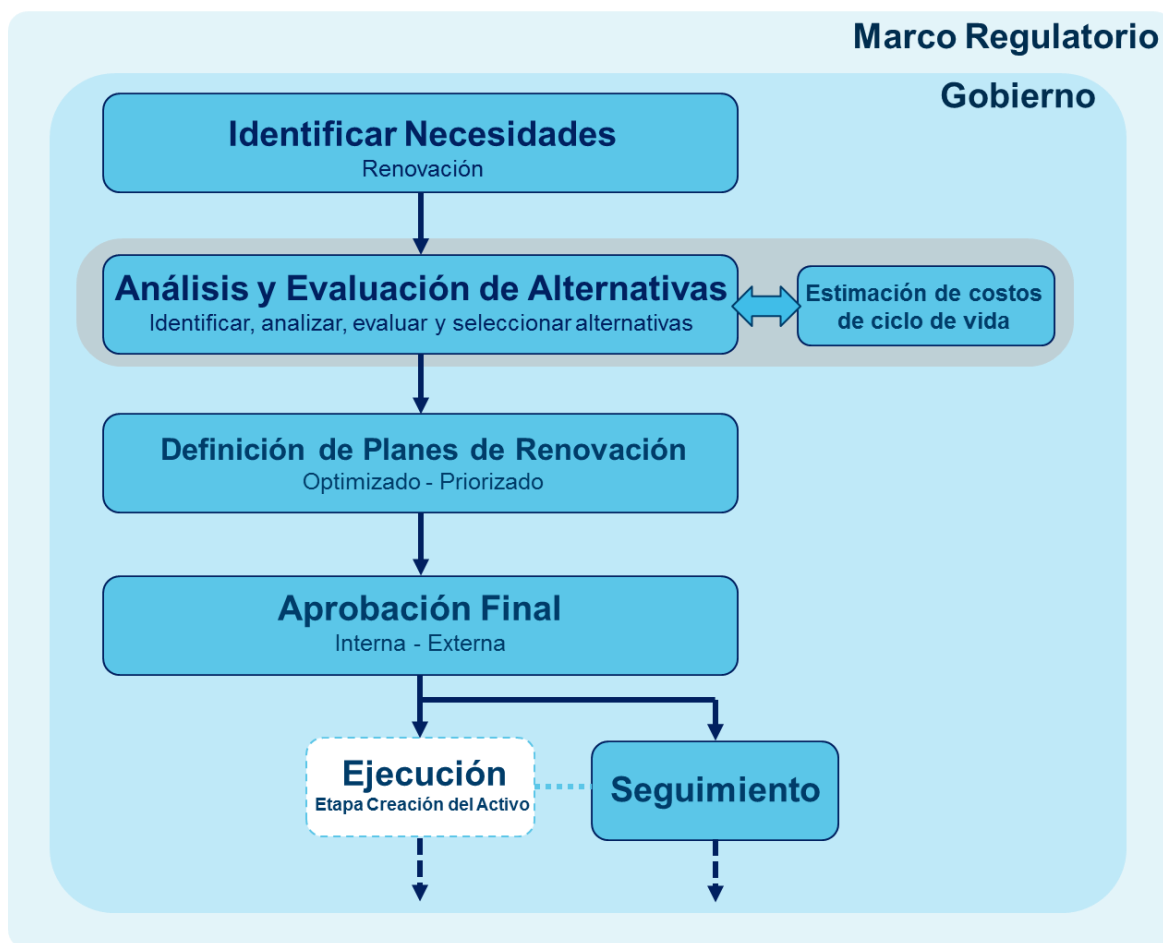


Figura 5: Plan de renovación hasta fin de la concesión

## 5.5 Disposición final de activos

La estrategia de fin de vida de los activos está basada en una estrategia de fin de vida y en un procedimiento de evaluación.

El proceso por seguir es el siguiente:



Mayor detalle está disponible en la estrategia y procedimiento específico de fin de vida.

