

**TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ**

INGENIERÍA ELÉCTRICA

**Materia:
Residencia Profesional**

Trabajo a realizar:

Pruebas eléctricas a Autotransformadores y Transformadores de potencia de la Zona de Transmisión Villahermosa, para realizar análisis de resultados y tendencias históricas, con el fin de diagnosticar su estado operativo

**Alumno:
Montero Velázquez Manuel Alberto**

**Asesor:
Julio Enrique Megchún Vázquez**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, a 30 de Enero del 2020

INDICE

Agradecimientos.....	1
Resumen.....	2
Introducción.....	3
Descripción de la empresa y puesto o área del trabajo del estudiante.....	4
Problemas a resolver.....	5
Objetivos.....	6
Antecedentes.....	7
Estado del arte.....	8-10
Diagrama de bloques.....	11-12
Marco teórico.....	13
1.1.-Definición y Clasificación de las subestaciones.....	13
1.2-Transformadores y Autotransformadores de Potencia.....	13-14
1.3.-Principio de Funcionamiento de un Transformador.....	15-16
1.4.-Definición de un Autotransformador.....	16
1.5.-Principio de Funcionamiento de un Autotransformador.....	16
1.6.-Partes de un Autotransformador.....	20-21
1.7.-Clasificación de Transformadores.....	22-23
Desarrollo.....	23-53
Resultados.....	54-222
Conclusiones.....	223
Recomendaciones.....	224
Experiencia personal profesional adquirida.....	225
Competencias desarrolladas.....	226
Fuentes de información.....	227

Agradecimientos

En agradecimiento para todos mis seres queridos, a todas las personas que han formado parte de mi vida y me han hecho crecer como, hijo, hermano, amigo, familiar, estudiante y más importante como ser humano.

Especial agradecimiento a mis padres, los cuales siempre han luchado junto a mí, para poder darme una educación placentera, gracias a sus esfuerzo que han hecho, con lo cual me han ayudado tanto monetariamente como educacionalmente, mis padres son las personas más importantes en mi vida junto a mi hermana, donde ellos forman parte de un entorno donde son irremplazables y me hacen seguir luchando, aprendiendo y esforzándome para llegar a ser una mejor persona y poder culminar así mis estudios, mis padres han estado en todas las etapas de mi vida, cada una de ellas ha sido importante en su manera me han enseñado cosas en esa etapa que me han forjado como un ser humano, con conciencia, a darle prioridad a cosas importantes, a nunca infravalorar a las persona, a cuidar de mí mismo como así de las demás personas.

De igual manera así les agradezco a todas las personas que han pasado por mi vida, ya que cada una de ellas ha dejado algo de enseñanzas en mí. Por eso mismo les agradezco a todos ellos desde las personas más importantes que son mi familia, hasta las personas que solo tal vez han pasado por unos instantes de mi vida, porque así aprendí muchas cosas, aprendí de los errores, aprendí de los aciertos, aprendí de lo que no conocía y así a nunca cerrarme a nuevas perspectivas, a ser como yo quisiera.

Dando así como conclusión a una persona ya en su etapa final de la adolescencia y tal vez dando principio a una nueva etapa, donde es ser adulto, donde tendré que tener responsabilidades, donde se tendrá que enfrentar al mundo, pero sé que siempre las cosas más importantes estarán ahí para mí. Que son mi familia, con los que siempre contare el apoyo y así poder seguir adelante y así poder seguir evolucionando y tal vez llenarme de sabiduría, de amor y de compañía de nuevas personas. Concluyo con un gracias a todos y que cada una de las personas aquí mencionadas, desde mi más profundo corazón decirles que los quiero.

Resumen

Los Transformadores Eléctricos y Autotransformadores eléctricos son equipos que su principal función es la transformación de la energía eléctrica, cambiando sus valores de tensión, dependiendo de las tensiones manejadas por la empresa, con valores de 34 a 400 kV, los transformadores y autotransformadores son equipos que se encuentran instalados en las subestaciones eléctricas. Las subestaciones Eléctricas su principal función es recibir y enviar la energía eléctrica a los centros de consumo, estas pueden ser catalogadas por los siguientes tipos: Subestaciones reductoras, subestaciones elevadoras y subestaciones de maniobra.

Los transformadores eléctricos y autotransformadores eléctricos, son parte fundamental de las instalaciones ya mencionadas, y cada cierto tiempo los transformadores necesitan un mantenimiento, esto es debido a que los equipos pueden sufrir degradación, por problemas de sobrecalentamiento principalmente, para evitar esto Comisión Federal de Electricidad-Transmisión de la zona de Villahermosa, tiene el objetivo de normalizar sus estándares y así dar a estos equipos mantenimientos cada periodo de tiempo, por lo cual existen diferentes tipos de pruebas que las normalizan, y reciben el nombre de Procedimientos de subestaciones, con las cuales se pretende estandarizar y normalizar el proceso de cómo se hacen las diferentes pruebas, las pruebas principales que se hacen son:

Pruebas de Corriente de Excitación, Prueba de Resistencia Óhmica, Prueba de Resistencia de aislamiento, Prueba de Factor de potencia, entre muchas otras. Todas estas Pruebas se hacen en las subestaciones eléctricas de la zona de Villahermosa, donde para tener un mejor conocimiento de la confiabilidad y vida útil del equipo se crea un historial con graficas desde la puesta en servicio, para poder así tener un mejor análisis del estado de los transformadores y autotransformadores eléctricos, con la última finalidad de brindar un servicio de calidad y así transportar la energía eléctrica a los centros de consumo.

Introducción

Los transformadores y Autotransformadores eléctricos, son una pieza fundamental en las subestaciones, son equipos que transforman la energía eléctrica, cambiando sus valores de tensión, haciendo que estos disminuyan o se eleven, para poder dar un servicio de energía eléctrica de alta calidad a los centros de consumo que están ubicados en Villahermosa, por todo esto son considerados de mucha importancia.

Con la finalidad de que los equipos eléctricos (Autotransformadores y Transformadores) estén en óptimas condiciones, para que tengan mayor confiabilidad y una mayor vida útil del equipo, se crearon los procesos de subestaciones, que como su nombre lo dice, son procesos en el cual se hacen las pruebas eléctricas a los equipos ya mencionados, para que estos como se ha dicho estén en el mejor estado y así que el equipo trabaje a su mejor rendimiento.

Para llevar a cabo este proceso, se necesita ser consiente de información de capacitación, por lo mismo la comprensión de reglamentos de la institución de CFE-Transmisión, Zona Villahermosa, como son el capítulo 800 de seguridad e higiene y el documento de cero tolerancia, como también la comprensión de los procesos de subestaciones, todo esto con la finalidad de la creación de graficas de tendencias históricas de los transformadores y autotransformadores.

La creación de estas tendencias históricas, se hacen con la finalidad de aportar información concreta del estado de los equipos, para su disposición en un futuro, las pruebas que se presentan, son pruebas primordiales, con las que se pueden hacer un estudio mediante las gráficas o con la información recabada en los manuales de pruebas de subestaciones, pruebas como son factor de potencia, prueba de resistencia de aislamiento, prueba de resistencia óhmica, prueba de corriente de excitación, como entre muchas otras, siendo estas las primordiales que se tomaran en cuenta.

Las pruebas que se hacen al equipo, vienen regidas por un estándar de CFE, también están hechas mediante la experiencia de los trabajadores, con el fin de crear, un seguimiento en orden y sin peligro para cuando las pruebas estén siendo hechas.

Descripción de la empresa y puesto o área del trabajo del estudiante

Comisión Federal de Electricidad-Zona de Transmisión Villahermosa, es una empresa productiva subsidiaria de la Comisión Federal de Electricidad, la cual tiene como objetivo realizar las actividades necesarias para prestar el servicio público de transmisión de energía eléctrica, así como llevar a cabo, entre otras actividades, el financiamiento, instalación, mantenimiento, gestión, operación y ampliación de la infraestructura necesaria para prestar el servicio público.

El lugar en el cual estoy asignado en la Zona de Transmisión Villahermosa es de residente, en la especialidad de subestaciones. Las actividades prácticas que desempeñe fueron; administrativas y de campo, donde algunas funciones administrativas realizar fueron la elaboración de estudios de mercado para compra de equipo, participación en la elaboración de órdenes de trabajo, participación en la programación de libranzas. En relación a mi experiencia obtenida en campo fue la participación en actividades con las cuadrillas de la Zona de Transmisión Villahermosa en diferentes libranzas programadas para el mantenimiento a equipo eléctrico primario y a los transformadores de potencia.

Problemas a Resolver.

Los transformadores y autotransformadores son equipos fundamentales en la transformación de las corrientes y las tensiones generadas, por lo cual, al ser equipos de uso frecuente en las subestaciones eléctricas, tienden a tener fallas que pueden dañar al equipo. Principalmente las fallas son causadas por la radiación de calor del equipo y también por fallos causados por un mantenimiento fuera de tiempo o no apropiado en función del tiempo de trabajo de este.

Por lo anterior se diseña un sistema que permita monitorear de forma periódica para detectar posibles anomalía en el funcionamiento de estos equipos, es importante recalcar que la problemática se puede abordar de manera analítica y reforzándola mediante de sus mediciones periódicas e históricas.

Para esto se diseñó una hoja de cálculos basado en Excel con lo cual nos permite ingresar datos y así obtener graficas de barras y lineal, para saber la vida útil del equipo.

Objetivos

General

Realizar análisis de resultados y tendencias históricas brindadas por la inspección física y pruebas eléctricas de Autotransformadores y Transformadores de Potencia, para poder diagnosticar su estado operativo, con el fin de evitar fallas que deriven en pérdidas totales de equipo de transformación y con ello brindar confiabilidad en el servicio de transmisión de energía eléctrica a la Península de Yucatán.

Específicos

- Implementación de normativas para realizar tablas y graficas de pruebas eléctricas a transformadores y autotransformadores.
- Implementar un sistema de lectura y comprensión de los procedimientos de subestaciones eléctricas para aplicar en el análisis de pruebas eléctricas a transformadores y autotransformadores.
- Analizar las tendencias históricas de pruebas eléctricas de autotransformadores y transformadores; Prueba de factor de potencia, prueba de corriente de excitación, prueba de resistencia óhmica y prueba de resistencia de aislamiento para el buen funcionamiento del equipo.

Antecedentes.

En los transformadores de potencia existen fallas inusuales las cuales no son detectables a simple vista, para determinar el estado de operación actual. El objetivo de las pruebas eléctricas a autotransformadores y transformadores de potencia, es obtener información precisa del estado del equipo (Transformadores y autotransformadores), con el objetivo de poder llevar a cabo un diagnóstico, considerando los mantenimientos predictivo, preventivo y correctivo.

Los problemas que pueden llegar a presentar un transformador o autotransformador pueden ser diversas fallas, estas pueden ser desde errores de lo más mínimo, hasta posibles fallas críticas en los equipos, con lo cual para erradicar estos problemas existen los mantenimientos, los cuales se dan cada determinado tiempo para que todo esté en óptimas condiciones y para que el equipo funcione correctamente y tenga una vida útil más eficiente.

Donde el mantenimiento preventivo y correctivo de transformadores tiene como objetivo principal el mantener dichos equipos en óptimas condiciones con la finalidad de obtener al máximo su disponibilidad. Donde el mantenimiento predictivo o de diagnóstico, que se determina por inspecciones físicas, con transformadores puestos en servicio y pruebas eléctricas con transformador fuera de servicio.

Para así poder erradicar algún problema futuro, problemas que se pueden generar en un transformador y/o autotransformador, tales como fallas de corriente de excitación, de resistencia de aislamiento, de factor de potencia en devanados o de resistencia óhmicas. Para ello se realizan las pruebas específicas, las cuales determinan las posibles causas de degradación en el equipo, donde el personal mediante los resultados obtenidos realiza un análisis determinando la causa que lo produce y la corrección oportuna de la falla.

Todo con la finalidad de que el equipo funcione con una buena calidad y así su vida útil sea favorable, y opere eficientemente entregando el servicio a los usuarios y clientes potenciales que dependen del servicio.

Estado del Arte.

El Sistema Eléctrico Nacional (SEN), está constituido por centrales generadoras, líneas de transmisión y subestaciones de potencia. Esta última desempeñando una función muy importante, ya que son los nodos de entrada y salida de la energía para su envío a grandes distancias, regulación o distribución. Una subestación eléctrica es una instalación empleada para la transformación de voltaje de la energía eléctrica. . [Manual de operaciones CFE, Pag.4].

Las subestaciones son las componentes de los sistemas de potencia donde se modifica los parámetros de tensión y corriente, y se clasifican de acuerdo a su función, forma de operación y por el arreglo de buses. [Manual de operaciones CFE, Pag.8].

Las subestaciones elevadoras, se modifican los parámetros en la generación de la energía eléctrica por medio de transformadores de potencia, elevando el voltaje y reduciendo la corriente para que la potencia pueda transportarse a grandes distancias con la menor pérdida y se encuentran generalmente en las centrales eléctricas. [Manual de operaciones CFE, Pag.8].

Las subestaciones reductoras, se modifican los parámetros en la generación de la energía eléctrica por medio de transformadores de potencia, reduciendo el voltaje y aumentando la corriente para que la potencia pueda transportarse a medias distancias a través de líneas de transmisión, su transmisión, las cuales operan a bajos voltajes para su comercialización. [Manual de operaciones CFE, Pag.8].

De maniobra En este tipo de Subestaciones no se modifican los parámetros en la transmisión de la energía eléctrica, únicamente son nodos de entrada y salida sin elementos de transformación y son utilizadas como interconexión de líneas, derivaciones, conexión y desconexión de compensación reactiva y capacitiva, entre otras. [Manual de operaciones CFE, Pag.8].

El principio de funcionamiento de un transformador se explica por medio del transformador ideal monofásico, que se alimenta mediante una corriente alterna monofásica. [El ABC de las Maquinas Eléctricas, Pag.25]

El transformador es un dispositivo eléctrico, estático, que mediante un acoplamiento magnético transfiere energía de un circuito de corriente alterna a otro, a la misma frecuencia, pero modificando los valores del voltaje y corriente sin cambiar el valor de potencia. [Oscar Hinojosa Wences, Pag.6]

El autotransformador es un dispositivo eléctrico que es estático que tiene la misma función que un transformador convencional, que transmite energía eléctrica a distintos niveles de voltaje y corriente, con la diferencia que puede hacerlo mediante inducción electromagnética y también por conducción.[José Gustavo Agila Paladines, Pag.4]

Las subestaciones de potencia están constituidos por diferentes dispositivos y transformadores, que son dispositivos basados en fenómenos de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro al silicio. Y las bobinas o devanados se denominan en "Primario" y "Secundario", según a la tensión alta o baja. [Manual de operaciones CFE, Pag.23].

Se denomina transformador a una maquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, esto en el caso de un transformador ideal, Las maquinas reales presentan una pequeña perdida, dependiendo de su diseño y tamaño. [Manual de operaciones CFE, Pag.23].

Las principales parte que constituyen un transformador de potencia son el núcleo magnético, los devanados, el conmutador o cambios de derivaciones (en vacío o bajo carga), el tanque, dispositivos de enfriamiento, las boquillas y otros accesorios [Elementos de Diseño de Subestaciones. Enriquez Harper pag.27]

El transformador es un dispositivo primario que de acuerdo con su relación modifica los parámetros eléctricos, (tensión y corriente) operando como elevadores o reductores.

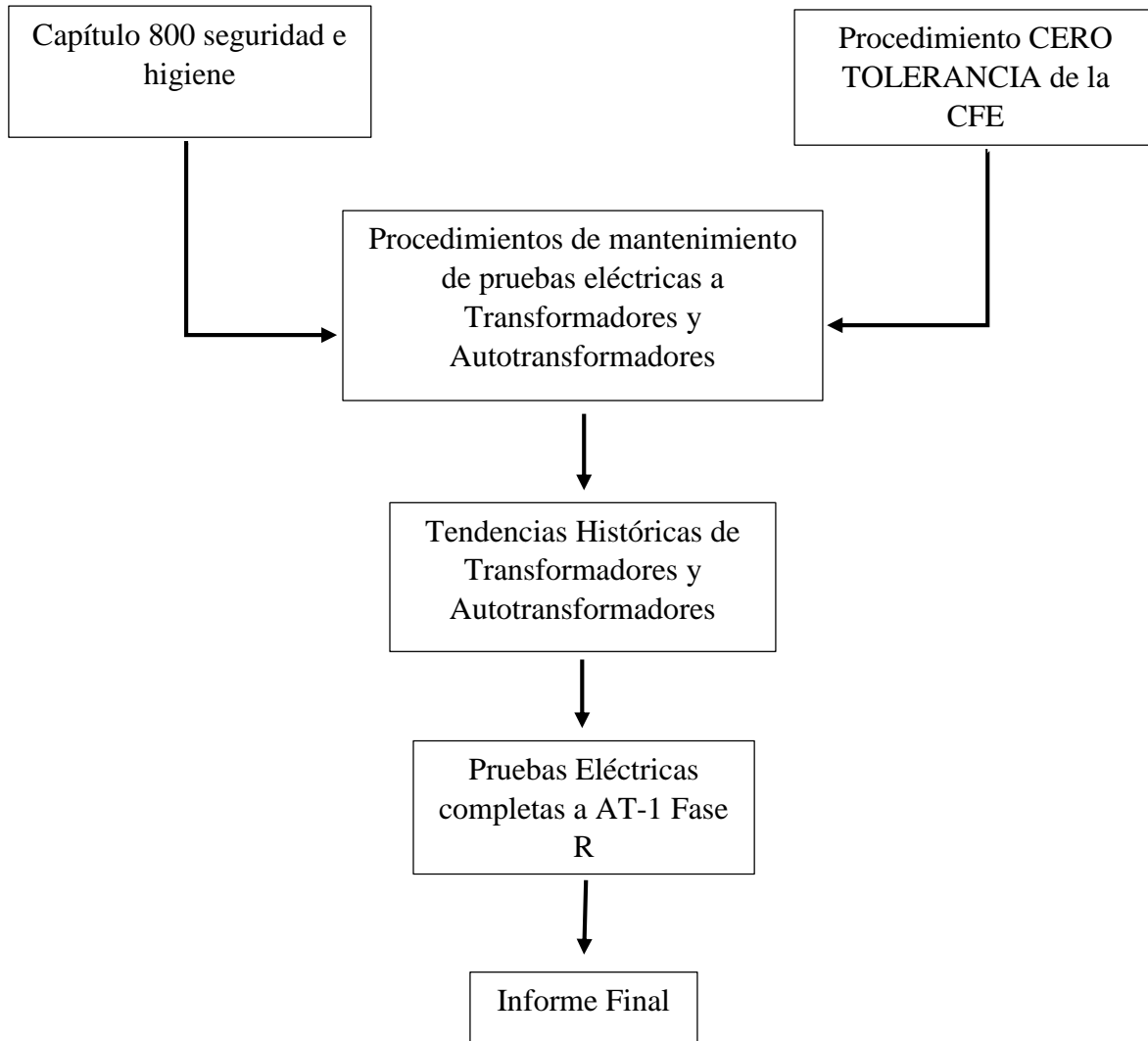
En el autotransformador, el primario y el secundario están conectados en serie, constituyendo una bobina única. Pesa menos y es más barato que un transformador y por ello se emplea habitualmente. Tiene el inconveniente de no proporcionar aislamiento galvánico entre el primario y secundario. [Manual de operaciones CFE, Pag.23].