## ANEXO 1: REGLAS DE DIAGNOSTICO “EQUIPOS” INDUCTIVOS

Punto de medida	Tensión	VAL	COD	Calificación	Tipo	Unidad
Acetileno C2H2		$x < 2$		5	DGA	ppm
Acetileno C2H2		$2 \leq x < 6$		3	DGA	ppm
Acetileno C2H2		$6 \leq x < 12$		2	DGA	ppm
Acetileno C2H2		$x \geq 12$		1	DGA	ppm
Calificación del equipo		0		0		
Calificación del equipo		1		1		
Calificación del equipo		2		2		
Calificación del equipo		3		3		
Calificación del equipo		4		4		
Calificación del equipo		5		5		
Calefacción Defectuosa Gabinetes			1	3		
Calefacción Defectuosa Gabinetes			2	5		
Comp. Electr. Control Sist. Enfriamiento			1	5		
Comp. Electr. Control Sist. Enfriamiento			2	3		
Comp. Electr. Control Sist. Enfriamiento			3	5		
Comp/tes Eléctricos-Inst/tos Riesgo Aver			2	5		
Comp/tes Eléctricos-Inst/tos Riesgo Aver			1	3		
Comp/tes Electrónicos IDD - Riesgo Aver			2	5		
Comp/tes Electrónicos IDD - Riesgo Aver			1	3		
Comp/tes Mecánicos Riesgo Avería			2	5		
Comp/tes Mecánicos Riesgo Avería			1	3		
Condición Radiadores			1	5		
Condición Radiadores			2	3		
Condición Radiadores			3	2		
Condición Relés Electromecánicos			1	5		
Condición Relés Electromecánicos			2	3		
Condición Relés Electromecánicos			3	2		
Condición Relés Electromecánicos			4	2		
Condición Relés Electromecánicos			5	2		
Condición Ventiladores y/o Bombas Aceite			1	5		
Condición Ventiladores y/o Bombas Aceite			2	3		
Condición Ventiladores y/o Bombas Aceite			3	3		
Condición Ventiladores y/o Bombas Aceite			4	2		
Condición Ventiladores y/o Bombas Aceite			5	2		
Contenido de 2 Furfuraldehido		$x \leq 500$		5	FUR	ppB

Punto de medida	Tensión	VAL	COD	Calificación	Tipo	Unidad
Contenido de 2 Furfuraldehido		500 < x <= 1500		3	FUR	ppB
Contenido de 2 Furfuraldehido		1500 < x <= 2000		2	FUR	ppB
Contenido de 2 Furfuraldehido		x >= 2000		2	FUR	ppB
Contenido de Humedad	x < 72.5	x <= 20		5	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	72.5 <= x < 170	x <= 10		5	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x >= 170	x <= 10		5	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x < 72.5	21 <= x <= 29		3	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	72.5 <= x < 170	11 <= x <= 19		3	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x >= 170	10 <= x <= 14		3	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x < 72.5	30 <= x <= 39		2	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x < 72.5	x >= 40		2	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	72.5 <= x < 170	20 <= x <= 29		2	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	72.5 <= x < 170	x >= 30		2	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x >= 170	15 <= x <= 19		3	AFQ	ppm
Contenido de Humedad	x >= 170	x >= 20		2	AFQ	ppm
Dióxido de Carbono CO2		x < 9000		5	DGA	ppm
Dióxido de Carbono CO2		9000 <= x <= 14000		3	DGA	ppm
Dióxido de Carbono CO2		14000 <= x <= 18000		2	DGA	ppm
Dióxido de Carbono CO2		x > 18000		1	DGA	ppm
Empaquetadura Puertas Gabinetes			1	5		
Empaquetadura Puertas Gabinetes			2	3		
Empaquetadura Puertas Gabinetes			3	5		
Estado Porcelanas Bujes			1	5		
Estado Porcelanas Bujes			2	2		
Estado Porcelanas Bujes			3	2		
Estado Silica Gel			1	5		
Estado Silica Gel			2	3		
Etano C2H6		x <= 150		5	DGA	ppm
Etano C2H6		150 < x <= 250		3	DGA	ppm
Etano C2H6		250 < x <= 450		2	DGA	ppm
Etano C2H6		x > 450		1	DGA	ppm
Etileno C2H4		x <= 100		5	DGA	ppm
Etileno C2H4		100 < x <= 200		3	DGA	ppm
Etileno C2H4		200 < x <= 400		2	DGA	ppm
Etileno C2H4		x > 400		1	DGA	ppm
Factor de Potencia 100 Grados		x <= 3		5	AFQ	%
Factor de Potencia 100 Grados		3 < x < 4		3	AFQ	%
Factor de Potencia 100 Grados		x >= 4		2	AFQ	%
Factor de Potencia a 25 Grados		x <= 0.1		5	AFQ	%



Punto de medida	Tensión	VAL	COD	Calificación	Tipo	Unidad
Factor de Potencia a 25 Grados		$0.1 < x < 0.3$		3	AFQ	%
Factor de Potencia a 25 Grados		$x \geq 0.3$		2	AFQ	%
Factor de Potencia 10kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$x \leq 0$		3	ELE	%
Factor de Potencia 10kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$0 < x \leq 0.5$		5	ELE	%
Factor de Potencia 10kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$0.5 < x < 0.8$		3	ELE	%
Factor de Potencia 10kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$0.8 \leq x < 1$		2	ELE	%
Factor de Potencia 10kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$x \geq 1$		1	ELE	%
Factor de Potencia 2.5kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$x \leq 0$		3	ELE	%
Factor de Potencia 2.5kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$0 < x \leq 0.5$		5	ELE	%
Factor de Potencia 2.5kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$0.5 < x < 0.8$		3	ELE	%
Factor de Potencia 2.5kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$0.8 \leq x < 1$		2	ELE	%
Factor de Potencia 2.5kV CH Factor de Potencia 10kV CHL Factor de Potencia 10kV CHT Factor de Potencia 10kV CL Factor de Potencia 10kV CLT Factor de Potencia 10kV CT		$x \geq 1$		1	ELE	%
Fuga Aceite Aislante			1	1		
Fuga Aceite Aislante			2	2		

Punto de medida	Tensión	VAL	COD	Calificación	Tipo	Unidad
Fuga Aceite Aislante			3	3		
Fuga Aceite Aislante			4	5		
Funcionamiento Termómetros			1	5		
Funcionamiento Termómetros			2	3		
Funcionamiento Termómetros			3	2		
Grado de Polimerización papel		$x \geq 500$		5	FUR	GP
Grado de Polimerización papel		$380 \leq x < 500$		3	FUR	GP
Grado de Polimerización papel		$x < 380$		2	FUR	GP
Hidrógeno H2		$x \leq 100$		5	DGA	ppm
Hidrógeno H2		$100 < x \leq 200$		3	DGA	ppm
Hidrógeno H2		$200 < x < 1800$		2	DGA	ppm
Hidrógeno H2		$x \geq 1800$		1	DGA	ppm
Indice de Color		$x \leq 1$		5	AFQ	
Indice de Color		$1 < x \leq 2.5$		3	AFQ	
Indice de Color		$2.5 < x \leq 4$		2	AFQ	
Indice de Color		$x > 4$		1	AFQ	
Ingreso Animales a Gabinetes			1	3		
Ingreso Animales a Gabinetes			2	5		
Metano CH4		$x \leq 350$		5	DGA	ppm
Metano CH4		$350 < x < 600$		3	DGA	ppm
Metano CH4		$600 \leq x < 1000$		2	DGA	ppm
Metano CH4		$x \geq 1000$		1	DGA	ppm
Monóxido de Carbono CO		$x < 900$		5	DGA	ppm
Monóxido de Carbono CO		$900 \leq x < 1400$		3	DGA	ppm
Monóxido de Carbono CO		$1400 \leq x < 1800$		2	DGA	ppm
Monóxido de Carbono CO		$x \geq 1800$		1	DGA	ppm
Nitrógeno N2		$x \geq 0$		5	DGA	ppm
Nivel de Aceite Bujes			1	5		
Nivel de Aceite Bujes			2	2		
Nivel de Aceite Bujes			3	5		
Nivel de Aceite Conservador P/pal			1	5		
Nivel de Aceite Conservador P/pal			2	3		
Nivel de Aceite Conservador P/pal			3	2		
Nivel de Aceite Conservador P/pal			4	5		
Número de Neutralización		$x \leq 0.05$		5	AFQ	ppm
Número de Neutralización		$0.05 < x \leq 0.10$		3	AFQ	ppm
Número de Neutralización		$x > 0.1$		2	AFQ	ppm
Oxígeno O2		$x \geq 0$		5	DGA	ppm
Rigidez Dieléctrica ASTM1816-b		$x \geq 50$		5	AFQ	kV