Un autotransformador es un transformador especial que para cada una de sus fases tiene un único devanado que funciona como primario y secundario al mismo tiempo, esto se debe al pequeño valor de su tensión de cortocircuito. Al tener un solo devanado, un autotransformador es más barato que un transformador y tiene menos perdidas que se visualiza en un mejor rendimiento. [Autotransformadores, Pag.1]

El autotransformador es una bobina sobre un núcleo magnético, la cual tiene un punto intermedio, El autotransformador utiliza un solo bobinado por fase, por lo tanto se pierde el aislamiento eléctrico entre los circuitos primario y secundario. [Maquinas Eléctricas]

Las características del proyecto llegan a ser comprensibles, desde la información específica de los transformadores, características, planteamiento del trabajo, cuidados y protecciones a tener en cuenta para realizar los trabajos, mantenimiento del equipo, con los cual las ventajas del proyecto, es la alta experiencia que se puede lograr obtener, tanto en forma teórica como práctica, para que en un futuro esta experiencia pueda ser aplicada en el ámbito laboral.

Diagrama de Bloques.



Capítulo 800 seguridad e higiene.- un reglamento interno de CFE-Transmisión en el cual se explican todas las medidas de seguridad para el área de subestaciones y líneas.

Procedimiento CERO TOLERANCIA de la CFE.- formato en el cual nos describe la no toleración a conductas inapropiadas por parte de los trabajadores de la institución.

Procedimientos de mantenimiento de pruebas eléctricas a transformadores y Autotransformadores.- guías de estudio para la resolución de las pruebas, generadas en base a la experiencia y procedimientos del fabricante.

Tendencias Historias de Transformadores y Autotransformadores. Graficas con tendencias de los equipos

Pruebas Eléctricas completas a AT-1 Fase R.- mantenimiento mayor a equipo

Marco Teórico.

1.1.-Definición y clasificación de Subestaciones.

Las subestaciones son las componentes de los sistemas de potencia en donde se modifican los parámetros de tensión y corriente, sirven además de puntos de interconexión para facilitar la transmisión y distribución de la energía eléctrica y pueden clasificarse de acuerdo a su función, forma de operar y por el arreglo de buses.

Clasificación por su función.

Elevadoras.

En este tipo de Subestaciones se modifican los parámetros principales en la generación de energía eléctrica por medio de los transformadores de potencia, elevando el voltaje y reduciendo la corriente para que la potencia pueda ser transportada a grandes distancias con el mínimo de pérdidas. Son las subestaciones que generalmente se encuentran en las centrales eléctricas.

Reductoras.

En este tipo de Subestaciones se modifican los parámetros de la transmisión de la energía eléctrica por medio de transformadores de potencia, reduciendo el voltaje y aumentando la corriente para que la potencia pueda ser distribuida a distancias medias a través de líneas de transmisión, subtransmisión y circuitos de distribución, los cuales operan a bajos voltajes para su comercialización.

De maniobra.

En este tipo de subestaciones no se modifican los parámetros en la transmisión de la energía eléctrica, únicamente son nodos de entrada y salida sin elementos de transformación y son utilizadas como interconexión de líneas, derivaciones, conexión y desconexión de compensación reactiva y capacitiva, entre otras. [Manual de Operaciones CFE-Transmisión]

1.2.-Transformadores y auto transformadores de potencia.

El Sistema Eléctrico Nacional está integrado principalmente por las centrales generadoras, las líneas de transmisión y las subestaciones de potencia, desempeñando estas últimas una función muy importante ya que son los nodos de

entrada y salida de los paquetes de energía para su envío a grandes distancias, regulación o distribución, o como punto de interconexión de los productores externos una Subestación Eléctrica es una instalación empleada para la transformación de voltaje de la energía eléctrica.

Las subestaciones de potencia están constituidas básicamente, aunque no necesariamente con todos los elementos, por:

Transformadores y autotransformadores de potencia.

Los transformadores son dispositivos basados en el fenómeno de la inducción electromagnética y están constituidos, en su forma más simple, por dos bobinas devanadas sobre un núcleo cerrado de hierro al silicio. Las bobinas o devanados se denominan “primario y secundario”, según correspondan a la tensión alta o baja respectivamente. También existen transformadores con más devanados, en este caso puede existir un devanado “terciario”, de menor tensión que el secundario.

Se denomina Transformador a una máquina electromagnética que permite aumentar o disminuir el voltaje o tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de transformador ideal, esto es, sin pérdidas, es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño.

Si suponemos un equipo ideal y consideramos, simplificado, la potencia como el producto del voltaje o tensión por la intensidad, esta debe permanecer constante (ya que la potencia a la entrada tiene que ser igual a la potencia a la salida).

La razón técnica para realizar esta operación es la conveniencia de realizar el transporte de energía eléctrica a larga distancia a voltajes elevados para reducir las pérdidas resistivas ($P = I^2R$), que dependen de la intensidad de corriente.

El transformador es un dispositivo primario que, de acuerdo con su relación modifica los parámetros eléctricos, (tensión y corriente) operando como elevadores o reductores.

En los autotransformadores, el primario y secundario están conectados en serie, constituyendo un bobinado único. Pesa menos y es más barato que un transformador y por ello se emplea habitualmente. Tiene el inconveniente de no proporcionar aislamiento galvánico entre el primario y el secundario.

Transformadores de potencia. **[Manual de Operaciones CFE-Transmisión]**



Figura 1. Banco trifásico de unidad



Figura 2. Banco de Transformadores Monofásicos

1.3.-Principio de Funcionamiento de un Transformador. [25, 26, 27]

El principio de funcionamiento del Transformador, se puede explicar por medio del llamado Transformador ideal monofásico, es decir, una máquina que se alimenta por medio de una corriente alterna monofásica.

Un transformador está constituido por un núcleo de material magnético que forma un circuito magnético cerrado, y sobre de cuyas columnas o piernas se localizan dos devanados, uno denominado “primario” que recibe la energía y el otro el secundario, que se cierra sobre un circuito de utilización al cual entrega la energía. Los dos devanados se encuentran eléctricamente aislados entre sí.

El voltaje en un generador eléctrico se induce, ya sea cuando una bobina se mueve a través de un campo magnético o bien cuando el campo producido en los polos en movimiento cortan una bobina estacionaria, en ambos casos. El flujo total es

sustancialmente constante, pero hay un cambio en la cantidad de flujo que eslabona a la bobina. Este mismo principio es válido para el transformador, solo que en este caso las bobinas y el circuito magnético son estacionarios, en tanto que el flujo magnético cambia continuamente. [El ABC de las Maquinas Eléctricas]

1.4.- Definición de un Autotransformadores.

Un autotransformador es un transformador especial que para cada fase tiene un único devanado que actúa a la vez de primario y secundario. Esto es debido al pequeño valor de la tensión relativa de cortocircuito

Al tener un solo devanado para el primario y el secundario un autotransformador es más barato que un transformador convencional y, además, tiene menos pérdidas esto se refleja en un mejor rendimiento.

La tensión relativa de cortocircuito de un autotransformador es pequeña, lo cual tiene la ventaja de que en él se producen unas caídas de tensión muy bajas; pero presentan el gran inconveniente de que en el caso de producirse un cortocircuito aparecen corrientes de falla muy elevadas.

Hay autotransformadores en los que el terminal a no es fijo si no que se mueve mediante un cursor. Esto permite variar la relación de transformación del autotransformador y por lo tanto, obtener una tensión secundaria variable a voluntad. Este tipo de autotransformadores se denomina variac y en ellos el circuito magnético de cada fase suele tener forma de toro alrededor del cual está la bobina que hace de primario y secundario a la vez. [Miguel Angel Rodríguez Pozueta, Pag.1 y 2]

El autotransformador puede ser considerado como un solo bobinado por fase, por lo tanto no existe el aislamiento eléctrico entre los devanados primario y secundario. El autotransformador es un equipo eléctrico estático, que cumple las mismas funciones que un transformador tradicional, de transferir energía eléctrica a distintos niveles de voltaje y corrientes, con la diferencia de hacerlo no solo mediante inducción electromagnética sino también por conducción.

1.5.- Principio de Funcionamiento.

Para entender el autotransformador primero hay que mencionar el principio de funcionamiento del transformador tradicional. El transformador mediante inducción electromagnética transfiere voltajes y corrientes entre dos o más devanados arrollados sobre un circuito magnético común. En la figura 3, ante la presencia de una fuerza electromotriz (FEM) en el primario, se produce una corriente magnetizante I , a través de un flujo magnético que induce una FEM en cada uno de

los devanados secundarios. La FEM generada depende del número de vueltas de cada devanado y se la expresa con la ecuación 1.1 [1]

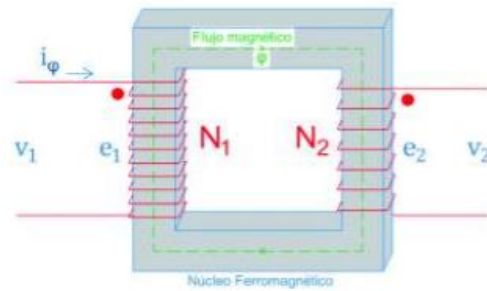


Figura 3. Principio de funcionamiento del transformador

$$e_1 = \frac{d\lambda_1}{dt} = N_1 \times \frac{d\phi}{dt}$$

Ecuación 1.1

Donde:

e_1 = Fuerza Electromotriz o voltaje inducido sobre un devanado

λ_1 = Acoplamiento de flujo inductivo del devanado primario

ϕ = Flujo en el núcleo

N_1 = Numero de vueltas en el devanado primario

Los efectos del flujo de acoplamiento o de dispersión no se consideran debido a que este flujo es un pequeño porcentaje del flujo del núcleo. En los transformadores, la resistencia es muy pequeña y la FEM inducida e_1 es muy aproximada al voltaje aplicado V_1 [1]. La configuración de onda de voltaje y el flujo son sinusoidales, de manera, si el flujo es instantáneo es:

$$\Phi = \Phi_{max} \times \text{sen } \omega t$$

Ecuación 1.2. Flujo instantáneo

El voltaje inducido es:

$$e_1 = N_1 \times \frac{d\phi}{dt} = \omega \times N_1 \times \Phi_{max} \times \text{cos } \omega t$$

Ecuación 1.3. Voltaje inducido en función del flujo máximo

Donde Φ_{max} es el valor máximo del flujo en weber, $\omega = 2\pi f$ y la frecuencia en f en Hz. La FEM inducida conduce al flujo por aproximadamente 90° eléctricos y al calcular el valor eficaz de la Ecuación 1.3. El seno de dicho angulo es uno. Por último, el valor rms del FEM inducida e_1 es:

$$E_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{2}} \times f \times N_1 \times \Phi_{max} = \sqrt{2} \times \pi \times f \times N_1 \Phi_{max}$$

Ecuación 1.4. Valor RMS del voltaje inducido

Y el flujo máximo está dado por:

$$\Phi_{max} = A_{Fe} \times B_m$$

Ecuación 1.5. Flujo del núcleo

Donde A_{Fe} es la sección del núcleo de hierro B_m es la densidad máxima del flujo. Por lo tanto la expresión del voltaje inducido en cada devanado es:

$$E_1 = \sqrt{2} \times \pi \times f \times N_1 \times A_{Fe} \times B_m$$

En este trabajo se utiliza la misma ecuación con la siguiente modificación:

$$E_1 = \times 4,44 \times f \times N_1 \times A_{Fe} \times 10^{-8}$$

Ecuación 1.6. Expresión del voltaje inducido para el diseño del autotransformador

Se agrega el factor 10^{-8} debido a que se usa las siguientes unidades:

F= frecuencia en Hz

N_1 = El número de espiras del devanado en cuestión

A_{Fe} = Sección transversal del núcleo en CM^2

B_m = Densidad máxima del flujo en Gauss

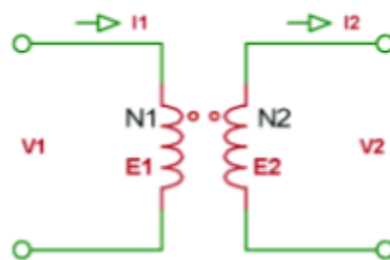


Figura 4. Transformador ideal

En un transformador ideal, figura 4, se considera una resistencia de los devanados nula, debido a que todo el flujo se limita al núcleo, vinculado ambos devanados. También que no existen pérdidas en el núcleo y que la permeabilidad del mismo es muy alta.

Cuando se aplica un voltaje V_1 en las terminales del primario, se establece un flujo en el núcleo del tal forma que la FEM e_1 iguala al voltaje aplicado. Es así que, se obtiene:

$$v_1 = e_1 = N_1 \times \frac{d\phi}{dt}$$

Ecuación 1.7. Voltaje aplicado igual al voltaje inducido del primario

El flujo también vincula al devanado secundario produciendo así una FEM e_2 y un voltaje v_2 en las terminales del secundario. Por lo tanto, también se tiene que:

$$v_2 = e_2 = N_2 \times \frac{d\phi}{dt}$$

Ecuación 1.8. Voltaje aplicado igual al voltaje inducido del secundario

De este modo la relación entre los voltajes RMS de los devanados es directamente proporcionales al número de vueltas de los mismos devanados. Así mismo, la relación entre las corrientes RMS que fluyen en cada uno de los devanados es inversamente proporcional con el número de vuelta de los devanados.

$$\alpha = \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Ecuación 1.9. Relación de transformación

El autotransformador es el mismo transformador con sus dos devanados conectados eléctricamente en serie. A uno de los devanados se le denomina común y al otro se le denomina serie y ambos transfieren energía mediante inducción y conducción. El autotransformador cumple de manera equivalente con las mismas ecuaciones del transformador. En la figura 5. Se muestra su configuración, con sus voltajes en serie V_{SE} y común V_C . Por ejemplo, en el voltaje secundario del autotransformador elevador corresponde a la suma de los voltajes del devanado primario y secundario del transformador inicial.

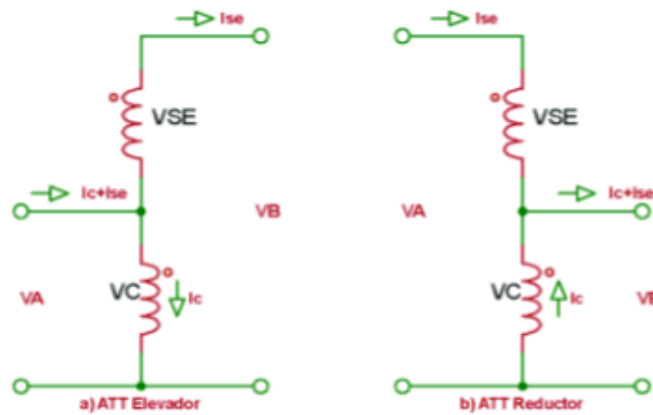


Figura 5. Conexión como autotransformador. a) Elevador y b) Reductor

Como se dijo anteriormente, el autotransformador se caracteriza por la ausencia de aislamiento galvánico entre el primario y secundario. Esta particularidad es una de sus principales desventajas, pero también le brinda una de sus principales ventajas como es el hecho de poder manejar mayor potencia que un transformador conectado en forma convencional.

1.6.-Partes de un Autotransformador.

Las partes que constituyen a un autotransformador son similares a las de un transformador tradicional, la diferencia se establece en el mayor aislamiento que se le debe dar a los bobinados que forman el autotransformador.

Núcleo

El núcleo constituye el circuito magnético del equipo de transformación, encargado de conducir el flujo magnético. Se compone de varias laminas, hojas o chapas de materiales ferromagnéticos, las cuales son apiladas una sobre otra. Este material por lo general es de acero al silicio de grano orientado y cada chapa se encuentra cubierta con un material aislante llamado carlita.

Bobinas

Las bobinas están compuestas por un determinado número de vueltas en distintas capas de un conductor eléctrico que por lo general es de cobre o aluminio. Envuelven al núcleo y se las denomina devanado de bajo voltaje y devanado de alto voltaje. Por lo general, en transformadores de gran potencia el devanado de bajo voltaje en vuelve primero al núcleo por cuestiones de uso de menor aislamiento,

mientras que el alto voltaje envuelve al de bajo voltaje, más alejado del núcleo para evitar arcos eléctricos.

A los bobinados se los conoce también por primario y secundario. El primario es el que se conecta a la fuente de alimentación mientras que el secundario, después del principio de transformación, es el que energiza la carga, cualquiera de los dos devanados puede ser identificado como de alto o bajo voltaje, en esto depende de la función para la cual fue diseñado el transformador.

Aislamiento

El aislamiento de un transformador constituye la parte no conductora. El mismo está constituido por materiales como cartón, papel diamantado, nomex o aceite. Es utilizado para evitar arcos y cortocircuitos entre capas de las bobinas, entre devanados primario y secundario entre las bobinas y el núcleo y entre y las presas de sujeción.

Entre los devanados también existen ductos, que sirven para refrigeración ya sea por aire, para transformadores secos, o por aceite para transformadores encapsulados. Estos ductos pueden ser de madera, cartón o de fibra de vidrio.

Elementos de sujeción

Se denomina elementos de sujeción a las prensas que mantienen al núcleo compacto y así evitar vibraciones de las chapas cuando entra en funcionamiento

También entre los elementos de sujeción están los herrajes que aseguran las prensas con la cuba o caja del transformador, evitando el desplazamiento del equipo dentro de la misma.

Cuba o Caja

La cuba es el recipiente metálico donde el transformador ingresa para luego ser llenado de aceite. Es por eso que la cuba se refiere a transformadores con este tipo de refrigeración, es decir, para transformadores de gran potencia.

Por el contrario para transformadores tipo seco, donde su refrigeración es por circulación de aire, se habla de cajas metálicas. Las cajas metálicas dan protección al equipo y personas que podrían accidentalmente hacer contacto con las conexiones del transformador.

[José Gustavo Agila Paladines. 4-14]

1.7.- Clasificación de Transformadores.

Por la configuración del núcleo:

- Tipo columna
- Tipo acorazado
- Tipo rectangular

Por el número de fases:

- Monofásico
- Trifásico

Por el medio de refrigeración:

- Aceite mineral y/o sintético
- Aire

Por el tipo de enfriamiento:

- ONAN
- ONAN/ONAF
- ONAN/ONAF/ONAF
- ONAN/OFAF/OFAF
- FOW
- KNAN
- KNAF

Por el tipo de conexión:

- Y-Y (estrella-estrella)
- Y- Δ (estrella-delta)
- Δ -Y (delta-estrella)
- Δ - Δ (delta-delta)

Por la operación:

- transferencia
- distribución
- elevador
- reductor
- potencia

Por la regulación:

- regulación fija

- regulación con cambiador sin carga
- regulación con cambiador bajo carga

1.7.- Desarrollo

Reglamento de seguridad e higiene capítulo 800.

En el reglamento proporcionado por la institución que es comisión federal de electricidad, el propósito principal de su entrega es evitar algún tipo de riesgo tanto para sus empleados, maquinaria con la cual se trabaja y también para la seguridad de los usuarios que compran el servicio de electricidad.

En base al reglamento implementado para los empleados que deseen ingresar a la institución o que ya están laborando, es importante y obligatorio hacer el uso y la puesta en práctica de las siguientes recomendaciones que se marcan en el reglamento de seguridad e higiene capítulo 800, ya que permite minimizar los riesgos en la seguridad del personal . Es por ello que se debe considerar estrictamente el uso eficiente del reglamento.

Es recomendable que el personal que se encuentra laborando en la institución tenga la capacidad y que goce de una salud física y mental, ya que, esto permite que el personal que se encuentre en perfecta salud mental no tendrá problemas que puedan generar en la realización de cualquier trabajo o actividad a desarrollar, con ello se pretende determinar que una persona sana emocionalmente no cometerá errores, que causaran pérdidas o fallas en los equipos por una mala toma decisiones.

El manejo del equipo de instrumentación es una parte con prioridad, ya que un empleado con la experiencia y con la práctica de llevar una buena aplicación y uso de las herramientas con lleva a un mejor resultado de trabajo, con lo cual se lleva una explicación detalla, de cada uno de los instrumentos, desde la herramienta más mínima hasta herramientas de carga pesada.

Las herramientas y equipo de trabajo son la parte fundamental de cada uno de los trabajadores, cada trabajador está equipado con el equipo de protección personal; Como protección de la cabeza a través de casco dieléctricos, protección de los ojos a través de gafas de protección, protección de las manos como guantes dieléctricos, protección respiratoria como mascarillas contra algunos agentes químicos o contra polvo, protección auditiva como auriculares de protección, etc.

Un punto importante de las reglas de trabajo activo, en la cual también una de las cosas primordiales y necesarias que cada uno de los trabajadores de CFE debe

cumplir son las distancias de seguridad respecto al potencial a buses energizados, y con eso se reduce el riesgo de los accidentes producidos en el área de trabajo.

Distancias mínimas de seguridad (C.A. 60 Hz)	
Tensión nominal entre fases (Kv)	Distancia mínima de seguridad (m)
2.4 a 13.8	0.60
23	0.70
34.5	0.75
69	1.20
85	1.30
115	1.50
138	2.00
230	2.50
400	4.40

Para llevar a cabo cualquier tipo de trabajo en la zona CFE-Transmisión se llevan a cabo actividades llamadas libranzas, en estas actividades se tienen lineamientos a seguir por el personal involucrado en el proceso de solicitud, autorización, concesión y retiro de licencias, con la finalidad de garantizar la seguridad del personal de las instalaciones.

Los operadores se sujetan a lineamientos referentes al registro de las operaciones, uso de las comunicaciones, de los sistemas de información, actuación en caso de emergencia e interacción con otros operadores.

En el otorgamiento de las licencias, el CENACE propondrá, previo análisis técnico y económico, el día y la hora más conveniente para su realización.

El trabajo en líneas energizadas debe llevar a cabo una planeación y supervisión del trabajo, todo esto se lleva a cabo por parte del jefe de departamento que llevara a cabo el trabajo en la línea, con una planeación de mínimo 4 días antes y contar con las licencias y aprobación de los trabajos así como haber explicado a el personal el trabajo y los riesgos y contar con personal capacitado y con la experiencia en este ámbito.

Procedimiento para la aplicación de la cero tolerancia en materia de seguridad e higiene en el ámbito de CFE Transmisión.

El procedimiento de aplicación de la cero tolerancia, esta creado con el objetivo de impulsar las actitudes preventivas de los trabajadores hacia prácticas seguras en sus actividades y condiciones de seguridad y salud en el trabajo, contribuyendo así al fortalecimiento de la cultura de seguridad y salud en el trabajo.

En el documento se tiene integrado tanto marcos normativos (Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos), como leyes (Ley Federal del Trabajo, Ley General de Protección Civil y el Contrato Colectivo de Trabajo Vigente), Procedimientos y Reglamentos (Reglamentos Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo, Reglamento de la Ley General de Protección Civil, Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional, Reglamento de Seguridad e Higiene Transmisión capítulo 800 y Reglamento Interior de Trabajo).

Con esto se prioriza que los trabajadores de CFE Transmisión estén enterados y cumplan el reglamento, en el cual si se llega a incumplir con alguna norma o regla estipulada entraría en vigor las sanciones correspondientes para los trabajadores dependiendo de la gravedad de la falta que se haya causado, que puede ser desde un contacto verbal, contacto por escrito y por último el contacto para el inicio de un proceso administrativo y posible sanción.

Lectura y Comprensión de los Procedimientos Vigentes de Mantenimiento y Pruebas Eléctricas a Transformadores y Autotransformadores de Potencia.

Procedimiento de Pruebas de Factor de Potencia de Aislamientos en Equipos Eléctricos. (P-SES-14)

El objetivo de esta prueba es uniformizar los criterios que se aplican por todas las zonas de transmisión del sureste y así mismo una correcta operación tomando criterios que se fundamentan en las experiencia y conocimientos obtenidos en el campo y por recomendaciones del fabricante.

El Factor de Potencia, es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, obteniendo así valores directos de estos factores a través de la medición de los miliampers o microampers de carga y de las pérdidas en watts

Así mismo el factor de potencia siempre se enfocara en la relación de las pérdidas de watts entre cargas en miliampers y esto solo depende únicamente de la humedad, la ionización y temperatura.

Con esta prueba podemos detectar cambios medibles en las características de los aislamientos que pueden asociarse con efectos de agentes destructivos (agua, calor

y el efecto corona), así a su vez cuando hay un incremento apreciable en la pérdida dieléctrica en corriente alterna (miliampers o microampers) o factor de potencia de un aislamiento, esto no indica que hay un claro deterioro.

Cuando se va a ejecutar las pruebas en este caso la de factor de potencia, se sigue un procedimiento ya establecido por los procedimientos de pruebas en este caso en el procedimiento P-SES-14, el cual nos indica una serie de pasos que los trabajadores deben cumplir a todo momento para así poder persuadir cualquier tipo de accidente, en este caso se empieza por la inspección física de los equipos a probar y verificar que estos estén desenergizados y bloqueadas las cuchillas correspondientes en donde se vaya a hacer el mantenimiento, así evitando posibles accidentes, también se delimita el área de trabajo en la cual el personal vaya a estar, para no llegar a entrar en un área que este energizada y puedan ocurrir accidentes, después se aterriza el equipo bajo prueba y se hace la desconexión del equipo a probar y por último se efectúa la prueba de acuerdo al procedimiento N°SGP-A003-S, manual de equipo de prueba o diagrama de conexiones, se hacen cada una de las anotaciones correspondientes de la prueba, se retiran las escaleras o andamios usados, se desconectan los sistemas de tierras y por último se devuelve la licencia de la libranza.

Procedimiento de Pruebas de Resistencia de Aislamiento en Equipo Eléctrico. (P-SES-15)

El objetivo de esta prueba es uniformizar las acciones y criterios aplicados a todas las subestaciones de transmisión para la realización de pruebas de resistencia de aislamiento de equipos eléctricos para su conservación y correcta operación, con los criterios que se fundamentan en la experiencia y conocimiento obtenidos en el campo y en las recomendaciones del fabricante.

La medición de las resistencias de aislamientos determinan las condiciones de aislamientos de los transformadores, interruptores de potencia y transformadores de instrumentación, aparatos rayos, cables de potencia y control y motores o generadores.

Con esta prueba se puede llegar a obtener una idea rápida y confiable de las condiciones de los aislamientos totales integrados de los equipos bajo prueba o entre sus componentes.

La prueba se hace con un dispositivo llamado megger, y el voltaje que se usa para aplicarse no deberá ser mayor al voltaje nominal del aislamiento de la parte a probar. La prueba se efectúa empezando con un voltaje aplicado entre los rangos de 500-5,000 volts, dependerá del equipo que se trate, de igual manera el tiempo de operación dependerá del equipo de prueba.

El megger usado en Comisión Federal de Electricidad es un megger motorizado, ya que posee suficiente capacidad para mantener su voltaje a su valor nominal constante durante 10 minutos.

Para realizar la prueba de igual manera los trabajadores se sujetan al el procedimiento de la prueba en este caso en el procedimiento P-SES-15, en el cual se inspecciona físicamente el equipo a probar y se verifica que este desenergizado y bloqueado las cuchillas correspondientes (mecánica-eléctrica), se delimitan las áreas en donde se trabajara para tener al personal en el área específica a trabajar, después se verifica las fuentes de alimentación de corriente alterna y red de tierras, se recaban datos de placa del equipo bajo pruebas, se instalan escaleras o andamios para el ascenso al equipo bajo prueba, se aterriza el equipo bajo pruebas, se desconecta el equipo a probar y se efectúan las pruebas de acuerdo al procedimiento N° SGP-A001-S.

Se anotan las pruebas en el formato correspondiente para su análisis y evaluación de las pruebas de acuerdo al procedimiento de esta prueba.

Se desconecta y se retira el equipo de prueba, para después dar paso a la conexión y la verificación física del equipo probado para verificar que este esté en un buen estado de operación, se retiran los andamios o escaleras y se despeja el área para dar paso a la devolución de la libranza.

Procedimiento de Pruebas de Relación de Transformación con el equipo T.T.R. (P-SES-16).

El objetivo de esta prueba es lograr establecer y normalizar los criterios y evaluaciones de las pruebas de relación de transformación, orientadas así a determinar el estado y las condiciones de las operaciones que guardan los transformadores y autotransformadores de potencia.

Así mismo el equipo T.T.R. que se usa en esta prueba es un instrumento que es tanto practico como preciso para analizar las condiciones de los transformadores en casos como pueden ser, medición de relación de transformación de equipos que sean nuevos, reparados o reembobinados.

Así también sirve para la identificación y verificación de terminales, derivaciones (TAP) y sus conexiones, también en la determinación y comprobación de polaridad y continuidad y por ultimo pruebas de rutina y detección de fallas incipientes.

Y a veces se suele usar en casos en específicos donde puede ser de gran ayuda como puede ser en la determinación de las condiciones reales del transformador

después de la operación de protecciones primarias, identificación de espiras en corto circuito, investigación de problemas relacionados con corrientes circulantes y distribución de carga en transformadores en paralelo y en la determinación de cantidad de espiras en bobinas de transformadores.

Durante las pruebas del equipo se pueden dar los siguientes casos:

Determinación de polaridad.

En la cual se necesita llevar un orden para la relación de transformación de un transformador y está en el siguiente orden:

- a) Asegurarse que el transformador está completamente desenergizado, verificando en el campo que tanto, tanto como interruptores como cuchillas de cada uno de los circuitos conectados a los devanados del transformador se encuentran en posición abierta, las terminales a tierra pueden permanecer conectadas si se desea.
- b) Si el transformador bajo prueba se encuentra cerca del equipo energizado con alta tensión, se tiene que aterrizar una terminal de cada uno de los devanados así como también el T.T.R. utilizando la terminal de puesta a tierra.
- c) Conectar las terminales de excitación X_1 y X_2 al devanado de menor tensión de los que van a ser comparados. Después conectar la terminal secundario H_1 a la terminal de mayor voltaje que corresponda a X_1 .
- d) Colocar los selectores del T.T.R. en ceros y girar la manivela del generador $\frac{1}{4}$ de vuelta, si el galvanómetro se deflexiona hacia la izquierda, la conexión del transformador es substractiva, las terminales H_1 y H_2 (negros) se conectan a las terminales de la misma polaridad, igualmente H_2 y X_2 .
- e) Si el galvanómetro se deflexiona a la derecha cuando el transformador ha sido conectado y probado como se indicó entonces la polaridad es aditiva y es necesario intercambiar las terminales H_1 y H_2 para conectar correctamente el T.T.R.
- f) Una vez que fue conectado el transformador, coloque los selectores en una lectura de 1,000 y lentamente gire la manivela, observe el galvanómetro, si la aguja del voltímetro no se aprecia deflexión alguna y si la aguja del amperímetro se deflexiona a plena escala, esta indica de que el transformador está tomando mucha corriente de excitación y la manivela será más difícil de girar, verificar las conexiones por si existe algún corto circuito.

Conexión de pruebas para transformadores polifásicos.

La medición de la relación de espiras de un transformador de “n” fases consiste de “n” mediciones monofásicas para determinar la relación entre espiras primarias y espiras secundarias de cada fase.

El número de pruebas aumenta cuando se tiene más de dos devanados en la misma fase, como en el caso de los transformadores de tres devanados.

Primeramente, es necesario interpretar el diagrama vectorial para hacer las conexiones correctamente, o sea, que las dos bobinas que se van a probar estén montadas sobre la misma pierna del núcleo.

Se obtienen pequeñas diferencias en los valores de relación de medidas en devanados de diferentes piernas o fases, aun la relación real de espiras sea idéntica. Esto se debe a que el circuito magnético en cada prueba presenta diferente permeabilidad.

Procedimientos de Corriente de Excitación a Transformadores de Potencia. (P-SES-18).

El objetivo de este procedimiento es establecer y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y evaluaciones de la “corriente de excitación”, orientados a determinar el estado y condiciones de operaciones que guarden los transformadores de potencia.

Cuando se hace la prueba de excitación se siguen varios puntos en lo cual uno tiene que seguir el orden indicado por el manual de procedimientos en este caso el P-SES-18, el cual nos indica varios puntos, cuando se comienza con la prueba de excitación se desenergiza y desconecta las terminales externas todas las boquillas del transformador y se descarga las cargas electromagnéticas a tierra, después de que estos puntos se hagan, se tiene que entender que cada una de las pruebas de excitación a efectuarse se deben hacer en el devanado de más alto voltaje.

Cada uno de los devanados deberá medirse en dos direcciones, es decir que primero se energiza una terminal y se toman sus lecturas y posteriormente se energiza la otra terminal tomando también sus lecturas correspondientes.

Desconectar el neutro del devanado que se encuentra bajo prueba, debiendo permanecer aterrizados los neutros de baja tensión y verificar que el tanque este perfectamente aterrizado.

El voltaje de prueba no deberá exceder el voltaje de línea a línea en los devanados conectados en delta.

Debido al comportamiento no lineal de las corrientes de excitación a bajo voltajes de prueba, es importante que las pruebas se realicen a valores lo más exactos posibles en cuanto a voltaje y lectura de corriente para comparar resultados posteriormente.

Para equipo cambiador de taps se deberán efectuar mínimo dos pruebas una en el tap más alto y otra en el tap más bajo.

Antes de cualquier medición ajustar el voltaje de prueba con el selector en posición "CHECK", y verificar que la aguja del medidor de MVA's y MW's que se establece. Si no se puede cumplir con lo dicho, puede deberse a que existe un magnetismo remanente fuerte y se recomienda desmagnetizar el núcleo de acuerdo al tipo de conexión de los devanados.

El equipo utilizado en este tipo de pruebas es el siguiente:

- Factor de potencia M2 H-12KV, marca doble engineering Co.
- Cables de conexión.
- Cables para aterrizar a tierra el transformador.
- Multímetro
- Pértiga para aterrizado
- Equipo de seguridad y herramienta básica.