Punto de medida	Tensión	VAL	COD	Calificación	Tipo	Unidad
Rigidez Dieléctrica ASTM1816-b		$40 \leq x < 50$		3	AFQ	kV
Rigidez Dieléctrica ASTM1816-b		$x < 40$		2	AFQ	kV
Temp Aceite Superior Equipo en Muestreo		$x > 0$		5		
Temperatura Muestra Aceite		$x > 0$		5		
Tensión Interfacial		$x \geq 32$		5	AFQ	
Tensión Interfacial		$28 \leq x < 32$		3	AFQ	
Tensión Interfacial		$x < 28$		2	AFQ	
Capacitancia CH Capacitancia CHL Capacitancia CHT Capacitancia CL Capacitancia CLT Capacitancia CT		$x \leq 5$		5	ELEC	%
Capacitancia CH Capacitancia CHL Capacitancia CHT Capacitancia CL Capacitancia CLT Capacitancia CT		$5 < x \leq 8$		3	ELEC	%
Capacitancia CH Capacitancia CHL Capacitancia CHT Capacitancia CL Capacitancia CLT Capacitancia CT		$8 < x \leq 10$		2	ELEC	%
Capacitancia CH Capacitancia CHL Capacitancia CHT Capacitancia CL Capacitancia CLT Capacitancia CT		$x > 10$		1	ELEC	%
Severidad por termografía		5		5		
Severidad por termografía		3		3		
Severidad por termografía		2		2		
Severidad por termografía		1		1		
Comp/tes Mecánicos Riesgo Avería			2	5		
Comp/tes Mecánicos Riesgo Avería			1	2		
Ingreso animales			2	5		
Ingreso animales			1	3		
Inspección visual general			1	5		
Inspección visual general			2	3		
Inspección visual general			3	2		
Indice de Polarización		$x \geq 1.5$		5		UNIDAD
Indice de Polarización		$1 \leq x < 1.5$		3		UNIDAD
Indice de Polarización		$x < 1$		2		UNIDAD
Medida Resistencia Aislamiento		$x \geq 12.5$		5		Mohmio
Medida Resistencia Aislamiento		$x < 12.5$		3		Mohmio
Resistencia a Diez Minutos		$x \geq 12.5$		5		Mohmio
Resistencia a Diez Minutos		$x < 12.5$		3		Mohmio

Punto de medida	Tensión	VAL	COD	Calificación	Tipo	Unidad
Resistencia a Un minuto		$x \geq 12.5$		5		Mohmio
Resistencia a Un minuto		$x < 12.5$		3		Mohmio
Componentes Eléctricos Mando OLTC			1	5		
Componentes Eléctricos Mando OLTC			2	3		
Componentes Eléctricos Mando OLTC			3	5		
Componentes Mecánicos Mando OLTC			1	5		
Componentes Mecánicos Mando OLTC			2	3		
Componentes Mecánicos Mando OLTC			3	3		
Componentes Mecánicos Mando OLTC			4	2		
Componentes Mecánicos Mando OLTC			5	5		
Contador de Operaciones Mando OLTC		$x > 0$		5		
Contador de Operaciones Mando OLTC		0		3		
Numero de operaciones OLTC		$x > 0$		5		
Numero de operaciones OLTC		0		3		
Nivel de Aceite Conservador OLTC			1	5		
Nivel de Aceite Conservador OLTC			2	5		
Nivel de Aceite Conservador OLTC			3	3		
Nivel de Aceite Conservador OLTC			4	5		
Presión Filtrado en Linea OLTC			1	5		
Presión Filtrado en Linea OLTC			2	5		
Presión Filtrado en Linea OLTC			3	3		
Señal de mando control OLTC			1	5		
Señal de mando control OLTC			2	5		
Señal de mando control OLTC			3	3		
Comp.Electr.Control.Filtrado OLTC			1	5		
Comp.Electr.Control.Filtrado OLTC			2	3		
Comp.Electr.Control.Filtrado OLTC			3	5		
Medida de Resistencia Ohmica		$x \leq 5$		5	ELEC	
Medida de Resistencia Ohmica		$5 < x \leq 10$		3	ELEC	%
Medida de Resistencia Ohmica		$>10$		2	ELEC	%
Tip Up Capacitancia		$0 \leq x \leq 0.05$		5		Unidades
Tip Up Capacitancia		$0.05 < x \leq 0.08$		3		Unidades
Tip Up Capacitancia		$0.08 < x \leq 0.1$		2		Unidades
Tip Up Capacitancia		$x > 0.1$		1		Unidades