Para el cálculo de la prueba se tiene que seguir las especificaciones que vienen dictadas como establecidas en el procedimiento (P-SES-18).

Para cada devanado se conectara en delta o en estrella y se harán dos pruebas para cada uno de los tres devanados en total se llegaran a hacer seis pruebas.

Donde en H1 y la de baja tensión se pondrán en H2, se toma para cada devanado, en delta: las terminales de alta tensión del equipo a probar y se pondrá primero lecturas y se registrarán, posteriormente la terminal de alta tensión se pondrá en H2 y la de baja tensión se pondrá en H1. Y así sucesivamente, para cada una de las pruebas, las seis pruebas a realizar y que serán medidas quedaran de la siguiente forma:

- 1ª medición **H1-H2**, donde H1 con guía de alta y H2 con guía de baja.
- 2ª medición **H2-H1**, donde H2 con guía de alta y H1 con guía de baja.
- 3ª medición **H2-H3**, donde H2 con guía de alta y H3 con guía de baja.
- 4ª medición **H3-H2**, donde H3 con guía de alta y H2 con guía de baja.
- 5ª medición **H3-H1**, donde H3 con guía de alta y H1 con guía de baja.
- 6ª medición **H1-H3**, donde H1 con guía de alta y H3 con guía de baja.

Si la corriente registrada para una fase en la misma al efectuar la prueba en los dos sentidos (H1-H2 y H2-H1), estas lecturas serán corrientes de excitación para esa fase que se está probando.

Para cuando se hace la medición pero en devanados en estrella las mediciones serán de la forma siguiente:

- 1ª medición **H1-HO**, donde H1 con guía de alta y HO con guía de baja.
- 2ª medición **HO-H1**, donde HO con guía de alta y H1 con guía de baja.
- 3ª medición **H2-HO**, donde H2 con guía de alta y HO con guía de baja.
- 4ª medición **HO-H2**, donde HO con guía de alta y H2 con guía de baja.
- 5ª medición **H3-HO**, donde H3 con guía de alta y HO con guía de baja.
- 6ª medición **HO-H3**, donde HO con guía de alta y H3 con guía de baja.

La comparación de la corriente de excitación por fase será comparando las lecturas correspondientes a la misma fase o sea la primera contra la segunda medición y así sucesivamente.

Hay distintos factores que pueden afectar a las pruebas de corriente de excitación, y uno de los principales factores que puede afectar a las lecturas es el magnetismo remanente en el núcleo del transformador que está en prueba, y para esto se cuenta con varios métodos para desmagnetización del núcleo del transformador.

Cuando el personal desconecta el transformador de su fuente de alimentación se origina magnetismo remanente en su núcleo, y es la causa principal de este fenómeno, donde el magnetismo puede llegar indeseable por dos razones:

- Que al volver a conectar un transformador con magnetismo remanente, la corriente de INRUSH aumenta considerablemente.
- El magnetismo puede generar valores anormales de corriente de excitación durante pruebas, al analizar las condiciones de los devanados.

En un transformador monofásico, este magnetismo generalmente es despreciable, pero en un transformador trifásico es diferente, ya que por lo general el núcleo queda magnetizado por estar desplazadas las corrientes 120 grados y por lo tanto dos de las piernas necesariamente quedaran con magnetismo, es decir una de las corrientes quedara en cero grados y las otras dos corrientes quedaran en 120 grados y 240 grados.

Procedimiento de Mantenimiento de Transformadores de Potencia (P-SES-24)

El objetivo de esta prueba es establecer la metodología de trabajo para efectuar los mantenimientos preventivos y correctivos de los transformadores de potencia.

Descripción de actividades.

Se deberán contar con el manual de mantenimiento a subestaciones y también con el manual de operación y mantenimiento u recomendaciones del fabricante.

Procedimiento para el mantenimiento menor (Pruebas dieléctricas y Operativas). A Transformadores de potencia uso intemperie.

Se deberá contar con el equipo y herramienta especializada para la prueba para poder hacer los siguientes pruebas, pruebas de contenido de BPC'S al aceite (P-SES-29), verificación de equipo de prueba, libranza y maniobras de desconexión del sistema de acuerdo a las indicaciones del REDOCEN, después delimitar el área de trabajo y se procederá a desenergizar el circuito de control y fuerza CALCD, esto se hace desde las casetas de control y se procede a bloquear eléctricamente y mecánicamente equipos de conexión y desconexión ya después se procede a la instalación de tierras provisionales para la protección del área de trabajo como dicta el capítulo 800 de seguridad e higiene (Sección 812), se hace la desconexión de conexiones primarias y se procede a preparar el equipo y herramientas, para las pruebas.

Se hace limpieza general del equipo en prueba, pruebas de Factor de potencia, Pruebas de factor de potencia a boquillas, pruebas de corriente de excitación, pruebas de resistencia de aislamiento, pruebas de resistencia de transformación, pruebas de resistencia óhmica, pruebas de factor de potencia al aceite a temperatura ambiente, pruebas de factor de potencia a aceite a 100°C, pruebas de análisis de cromatografía, toma de muestra para análisis físico-químicos al aceite, análisis de furano al aceite antes de des gasificarlo o cambiarlo, pruebas de contenido de azufre corrosivo al aceite pruebas de resistencia de aislamiento al núcleo.

Procedimiento para el mantenimiento mayor a transformadores de uso intemperie.

Se tendrá que tener el equipo y herramientas sean especiales para el mantenimiento mayor del transformador y así también el material a utilizar, el equipo de prueba necesario para, cada prueba, las refacciones del equipo y por ultimo pero no menos importante el equipo de seguridad personal, se iniciara con la libranza y maniobras de desconexión del equipo de sistema, después se limita el are en donde se vaya a trabajar , se procede a desenergizar el circuito de control y fuerza CA/CD, dar supervisión de la verificación de bloqueos eléctricos y mecánicos de equipo de operaciones y se instala tierras provisionales se hace revisión y pruebas de

operación del sistema contra incendios y el respectivo mantenimiento y sustitución de parte del sistema contra incendios, pruebas dieléctricas, físicas, químicas y cromatografías, BPC'S, contenido de azufre corrosivo y furfurales al aceite antes del mantenimiento.

Desconexiones primarias alta y baja tensión, se retira el aceite del tanque principal para tratamiento o cambio, de igual manera se retira aceite de la pata de elefante para cambio tratamiento y se procede a la inspección interior con su equipo de protección especial.

Se hace reapriete de conexiones interiores boquillas, Tc's cambiador de derivaciones sin carga, núcleo, estructuras y correcciones necesarias y se revisa las pruebas a boquillas y sus cambios si se requieren, mantenimiento de radiadores y válvulas; cambios si se requiere. Revisión de historial de tc's y verificar fugas en pasa muros y cambios si se requiere revisión de equipo de control y protección y medidores para cambio si se requiere.

Revisión, mantenimiento o cambio de válvulas en tanque principal y conservadores.

Revisión mantenimiento o cambio de válvulas en tanque principal y conservadores, revisión y mantenimiento o cambio de motobombas de sistema de enfriamiento.

Verificar hermeticidad entre cambiador de derivaciones bajo carga y tanque principal, mantenimiento al cambiador de derivaciones bajo carga y tanque principal, sustitución de todas los empaquetados, limpieza y lavado interior.

Procedimiento de pruebas al aceite (P-SES-29).

El objetivo de esta prueba es La finalidad de este procedimiento es Uniformizar las acciones y criterios que serán aplicados en todas las zonas de la Gerencia Regional de Transmisión.

Cuando se tomen muestras de aceite de transformadores, interruptores u otros aparatos eléctricos, deberán tomarse las mejores precauciones, ya que se considera que el 50% del correcto análisis depende del buen muestreo; también deberá tenerse cuidado de obtener una muestra que represente lo mejor posible el aceite del fondo del tanque, que es el lugar en donde se encuentran las condiciones más críticas del líquido aislante. Los tanques de los equipos eléctricos, normalmente están provistos de conexión de drenaje o válvulas, de las cuales puede hacerse fluir la muestra al recipiente. Antes del muestreo, para asegurarse de que es representativa, deberá dejarse correr el aceite a través de estas conexiones de drenaje o válvulas de muestreo, para asegurarse de que el aceite no será de la porción almacenada en la tubería. Por esta razón, la válvula y el tubo de drenaje,

deben ser lo suficientemente pequeños para que puedan ser vaciados adecuadamente, pero de tamaño tal, que dé un flujo uniforme y evitar que se obstruyan por sedimento; se recomienda un tubo de ¼", con su válvula apropiada (estándar).

Cuando se reponga aceite a cualquier aparato eléctrico, asimismo cuando se llena por primera vez, es necesario dejar transcurrir suficiente tiempo antes de hacer un muestreo, para que se pueda obtener una muestra representativa.

Cuando sea necesario obtener una muestra de equipo energizado, sólo cuando las exigencias de servicio eviten el poner fuera de operación la unidad, podrá tomarse la muestra sin el requisito de dejar reposar el aceite.

Procedimiento de Resistencia Óhmica a Equipos de Transformación (P-SES-19).

El objetivo de este procedimiento es el de establecer los pasos y lineamientos necesarios para realizar las pruebas de resistencia Óhmica a equipos como: transformadores de potencia, de servicio auxiliares, autotransformadores y reactores.

Teniendo como finalidad la medición de la resistencia óhmica de los devanados para verificar la continuidad de las bobinas (falsos contactos y espiras en corto circuito).

Los pasos a seguir son los siguientes:

- Solicitar licencia de operación de sistemas para librar el transformador de potencia
- Librar el transformador completamente, asegurarse que el interruptor y las cuchillas seccionadoras correspondientes se encuentren abiertas
- Desconectar los cables terminales de conexión de las boquillas
- Aterrizar los cables terminales de las boquillas.
- Revisar el equipo de prueba, así como los cables de prueba y anotar en el reporte de prueba.
- Proceder a efectuar la prueba de acuerdo a las especificaciones para este procedimiento y anotarlo en el formato correspondiente
- Quitar el equipo de prueba
- Devolver la licencia de operación.
- Energizar el transformador.

Medición de la resistencia óhmica (Forma a ejecutar).

Generalmente la medición se realiza entre fases, para la conexión delta y entre neutro y fase para la conexión estrella.

- Cuando el devanado tiene la conexión estrella cada lectura representa una fase.
- Cuando el devanado tiene conexión delta cada lectura representa la resultante de las tres fases.
- a) Verificar que el transformador en prueba este desenergizado y conecte sus terminales a tierra durante unos minutos.
- b) Conectar las terminales de devanado bajo prueba a las terminales marcadas con "RX", como se muestra en el anexo 2.
- c) Seleccionar el rango de la escala con el plug blanco de acuerdo al valor esperado de medición. (0.1, 1, 10, 100, 1,000, 10,000)
- d) Presionar el botón marcado con la letra "T" (TEST) y gire el disco del presostato hasta que el galvanómetro de (cero central) quede posición cero.
- e) Lea la lectura y regístrelo en el formato correspondiente
- f) Medir la resistencia de los cables utilizados antes de iniciar la prueba.

El equipo que se puede usar para la resistencia óhmica de los devanados pueden ser tanto un puente de kelvin o un puente de wheatstone.

Un puente de wheatstone consta de cuatro resistores conectados en un dispositivo cuadrangular, uno de los resistores (RX), tiene el valor desconocido (A), se conecta a las uniones opuestas y un galvanómetro tiene escala de cero central como se muestra en el anexo 2.

Las herramientas a usar en esta prueba son las siguientes:

- Equipo de pruebas óhmicas
- Llave española de varias medidas
- Equipo de protección personal
- Termómetro para temperatura ambiental
- Hidrómetro para medir la humedad
- Escalera
- Cable conductor calibre 10 AWG
- Cepillo de alambre

Interpretación de los resultados.

Los resultados pueden llegar a cotejarse si se cuenta con un historial de pruebas, a veces es conveniente que al efectuar la prueba, la temperatura del aceite del transformador tenga una temperatura ambiente y la mayoría de veces se

recomienda que la prueba sea en la puesta en servicio del transformador para tomarlo como referencia en casos de daños en el transformador.

Cuando se llega al momento de obtener los resultados más exactos de la prueba de resistencia óhmica del transformador se debe restar el valor de resistencia de los cables de prueba con el valor de resistencia obtenida.

Ya teniendo los resultados los valores de tolerancia permisibles de esta prueba, con respecto a los valores de fábrica deberán ser de $\pm 2\%$.

Cuando se tienen los valores de fábrica se van comparando con cada una de las últimas pruebas que se han hecho.

Medidas correctivas de acuerdo a los resultados obtenidos.

- a) Cuando la resistencia de los devanados es un poco mayor del rango aceptable de variación puede ser por un falso contacto interno, por lo que se necesita una revisión interna y corregir el falso contacto.
- b) Cuando la resistencia es muy alta puede llegar a ser debido a que las ovinas abiertas o conexiones abiertas internamente, lo cual requiere también una inspección interna y reparación mayor.
- c) Para cuando se necesita que la evaluación sea más eficaz y con pocos márgenes de error para saber el estado del equipo, las pruebas se comparan con las pruebas de relación y corriente de excitación.

Procedimiento de Mantenimiento de Transformadores de Potencia (P-SES-24)

El objetivo de esta prueba es establecer la metodología de trabajo para efectuar los mantenimientos preventivos y correctivos de los transformadores de Potencia.

Para la actividad a realizar se deberá contar con el manual de mantenimiento de subestaciones y también con el manual de operaciones y mantenimiento y con las recomendaciones del fabricante.

Para el procedimiento de mantenimiento menor (pruebas dieléctricas y operativas) a transformadores de potencia de uso intemperie, se hacen diferentes tipos de pruebas donde cabe resaltar que las pruebas a hacer, son de la mayoría de las ya mencionadas en este reporte, primero se deberá verificar equipo de prueba, libranza y maniobras de desconexión del sistema de acuerdo a las indicaciones del REDOCEN, después se delimitaran las áreas de trabajo y se procederá a desenergizar el circuito de control y fuerza CALCD, esto se hace desde las casetas de control y se procede a bloquear eléctricamente y mecánicamente equipos de conexión y desconexión, ya después se procede a la instalación de tierras provisionales para la protección del área de trabajo como dicta el capítulo 800 de seguridad e higiene (sección 812), se hace la desconexión de conexiones primarias

y se procede a preparar el equipo y herramientas y también se deberá contar con el equipo y herramientas especializadas para hacer las siguientes pruebas:

- Pruebas de contenido de BPC´s al aceite (P-SES-29).
- Pruebas de factor de potencia (P-SES-14).
- Pruebas de factor de potencia a boquillas (P-SES-14).
- Pruebas de corriente de excitación (P-SES-18).
- Pruebas de resistencia de aislamiento (P-SES-15).
- Pruebas de relación de transformación (P-SES-16).
- Pruebas de resistencia óhmica (P-SES-19).
- Pruebas de factor de potencia al aceite a temperatura ambiente (P-SES-14).
- Pruebas de factor de potencia al aceite a 100 grados (P-SES-14).
- Pruebas de análisis cromatógrafos (P-SES-29).
- Toma de muestra para análisis físico-químicos al aceite (P-SES-29).
- Análisis de furanos al aceite antes de des gasificarlo o cambiarlo (P-SES-29).
- Pruebas de contenido de azufre corrosivo al aceite (P-SES-29).
- Pruebas de resistencia de aislamiento al núcleo

Para el procedimiento de mantenimiento mayor a transformadores de potencia, se hace lo siguiente:

Se toma en cuenta las cosas a utilizar como son equipos y herramientas para el mantenimiento y también se preparan los materiales necesarios para dicha prueba, como pueden ser trapos, mangueras, botes, etc.

Así también se toma en cuenta los equipos de pruebas, como son multímetros, volmetros. Termómetros, equipos de medición de factor de potencia, medidor de resistencia de aislamiento, equipo de medidor de capacitancias, etc., después se toma el equipo más importante, el cual es el equipo de seguridad personal, con el cual si alguno del personal no cuenta con el equipo necesario o está en mal estado no podrá entrar en labores, se procede dar inicio a la libranza y también así a las maniobras de desconexión del equipo del sistema como dicta el REDOSEN.

Después procedemos a la delimitación del área, para así evitar posibles accidentes en otras áreas, como pueden ser entrar en lugares que estén energizados y pueda poner en riesgo la vida del personal, teniendo delimitada el área se procede a desenergizar los circuitos de control y fuerza, y se verifican bloqueos eléctricos y mecánicos de equipos de conexión y desconexión, por último se instalan las tierras provisionales para protección y seguridad del

personal por algún evento que pudiera suceder pudiendo poner en peligro la vida de los trabajadores.

Procedemos a las pruebas al transformador, lo cuales son las siguientes:

- Desconexiones primarias altas y bajas
- Retiro del aceite del tanque principal
- Retiro del aceite de la pata de elefante
- Inspección interior
- Reapriete de conexiones internas, boquillas, TC's, cambiador de derivaciones, núcleo, estructuras y correcciones necesarias que se pudieran presentar.
- se procede a la revisión del historial y/o pruebas a las boquillas por si se requiere cambio.
- Mantenimiento y revisión de radiadores y válvulas, por si se requiere algún cambio
- Revisión de TC's y verificar fugas en el pasamuros, por si se requiere cambio
- Revisión de equipo de control y medición.
- Revisión, mantenimiento o cambio de válvulas del tanque principal y conservador.
- Revisión, mantenimiento o cambio de moto bombas de sistema de enfriamiento
- Mantenimiento al cambiador de derivación bajo carga
- Sustitución de todos los empaques
- Limpieza y lavado interior
- Proceso de secado de los devanados
- Proceso de llenado de aceite del equipo
- Llenado final o sellado a través del sistema COPS
- Pruebas dieléctricas
- Mantenimiento al sistema de enfriamiento
- Revisión, mantenimiento y/o cambios del banco de baterías
- Revisión, mantenimiento o cambios de electroválvulas, válvulas y componentes de enfriamiento.
- Llenado de aceite de la pata de elefante y sellado con sistema inerte
- Pintura general
- Pruebas de resistencia de aislamiento a cables de control de equipo auxiliar de control, medición y protección hasta gabinetes de control.
- Pruebas operativas de control, protección y medidores, alarmas y disparos hasta tableros de control.

- Conexiones primarias del transformador.
- Limpieza del área de trabajo

Ya terminado estos puntos se procederá a la finalización del trabajo, con lo cual tenemos que verificar correctamente la posición remota en selectores de tableros de control y enfriamiento, después procedemos a retirar las tierras provisionales que se tenían instaladas y a su vez se retiran los bloqueos eléctricos y mecánicos de equipos de conexión/desconexión y se devuelve la licencia.

Por último se monitorea el equipo durante 24 horas después de energizarlo, donde se necesitara ver la medición de descargas parciales a tensión nominal y también la medición de vibraciones a tensión nominal.

Pruebas al Aceite Aislante (P-SES-29)

Para todo tipo de pruebas siempre se requieren requisitos previos los cuales vienen por normativa, para el cuidado de los instrumentos o equipos que se tengan, así también como para los trabajadores, siempre se tiene que tener los manuales a utilizar, y por lo tanto el manual a utilizar es el P-SES-29 que es de pruebas al aceite aislante, así como también de estar planeada desde un cierto tiempo y todo el equipo de trabajo debe estar enterado e informado de cómo se realizara el procedimiento, así como saber que herramientas serán utilizadas en el trabajo y se debe contar con esta herramienta de prueba, que puede tener accesorios, refacciones, material y formatos del procedimiento.

Como ya se sabe solo se puede iniciar los trabajos o las respectivas maniobras si se cuenta con la autorización y la licencia para poder proseguir, mientras esto no pase los trabajadores no pueden realizar ningún tipo de maniobra y si lo hacen queda bajo la responsabilidad del trabajador, así como también deben de estar todos los trabajadores con su equipo de seguridad personal para poder iniciar la maniobra.

El equipo a usar en la maniobra se conforma por los siguientes materiales:

- Equipo de protección personal
- Mangueras de hule plástico impermeables al aceite de 6mm
- Reducciones según diámetro de la válvula de muestreo a ¼"
- Recipiente para recolección de desechos de aceite
- Jeringa de vidrio de 50-100ml sin sellos de hule o plástico, con válvula de tres vías
- Recipientes de transporte diseñado para mantener la jeringa
- Frascos de polietileno o bidones de plástico con la capacidad de 4 litros mínimo con tapón de rosca de sello hermético
- Trapos de algodón

- Escalera de tijeras
- Herramienta personal

Cuando se haga la toma de x muestras de aceite de transformadores, interruptores u otros aparatos eléctricos, deberán tomarse las mejores precauciones, ya que se considera que el 50% del correcto análisis depende del buen muestreo, así como hacer lo más posible de que la muestra se de una parte o sea lo más posible al aceite del fondo de tanque ya que este aceite es el más crítico de todo el aceite.

Se tiene que tener mucho cuidado al hacer la prueba, ya que si es en un parte donde el aceite pasa por una tubería, esta tiene que ser enviada por la tubería pudiendo dejar aceite o que se convine con un aceite pasado, lo que haría que la prueba no salga bien. Algunos transformadores y aparatos eléctricos no tienen válvulas de drenaje o de muestreo; estos y otros equipos de mayor tamaño se les pueden muestrear cuando no están en servicio, mediante ladrones diseñados para tal objeto o mediante aparatos especiales.

Antes que se prosiga a realizar las pruebas del equipo que tenemos, tenemos que verificar que todo esté en perfectas condiciones y tener todo en regla:

- Contar con todas las herramientas necesarias y los equipos para la realización de las pruebas.
- Tomar licencia para poder realizar la prueba.
- Delimitar área del equipo a probar.
- Tomar datos del equipo a probarse.
- Verificar el correcto funcionamiento del equipo de prueba.
- Colocar escaleras de ascenso al equipo a probarse, en caso necesario.
- Verificación de fuentes de Corriente Alter
- na y red de tierras.
- Verificar que no exista riesgo de contacto del personal a puntos que se energizaran.

En el momento en el cual se están realizando las pruebas, se tiene que tener en cuenta que cada uno de los valores que se tengan de las pruebas o cualquier tipo de información se tienen que capturar en los formatos de procedimientos de pruebas y siempre llevar un registro bien ordenado, así a subes también tenemos que realizar las pruebas de acuerdo a los procedimientos.

Terminado las pruebas lo siguiente en hacer es el retiro y guardado del equipo de prueba y los accesorios que este tenga, se retirara todo tipo de material o

herramienta utilizado como pueden ser escaleras u otros tipos de herramientas, ya despejada el área se procede a devolver la licencia y a realizar el reporte necesario para su entrega a la oficina.

Ya realizado todo los procedimientos y terminada las pruebas se tienen que tomar algunas consideraciones cuando se ha hecho la prueba de aceite, las cuales son las siguientes:

- a) Las conexiones entre el equipo a muestrear y el recipiente de la muestra deben estar unidas herméticamente para evitar la contaminación con la atmósfera.
- b) El muestreo debe efectuarse con condiciones atmosféricas favorables, sin lluvia y con una humedad relativa no mayor al 60 %.
- c) El agua, el oxígeno y el nitrógeno contaminantes, conducen a conclusiones erróneas.
- d) Las mangueras requeridas entre el equipo y el recipiente de muestreo deben ser lo más corto posible.
- e) La tubería de hule o plástico debe ser permeable al gas.
- f) El punto de muestreo siempre deberá ser en la parte baja del transformador o en el relevador Buchholz.
- g) La muestra deberá tomarse en condiciones de trabajo normal del equipo, lo que es importante al evaluar la velocidad de producción de gases.
- h) La muestra tomada deberá enviarse la más rápido posible al laboratorio.

Todo esto con el fin de que la prueba salga lo mejor posible, sin ningún tipo de error, para que los registros obtenidos sean fiables y así poder estar seguros de que los medido en el aceite este en buenas condiciones, ya que si el aceite llegara a perder sus propiedades podría llegar a causar fallos a corto o a largo plazo.

Localización geográfica y situación de la subestación MCD dentro del Sistema Eléctrico Nacional.

La subestación Macuspana Dos (MCD) se encuentra localizada en el municipio de Macuspana, en el estado de Tabasco y su acceso al Noroeste (7°23') con la carretera federal Macuspana-Cd. Pemex, a la altura del kilómetro 14, aproximadamente a 300 metros del entronque que forma esta con la carretera El Portón-Cd. Pemex. El Noroeste, Sureste y Suroeste colindan con frutales y potreros.



Figura 6. Subestación Macuspana Dos

La SE Macuspana Dos es parte del anillo en 230 KV formado por las subestaciones de potencia de Tabasco, Santa Lucía, Kilómetro Veinte, Villahermosa Norte, Cárdenas Dos y Los Ríos, por ello esta subestación tiene gran importancia dentro de la Zona de Transmisión y Transformación Villahermosa (ZTV) y por tanto en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

La instalación de Macuspana Dos, es una subestación eléctrica compuesta por dispositivos eléctricos que forman parte de un sistema eléctrico de potencia, sus funciones son las de transformar tensiones y derivar circuitos de potencia. Por ello puede denominarse como una subestación mixta, ya que además de variar la tensión pueden realizarse maniobras o seccionar circuitos.

Por la importancia de los niveles de voltaje que maneja, la SE MCD puede clasificarse como una subestación de Transmisión en 230 y 115 KV, mientras que en 13.8KV puede considerarse como una subestación de Distribución secundaria.

La subestación Macuspana Dos está integrada por 4 zonas, según los niveles de tensión que maneja tenemos: La zona de 230 KV, la zona de 115KV, la zona de 13.8KV y la última es la de transformación. En el diagrama unifilar el diseño de la zona de 230 KV es de dos barras colectoras principales (B1) Y (B2).

La zona de transformación de la S.E. MCD la integran dos autotransformadores trifásicos de potencia AT1 y AT2, cuya función es enlazar circuitos de niveles de tensión diferentes: la relación de transformación de los AT's es 230/115/13.8 KV, con una conexión estrella/estrella/delta y una capacidad de 100 MVA de cada uno.

Sumándose a los AT's, están dos transformadores trifásicos de potencia, el T3 y el T4 cuyas relaciones de espiras son de 115/13.8 KV y 115/13.8 KV respectivamente, con conexión delta/estrella ambos y una capacidad de 9.375 MV A para T3 y 20 MVA para el T4. Los cuales tienen la función de enlazar los circuitos de los niveles de tensión en la zona de 115 KV y 13.8 KV.

Autotransformador trifásico de potencia AT1 Y AT2

En la Subestación Macuspana Dos la transformación de tensión del nivel de 230 KV a uno de 115 KV le corresponde a dos autotransformadores trifásicos de potencia tipo acorazado, marca IEM, el cual tiene una capacidad de 100 MVA con un sistema de enfriamiento clase OA/FOA, enfriamiento por aire circulación forzada. Los autotransformadores tienen una relación de transformación de 230/115/13.8 KV con una conexión estrella-estrella con un terciario en delta.



Figura 7. Autotransformador Trifásico MCD

Transformadores trifásicos de potencia MCD-T2 Y MCD-T3

En el área de 115 KV de la SE MCD es del tipo de switcheo y transformación; sintecho por que se recibe 1 línea de transmisión en 115 KV que llegan de la subestación KLV, la cual alimenta el bus principal de 115 KV junto con el devanado secundario del AT1, y porque del bus principal se derivan circuitos en el mismo nivel de voltaje y transformación por que el T2 y el T3 reducen la tensión a un nivel de voltaje de 13.8 KV.

Características eléctricas del transformador MCD- T2

El transformador MCD-T2 es trifásico de potencia en aceite, marca IESA, el cual tiene una relación de tensión de 115/13.8 KV con una conexión en delta/estrella; y una capacidad de 7.5/9.375 MVA para un sistema de enfriamiento clase OA/FA respectivamente.

La corriente que maneja el transformador en condiciones normales de operación son 47.1 Amperes en el devanado de alta tensión y 392 amperes en el devanado de baja tensión, su cambiador de derivaciones puede operar con 3 derivaciones por debajo del nivel nominal de tensión y solo con una por encima de este; el cual está instalado en el devanado de alta tensión y las conexiones de las derivaciones son realizadas desde el exterior del tanque y desenergizado de la línea, es decir, sin carga.

El arreglo de la subestación en 115 KV permite que en caso de falla en alguna de las líneas de transmisión que alimentan, ya sea en 115 o 230 KV, se asegure la operación normal de la subestación, lo cual la hace una subestación más flexible y con fiable, con una continuidad de servicio mayor.



Figura 8. Transformador MCD

Localización geográfica y situación de la subestación VHN dentro del Sistema Eléctrico Nacional.

La subestación Villahermosa norte localizada en el kilómetro 3 de la carretera Villahermosa – Nacajuca, su influencia se extiende prácticamente a todo el estado

de tabasco, ya que se encuentra dentro de una de las instalaciones de importancia dentro del estado de tabasco.

La subestación Villahermosa norte cuenta con un banco de transformación formado por tres unidades monofásicas en operación con capacidad total de 225 mva y una de reserva de 75 mva.

Banco de transformación.

Esta subestación cuenta con un banco de transformación trifásico, este está formado por tres autotransformadores monofásicos, así como uno de reserva, marca prolec. La función del banco de transformación es la de enlazar circuitos, así como para reducir la tensión que en este caso es de 230/115/13.8 kv. el banco de transformación está conectado por el lado de alta tensión a el bus principal de 230 kv con cables aéreos del tipo acsr calibre 900 mcm; el devanado terciario está conectado a un bus formado por cuatro tubos de aluminio de 5" por fase, tres de estos sirven para tal caso, en el cuarto tubo se conecta el neutro de cada autotransformador para formar el banco trifásico con una conexión estrella – estrella con terciario en delta, los voltajes nominales manejados son 230/115/13.8 kv, el tipo de enfriamiento es oa/fa, donde el enfriamiento clase oa es enfriamiento por aire. Circulación natural y el clase foa es enfriamiento por aceite y aire forzado, la sobre elevación de temperatura es 55^o c. a 1000 mts. Sobre el nivel del mar, las corrientes manejables en los distintos devanados son las siguientes: a.t. 502 a, en b.t. 904 a. y en el terciario 1449 amp.

Cuenta con 21 derivaciones en total, 10 de estas se encuentran arriba del voltaje nominal, así como 10 debajo de este.



Figura 9. Autotransformadores Villahermosa Norte

Datos de placa banco de Autotransformadores

MARCA:	PROLEC
CAPACIDAD:	225 MVA
RELACION DE VOLTAJE:	230 000 / 115 000 / 13 000 VOLTS
CONEXIÓN:	ESTRELLA – ESTRELLA – DELTA
TIPO:	ACORAZADO
SISTEMA DE ENFRIAMIENTO:	OA / FA / FOA / FOA
PRESERVACION DEL ACEITE:	SISTEMA COPS
IMPEDANCIAS:	5.63 % / 6.89 % / 4.41 %

Localización geográfica y situación de la subestación TSP dentro del Sistema eléctrico Nacional.

La subestación Tabasco Potencia (TSP) se encuentra localizada en la rancharía Alvarado en el municipio del Centro en la carretera Villahermosa-Teapa, en el estado de Tabasco, sus coordenadas son al norte 17⁰/47'/44" y al oeste 92⁰/58'/16" colindando con potreros. La subestación Tabasco potencia es parte del anillo en 230 KV formado por las subestaciones de potencia de Kilometro Veinte, Macuspana Dos, Villahermosa Norte.

Por la importancia de los niveles de voltaje que maneja, la subestación Tabasco Potencia puede clasificarse como una subestación de transmisión en 400 y 230 KV.

Cuenta con dos bancos de transformación formado por tres unidades monofásicas en operación con capacidad total de 125 MVA y uno de reserva con las mismas características formando una capacidad total de 875 MVA y sus devanados terciarios de 41 MVA. Los cuales están conectados a dos reactores de 30 MVAR, para control de voltaje.

Autotransformador monofásico de potencia TSP AT-1

En la Subestación Tabasco Potencia la transformación de tensión del nivel de 400 KV a una de 230 KV le corresponde a un autotransformador monofásico de potencia tipo columna, marca PROLEC, el cual tiene una capacidad de 125 MVA con un sistema de enfriamiento de las clase ONAN (Oil Natural Air

Natural) /ONAF1/ONAF2 (Oil Natural Air Forced), enfriamiento por aceite y aire no forzados y aceite no forzado y aire forzado respectivamente. El autotransformador tiene una relación de transformación de 400/230/34.5 KV con una conexión estrella-estrella con un terciario en delta.

Esta subestación cuenta con dos bancos de transformación trifásicos, que está formado cada uno por tres autotransformadores monofásicos, y uno de reserva, marca PROLEC. La función del banco de transformación es la de enlazar circuitos, tanto de 400 KV como de 230 KV, los devanados de alta y baja tensión son para conexión estrella. Las conexiones de las derivaciones de alta tensión son hechas por cambiadores con carga operados desde el exterior del tanque, están conectados por el lado de alta tensión a la barra uno y dos de 400 KV.

Este banco operará en condiciones normales, con enfriamiento normal (ONAN) a 375 MVA, aumentando su capacidad cuando se requiera, a 420 MVA entrando en este caso el primer paso de ventiladores (ONAN). La capacidad de este banco es de 375 MVA auxiliado por el segundo paso de ventiladores (ONAF).



Figura 10. Autotransformador Tabasco Potencia

Placa de datos del Autotransformador Monofásico TSP-AT2

MARCA: PROLEC TIPO: ONAN / ONAF1 / ONAF2 ACORAZADO EN ACEITE

DEVANADO	VOLTAJE		CAPACIDAD EN KVA		
			ONAN	ONAF1	ONAF2
ALTA TENSION	400000 / 1.73		75000	100000	125000
BAJA TENSION	230000 / 1.73	75000	100000	125000	
TERCIARIO	34500	25000	33000	41000	

Localización geográfica y situación de la subestación KLV dentro del Sistema Eléctrico Nacional.

La subestación Kilómetro Veinte (KLV) se encuentra localizada en el kilómetro 20.0 de la carretera Villahermosa-Teapa, municipio de Centro, en el estado de Tabasco, su acceso da al polo Norte; el polo Sur, Oeste y Este colindan con potreros.

La subestación Kilómetro Veinte es parte del anillo en 230 KV formado por las subestaciones de potencia de Tabasco, Macuspana Dos, Villahermosa Norte, Cárdenas Dos y Peñitas, por ello esta subestación tiene gran importancia dentro de la zona de Transmisión y Transformación Villahermosa (ZTV) y por tanto en el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

Esta subestación eléctrica está compuesta por dispositivos eléctricos que forman parte de un sistema eléctrico de potencia, sus funciones son las de transformar tensiones y derivar circuitos de potencia. Por ello puede denominarse como una subestación mixta, ya que además de variar la tensión pueden realizarse maniobras o seccionar circuitos.

Por la importancia de los niveles de voltaje que maneja, la subestación Kilómetro Veinte puede clasificarse como una subestación de transmisión en 230 y 115 KV, mientras que en 13.8 KV puede considerarse como una subestación de Distribución secundaria.

Banco de Transformación.

Esta subestación cuenta con dos bancos de transformación trifásico, que están formados por tres autotransformadores monofásicos en cada banco, y uno de reserva. La función de los bancos de transformación es la de enlazar circuitos, tanto de 230 KV como de 115 KV, los devanados de alta y baja tensión son para conexión estrella. Las conexiones de las derivaciones de alta tensión son hechas por dos cambiadores sin carga (CSCA y CSCB) para el banco 1 y con cambiador bajo carga para el banco 2 que al estar operando en paralelo con el banco 1 se encuentra permanentemente bloqueado para no ejecutar ningún cambio en sus TAPS el cambiador sin carga es operado desde el exterior del tanque, están conectados por el lado de alta tensión a la barra uno de 230 KV.

Los voltajes nominales manejados son 230/115/13.8 KV, el tipo de enfriamiento es clase OA y es enfriamiento por aire circulación natural, y el clase FOA es enfriamiento por aceite y aire forzado, la sobre elevación de temperatura es de 55° C a 1000 M.S.N.M., las corrientes manejables en los distintos devanados son las siguientes; A.T. 565 A, B.T. 1130 A y en el terciario 1449.2 A. aproximadamente. Cuenta con 6 derivaciones en total, 3 de estas se encuentran arriba del voltaje nominal, así como 3 debajo de este.

Este banco operará en condiciones normales, con enfriamiento normal (OA), a 135 MVA, aumentando su capacidad cuando se requiera, a 180 MVA entrando en este caso el primer paso de ventiladores (FOA1). La capacidad de este banco es de 225 MVA auxiliado por el segundo paso de ventiladores (FOA2).

Placa de datos del Autotransformador Monofásico KLV-AT1

MARCA: IEM

TIPO: OA / FOA1 / FOA2

ACORAZADO EN ACEITE

DEVANADO	VOLTAJE	CAPACIDAD EN KVA		
		OA	FOA1	FOA2
ALTA TENSION	230000 / 1.73	75000	100000	125000
BAJA TENSION	115000 / 1.73	75000	100000	125000

TERCIARIO	13 800	12000	16000	20000
-----------	--------	-------	-------	-------

55° elevación de temperatura a plena carga continua a 1 000 metros sobre el nivel de mar

DATOS DE PLACA DE LA FASE C

% Z EN BASE	AT – BT	AT – TER	BT – TER	FRECUENCIA
75 MVA	4.64	41.88	36	60 HZ
SERIE: 24-6776-1		ESPEC.: 6013 LTS	ACEITE: 9652 L	

Placa de datos del Autotransformador monofásico KLV-AT2

MARCA: WEG

TIPO: OA / FOA1 / FOA2

COLUMNA EN ACEITE

DEVANADO	VOLTAJE	CAPACIDAD EN KVA		
		OA	FOA1	FOA2
ALTA TENSION	230000 / 1.73	75000	84000	125000
BAJA TENSION	115000 / 1.73	60000	67200	125000
TERCIARIO	13 800	45000	50400	20000

55° elevación de temperatura a plena carga continua a 1 000 metros sobre el nivel de mar

Datos de placa de la fase a

% Z EN BASE	AT – BT	AT – TER	BT – TER	FRECUENCIA
75 MVA	5.05	37.01	36	60 HZ
SERIE: 1027636847		MASA TOT.:76880 Kg	ACEITE: 23325 LTs	



Figura 11. Autotransformador 1-KLV



Figura 12. Autotransformador 2-KLV

Localización geográfica y situación de la subestación LRS dentro del Sistema Eléctrico Nacional.

La Subestación Los Ríos cuenta con un banco de transformación formado por tres unidades monofásicas en operación con capacidad total de 100 MVA y una de reserva de 33.33 MVA; cuenta además con dos barras de 230 KV, de la cual en una barra están interconectado todos los interruptores de 230 KV y la otra de transferencia.

Por su ubicación estratégica la Subestación Los Ríos está localizada en el Kilómetro 130 de la carretera Villahermosa-Escárcega, su influencia se extiende prácticamente a todo el estado de Tabasco instalación tiene un papel de suma importancia en la constituida del fluido eléctrico a los Estados de Campeche y Yucatán, por lo requiere de un programa de mantenimiento minucioso para la conservación y óptimas condiciones de operación de los equipo eléctricos primarios de que está compuesta la Subestación.

Banco de Transformación

Esta subestación cuenta con un banco de transformación monofásico, que está formado por tres autotransformadores, así como uno de reserva, todos marca IEM la función del banco de transformación es la de enlazar circuitos, así como para la reducción de voltajes de 230 000 V a 115 000 V y a 138000 V. El banco de transformación está conectado por el lado de alta tensión a la barra uno que es de 230000 volts con cables aéreos del tipo ACSR calibre 1113 MCM y por el lado de 115000 V se conecta a la barra uno.

El Terciario está conectado a una barra formada por cuatro tubos de aluminio de 5” por fase, los cuales forman la conexión delta, uno de los cuales está conectado al neutro común de cada uno de los autotransformadores que se encuentren en operación El tipo de enfriamiento es OA/FA1/FA2, donde el enfriamiento de clase OA es enfriamiento por la circulación natural del aceite y el de clase FA1 Y FA2 es enfriamiento del aceite por aire forzado por medio de motoventiladores instalados sobre los radiadores del autotransformador, la sobre elevación de temperatura es 55° C. a 1 000 metros sobre el nivel del mar, las corrientes manejables en los distintos devanados son las siguientes: AT 502 A, en BT 904 A y en el terciario 1449 A. Cuenta con 21 derivaciones en total, 10 de estas se encuentran arriba del voltaje nominal, así como 10 debajo de este.

Subestación los RÍOS

Datos de placa del banco de autotransformadores

MARCA:	I. E. M.
TIPO:	ACORAZADO
CAPACIDAD:	25/33.33 MVA
TENSION NOMINAL:	230 Y T / 132.790 – 115 YT / 66.395 – 13.8 KV
CONEXIÓN:	ESTRELLA – ESTRELLA – DELTA
CAMIADOR AUTOMATICO DERIVACIONES BAJO CARGA:	DE 23 POSICIONES (+ - 10 PASOS DE 1 % C / U Y TRES POSICIONES CENTRALES INTERMEDIAS) EN ALTA TENSION
ALTITUD DE OPERACIÓN:	1 000 M. N. S. M.
ENFRIAMIENTO:	OA / FA
FRECUENCIA:	60 HZ.

Banco de Transformación.



Figura 13. Banco de Transformación los Ríos

Resultados

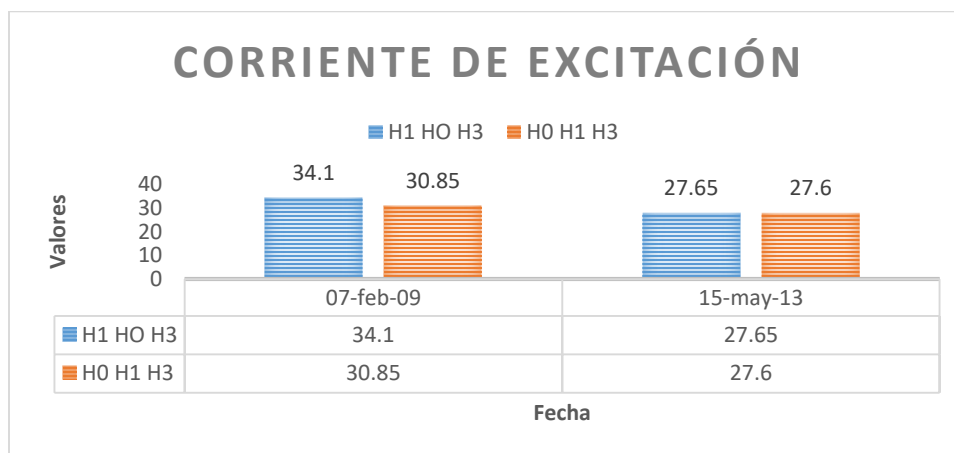
Subestación Eléctrica Macuspana Dos (MCD)

Pruebas a Transformadores: AT-1 Macuspana Dos (MCD)

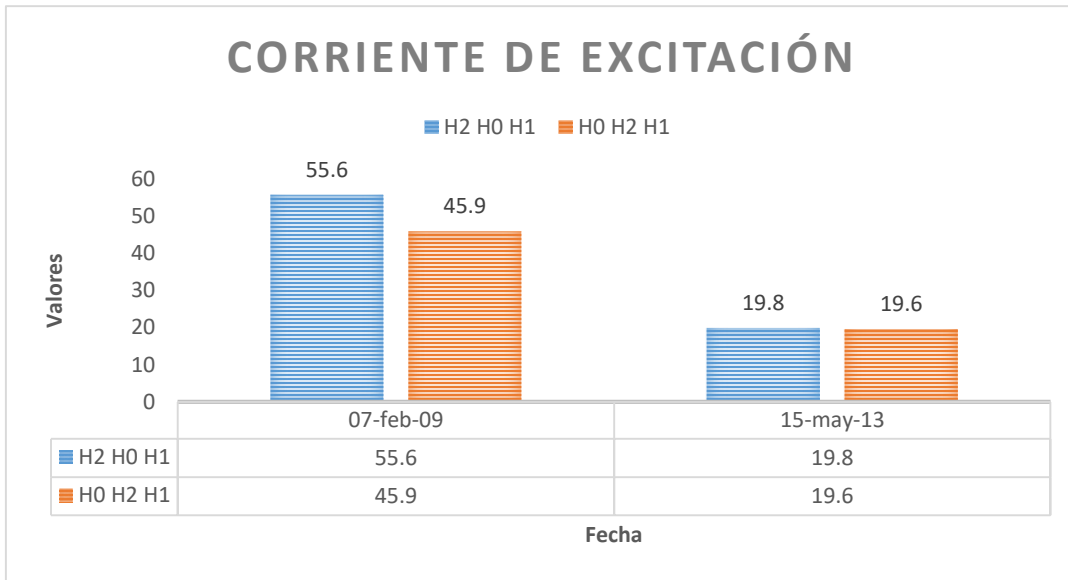
1.1.-Tabla de Pruebas de corriente de Excitación AT-1 MACUSPANA DOS (MCD)

Pruebas	P. de Corriente de Excitación	7L	Taps	Fechas	Fechas2
Pruebas					
Alta tensión en estrella	Alta Tensión en Estrella	Alta Tensión en Estrella			
Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	Taps	07-feb-09	15-may-13
H1	H0	H3		34.1	27.65
H0	H1	H3		30.85	27.6
Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	Taps	07-feb-09	15-may-13
H2	H0	H1		55.6	19.8
H0	H2	H1		45.9	19.6
Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	Taps	07-feb-09	15-may-13
H3	H0	H2		66.4	30.45
H0	H3	H2		58.6	30.45

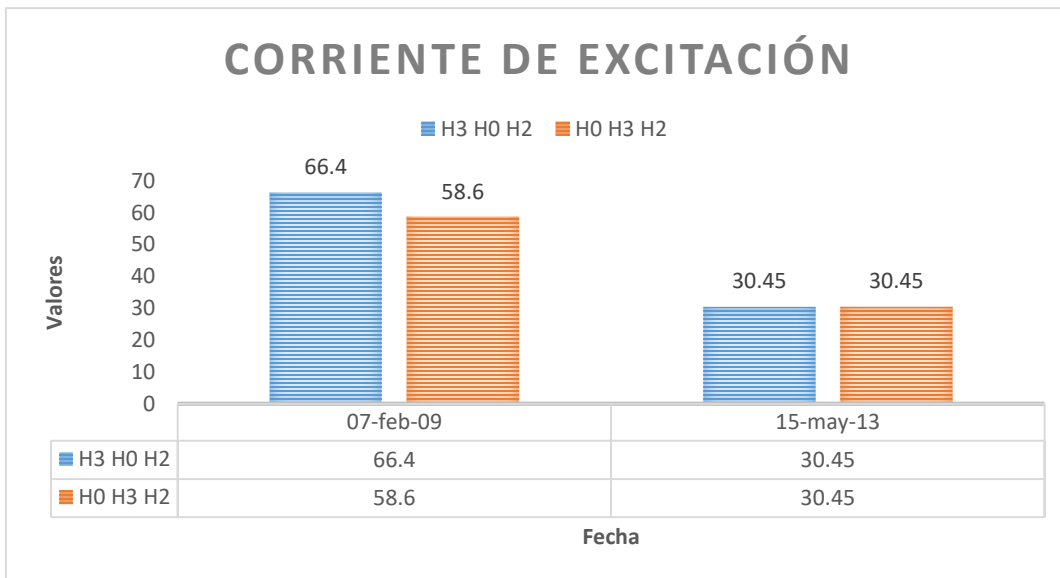
1.1.- Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Macuspana Dos



1.2.- Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Macuspana Dos



1.3.- Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Macuspana Dos



Análisis.

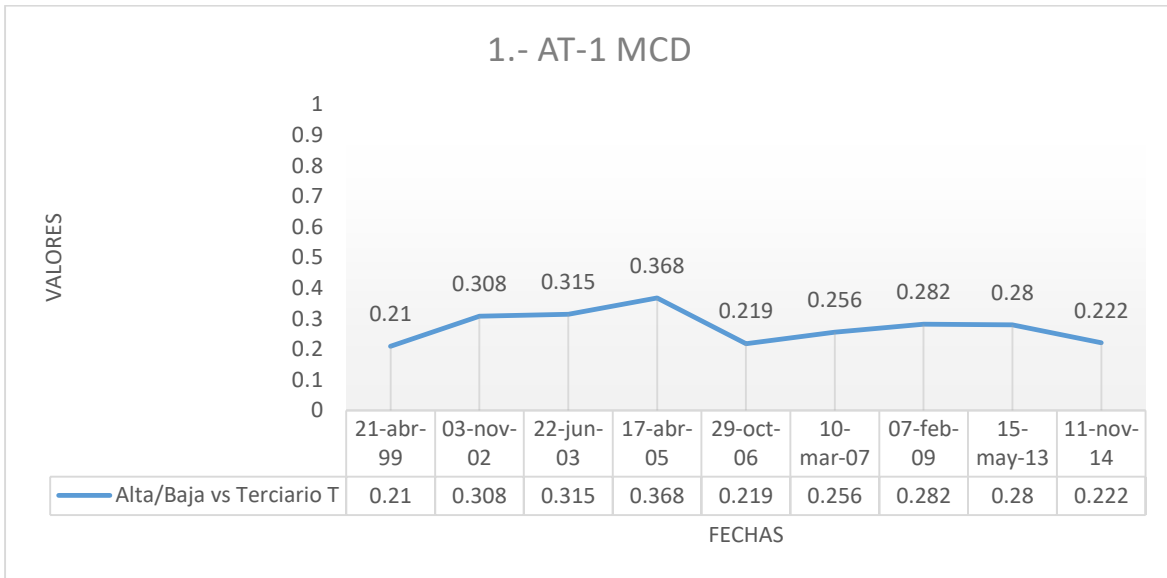
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores

aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, los valores que se obtuvieron en las pruebas hechas en el 07 de Febrero del 2009, se puede verificar y darse cuenta de que los valores entre la prueba principal y la prueba inversa, dan valores por arriba del porcentaje deseado, ya que están arriba del 5%, esto da a entender que hay algún problema en el equipo que está en proceso de medición, cuando los valores están por arriba de lo indicado puede llegar a provocarse cortos circuitos en espiras, espiras abiertas o deformaciones en los devanados. Mientras que en el año siguiente de aplicación, los valores ya están en un valor estándar donde los valores de la prueba principal y la prueba inversa, ya están por debajo del 5%, se puede notar que el error que se produjo en mediciones pasadas fue corregido y a la vez fue solucionado el problema, dando como resultado nuevos valores en la medición los cuales caben en el rango de aceptación de las normativas

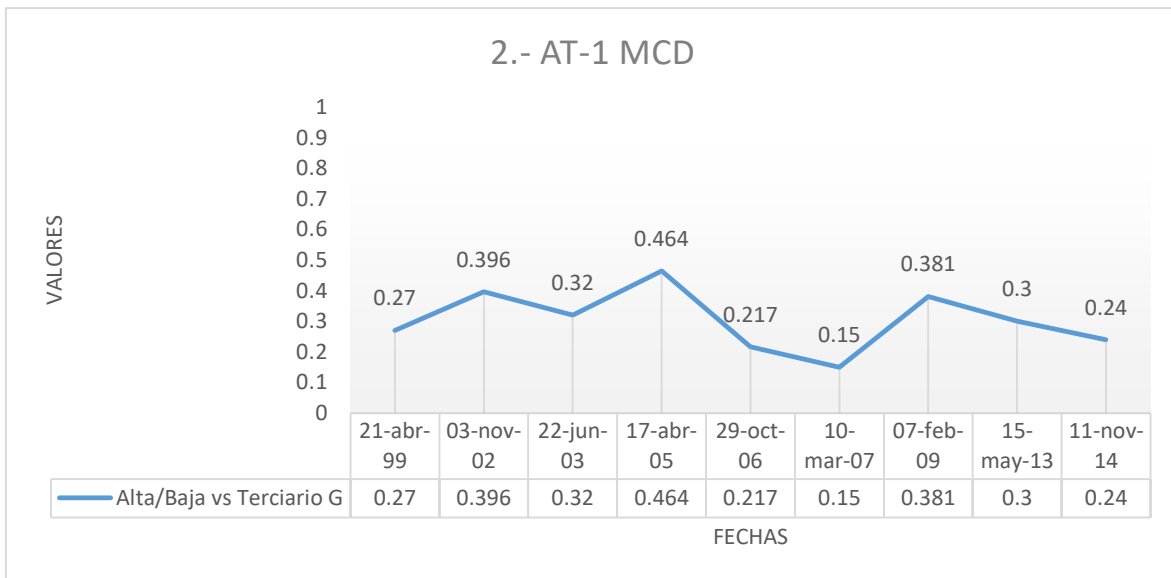
1.2.- Tabla de Prueba de Factor de Potencia AT-1 MCD

Prueba	Conexión	Conexión	Conexión2	n	Medición 2	Medición 3	Medición 4	Medición 5	Medición 6	Medición 7	Medición 8	Medición 9
	Devanado Energizado	devanado a tierra	devanado a Guarda	21-abr-99	03-nov-02	22-jun-03	17-abr-05	29-oct-06	10-mar-07	07-feb-09	15-may-13	11-nov-14
	ALTA/BAJA	TERCIARIO	-	0.21	0.308	0.315	0.368	0.219	0.256	0.282	0.28	0.222
	ALTA/BAJA	-	TERCIARIO	0.27	0.396	0.32	0.464	0.217	0.15	0.381	0.3	0.24
	TERCIARIO	ALTA/BAJA	-	0.31	0.331	0.107	0.287	0.285	0.282	0.305	0.3	0.152
	TERCIARIO	-	ALTA/BAJA	0.32	0.409	0.25	0.326	0.326	0.321	0.321	0.33	0.313
	ALTA/BAJA	TERCIARIO EN UST	TERCIARIO EN UST	0.14	0.294	0.218	0.231	0.434	0.805	0.286	0.26	0.182
	TERCIARIO	ALTA/BAJA EN UST	ALTA/BAJA EN UST	0.14	0.367	0.255	0.188	0.173	0.259	0.259	0.22	0.175

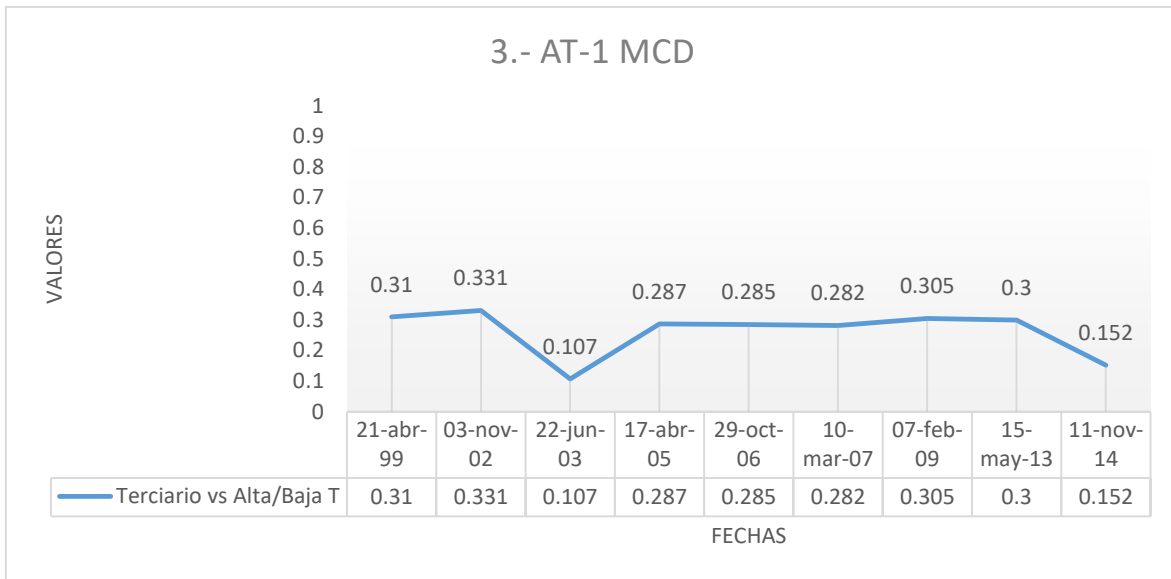
1.4.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Macuspana Dos



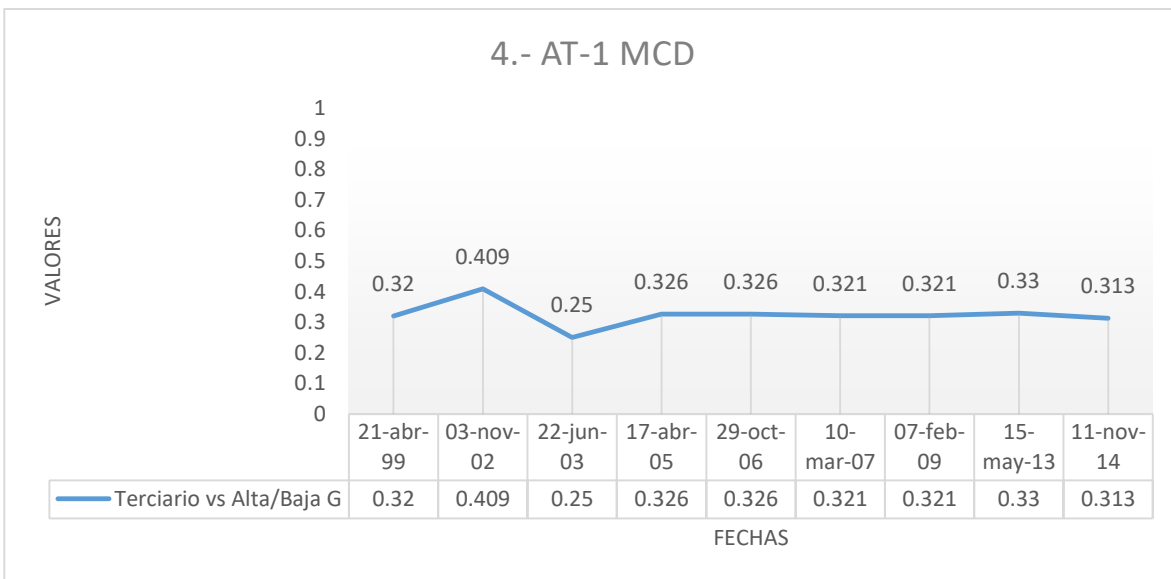
1.5.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Macuspana Dos



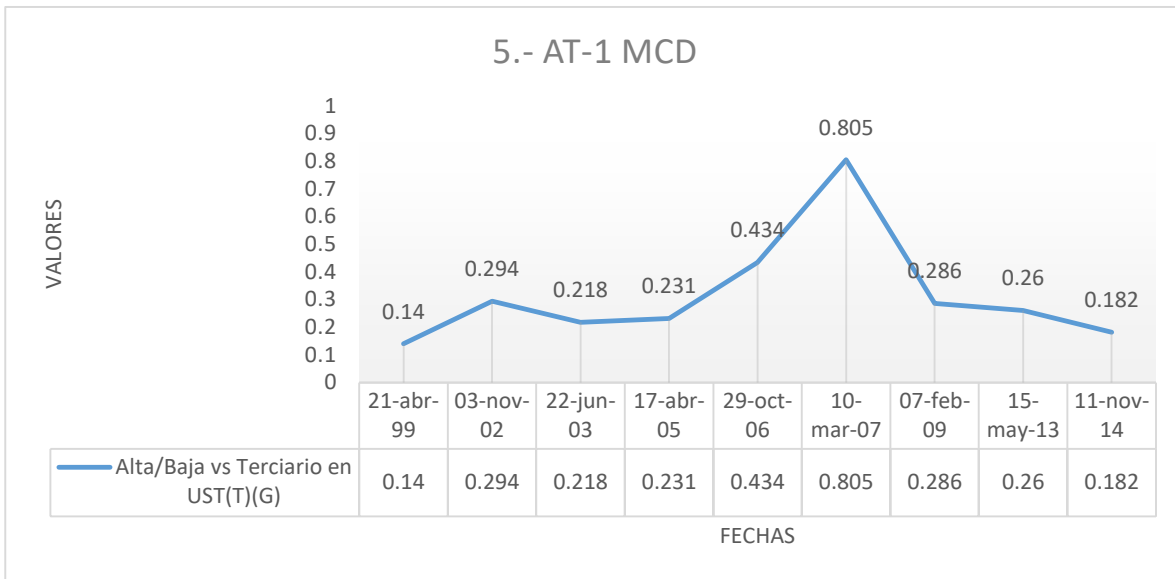
1.6.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Macuspana Dos



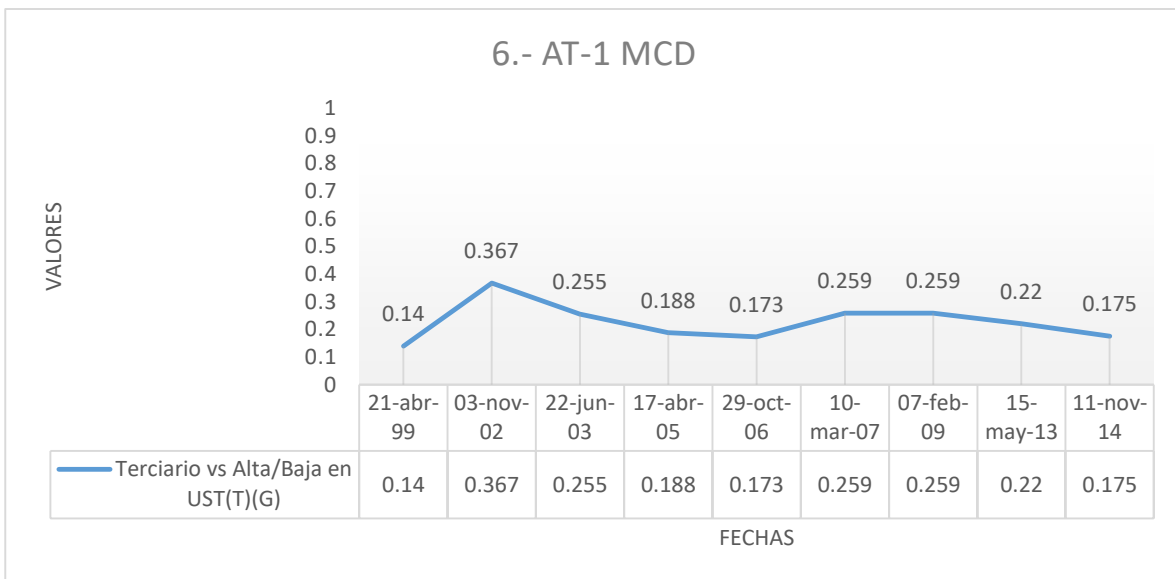
1.7.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Macuspana Dos



1.8.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Macuspana Dos



1.9.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Macuspana Dos



Análisis

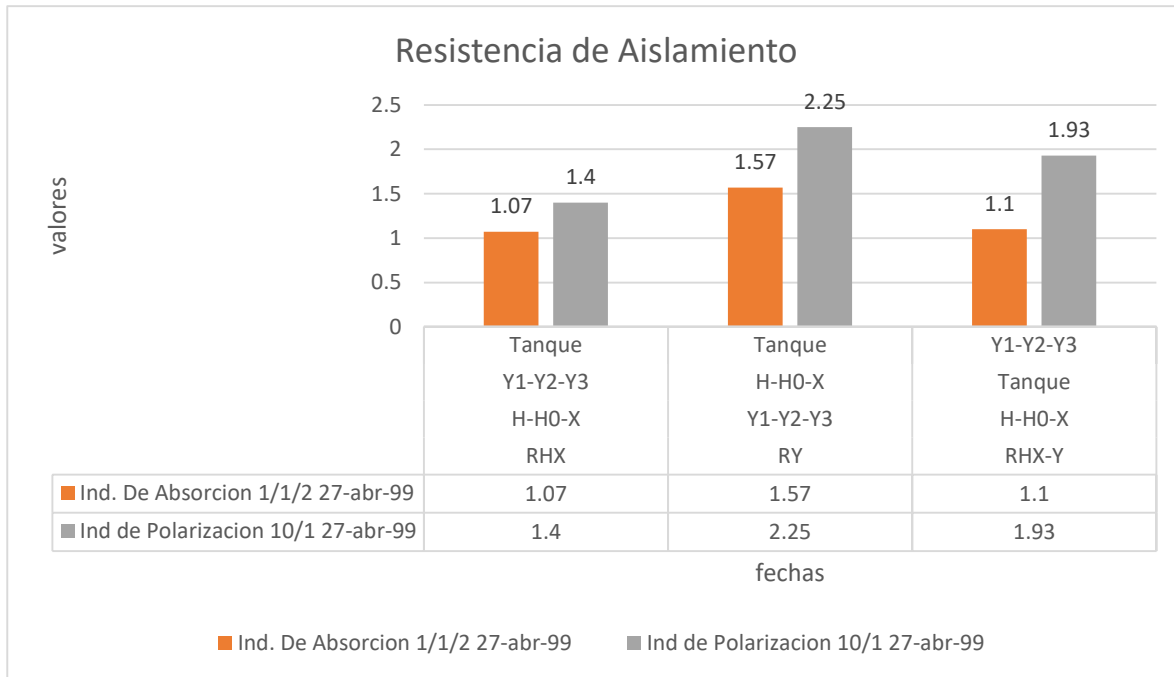
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las

tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Los valores ingresados en las tablas sirvieron para la creación de la graficas de tendencias, para así poder hacer un análisis más practico, mediante estas graficas al observar la tendencias que se generan, como se puede observar en las gráficas, la mayoría de las tendencia que se presentan son prácticamente de un carácter horizontal, con un poco de aumento y disminución en algunos valores, pero no perdiendo una continuidad, comparando con los datos presentes y datos pasados que se obtuvieron en las pruebas arrojaron valores menores al 1%, la única prueba que arrojó un valor alto, se presentó en el valor de 0.805 el valor que más se acercó a uno pero sin ningún riesgo, ya que en las siguientes pruebas el valor disminuyo, esto pudo haber se causado por una mala medición o algún fallo que fue arreglado, por tanto podemos dar la prueba como correcta.

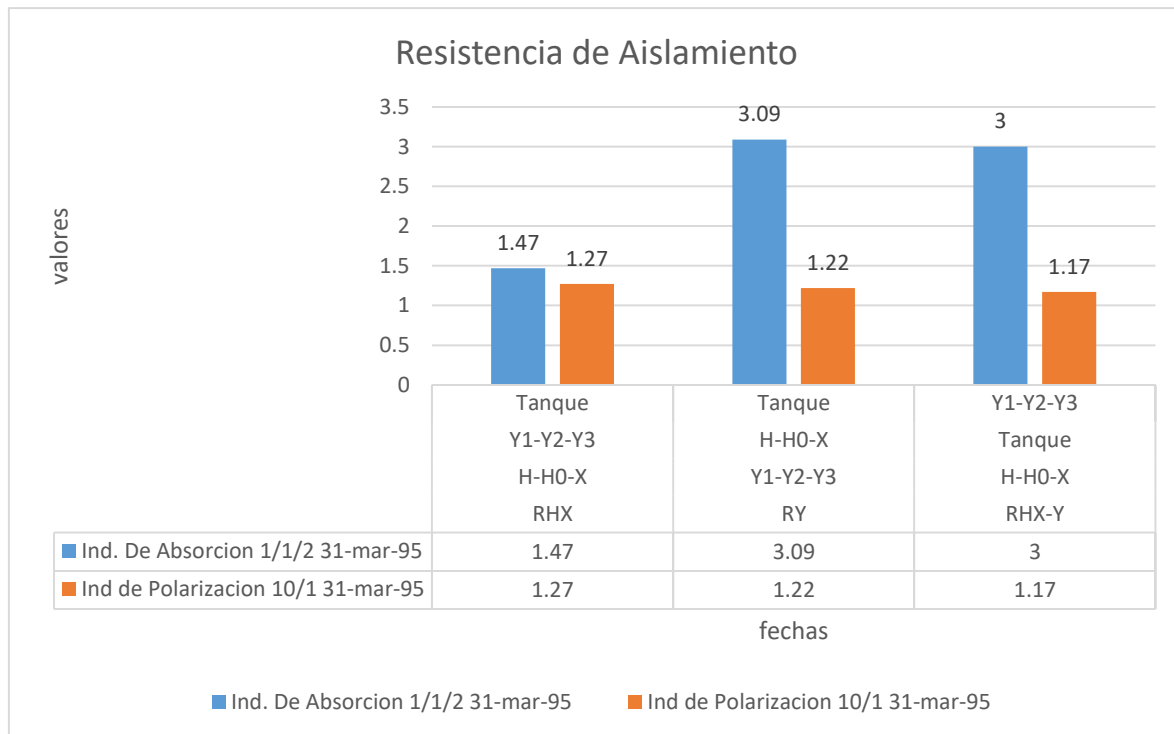
1.3.- Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Macuspana Dos

Conexiones de prueba	RHX	RY	RHX-Y
Conexiones de prueba			
	RHX	RY	RHX-Y
LINEA	H-H0-X	Y1-Y2-Y3	H-H0-X
GUARDA	Y1-Y2-Y3	H-H0-X	Tanque
TIERRA	Tanque	Tanque	Y1-Y2-Y3
27-abr-99			
Ind. De Absorción 1/1/2	1.07	1.57	1.1
Ind de Polarización 10/1	1.4	2.25	1.93
31-mar-95			
Ind. De Absorción 1/1/2	1.47	3.09	3
Ind de Polarización 10/1	1.27	1.22	1.17
04-mar-93			
Ind. De Absorción 1/1/2	1.125	1.2	1.23
Ind de Polarización 10/1	1.38	1.46	2.69
02-mar-91			
Ind. De Absorción 1/1/2	1.4	1.17	3.18
Ind de Polarización 10/1	1.1	1.14	1.12

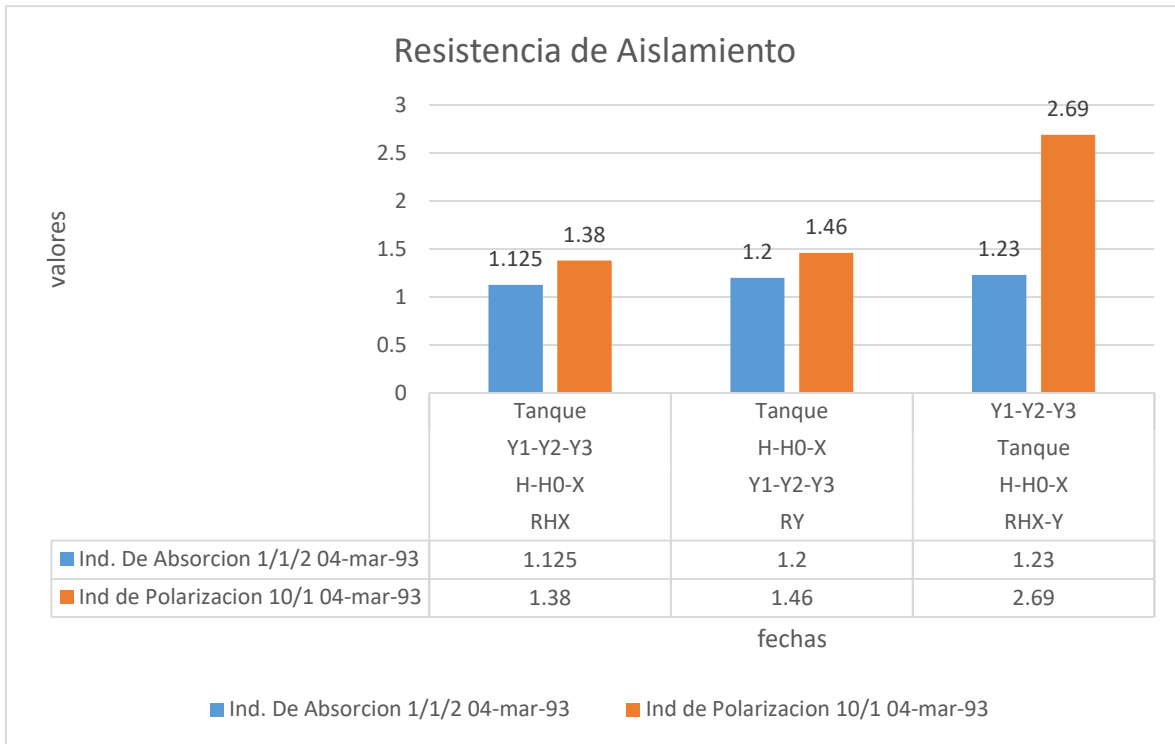
1.10.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Macuspana Dos



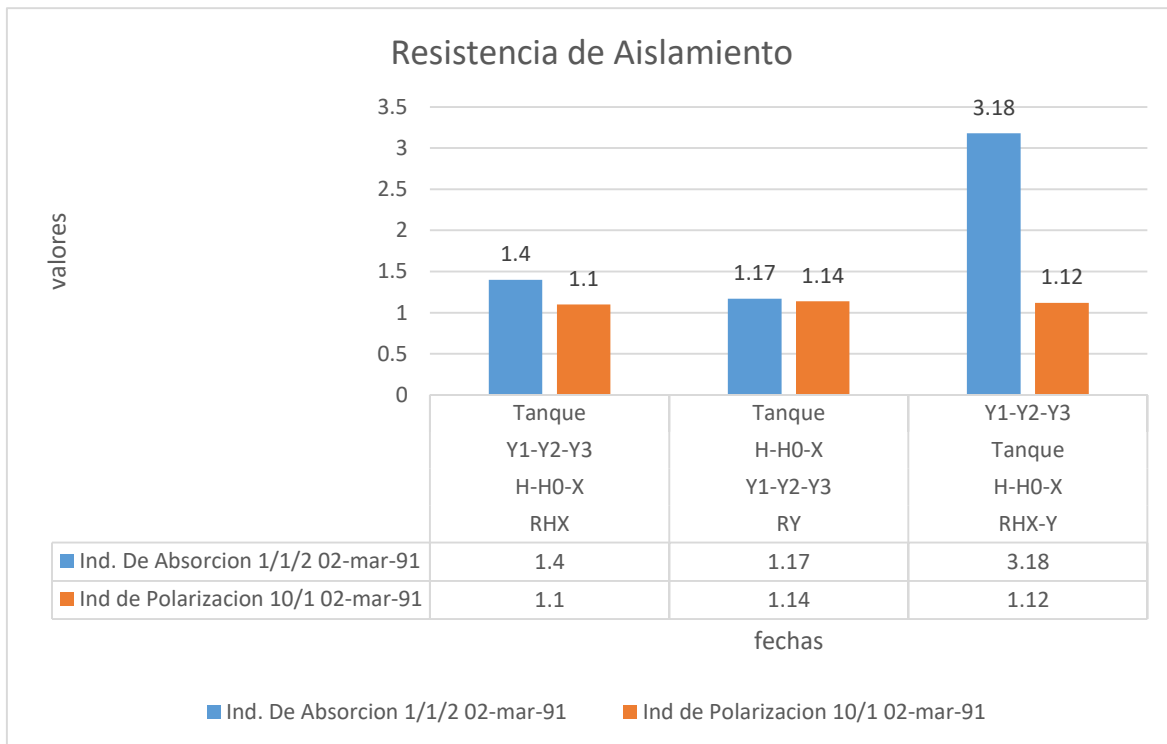
1.11.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Macuspana Dos



1.12.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Macuspana Dos



1.13.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Macuspana Dos



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

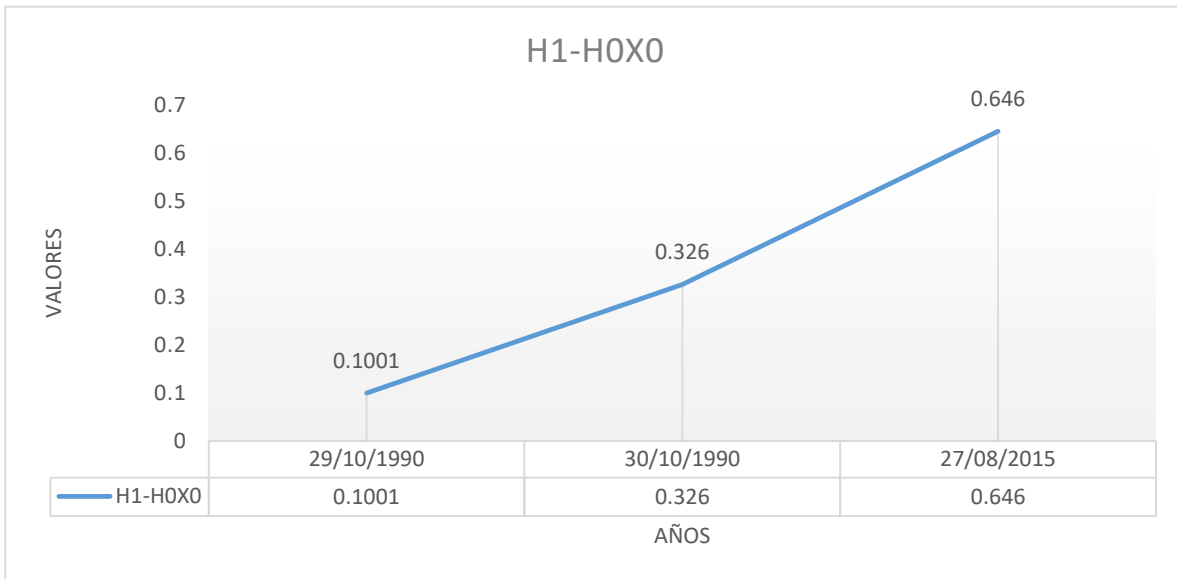
El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polaridad es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

En el análisis que se hace, notamos que el único modo de poder evaluar los valores son con los criterios que se tienen para índice de absorción y también para índice de polaridad, sin embargo otra manera fundamental de evaluar en especial este tipo de prueba, es mediante la graficación, ya que esto nos ayuda a ver la tendencia que lleva la prueba con el paso de los años, dándonos una idea de cómo está funcionando el equipo, en el diagnóstico de las pruebas se puede notar un incremento y una disminución de los valores de absorción, por tanto la prueba no está con valores constantes, en este caso se necesita localizar y eliminar las fallas que causan este problema.

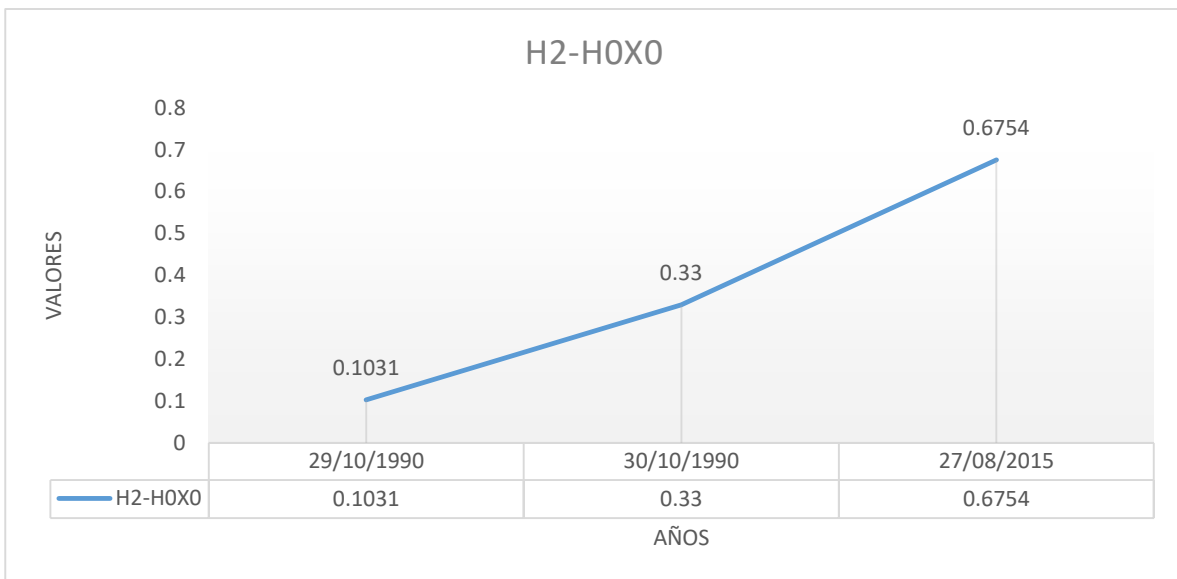
1.4.- Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Macuspana Dos

Devanado de A.T.H (Derivado Nominal)	Fechas	Fechas2	Fechas3
Fase	29/10/1990	30/10/1990	27/08/2015
H1-H0X0	0.1001	0.326	0.646
H2-H0X0	0.1031	0.33	0.6754
H3-H0X0	0.1022	0.33	0.672

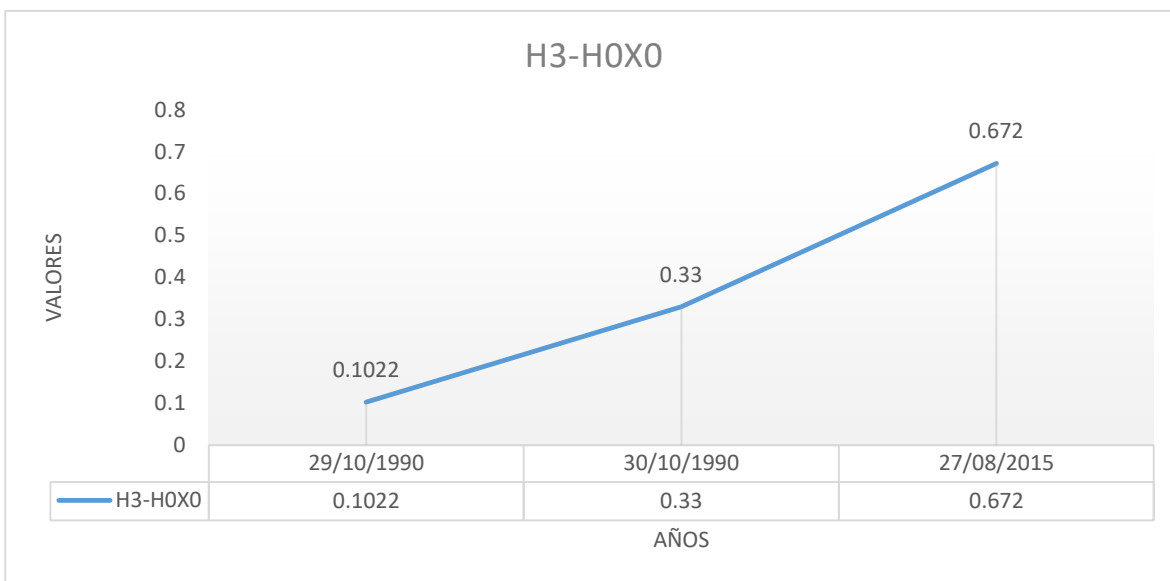
1.14.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Macuspana Dos



1.15.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Macuspana Dos



1.16.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Macuspana Dos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, el análisis en esta prueba no podrá ser hecho, ya que no se tiene los valores para poder hacer la comparación y así saber si está por abajo del rango especificado o por arriba y saber si tiene algún problema, sin embargo, para estos casos, lo que se puede hacer es cotejar los resultados obtenidos de la prueba con el historial de medidas o con las mediciones de puesta en servicio.

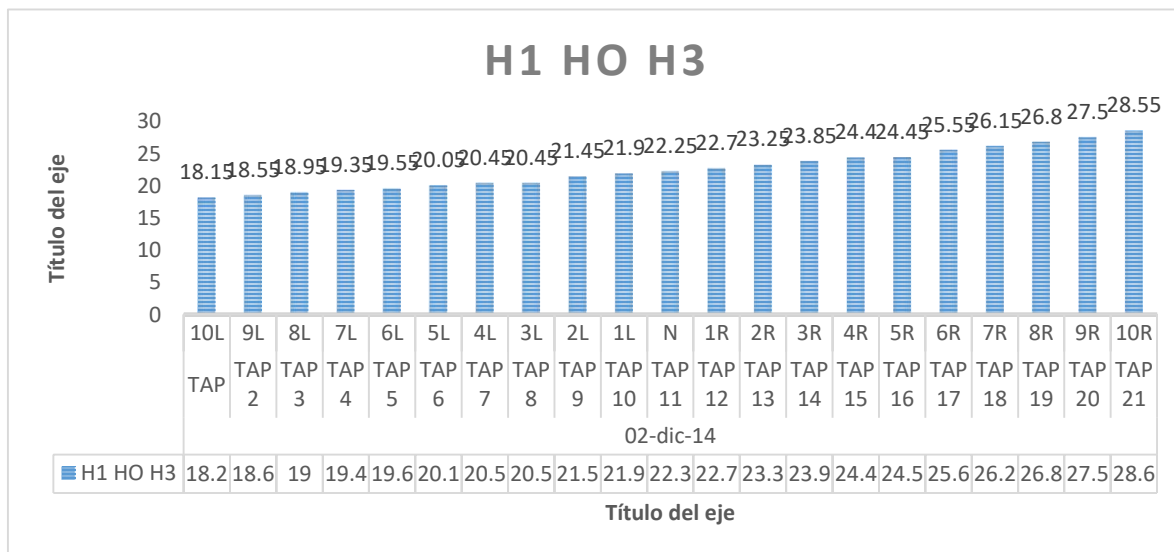
Pruebas a Transformadores: AT-1 Macuspana Dos (MCD)

2.1.- Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-2 Macuspana Dos

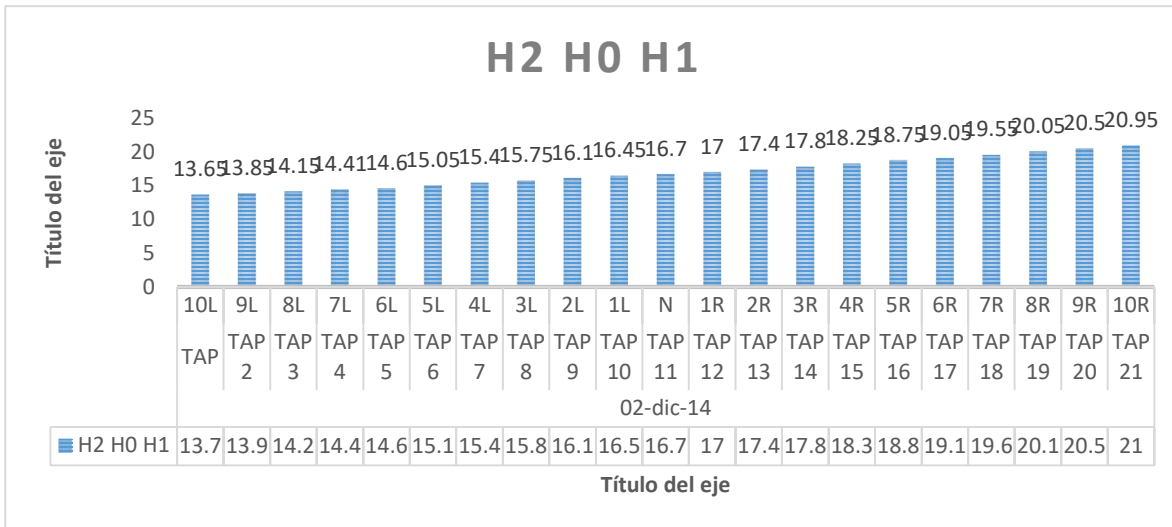
Conexiones	Conexiones	Conexiones	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P
			10L	9L	8L	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L
H1	HO	H3	18.15	18.55	18.95	19.35	19.55	20.05	20.45	20.45	21.45	21.9
H2	HO	H1	13.65	13.85	14.15	14.41	14.6	15.05	15.4	15.75	16.1	16.45
H3	HO	H2	19.45	19.85	20.2	20.6	21.21	21.45	22.22	22.4	22.9	23.35

Conexiones	Conexiones	Conexiones	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P	TA P
			N	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	8R	9R	10R
H1	HO	H3	22.25	22.7	23.25	23.85	24.4	24.45	25.55	26.15	26.8	27.5	28.55
H2	HO	H1	16.7	17.17	17.4	17.8	18.25	18.75	19.05	19.55	20.05	20.5	20.95
H3	HO	H2	23.65	24.4	24.95	25.65	26.25	27.05	27.8	28.8	29.75	30.45	31.2

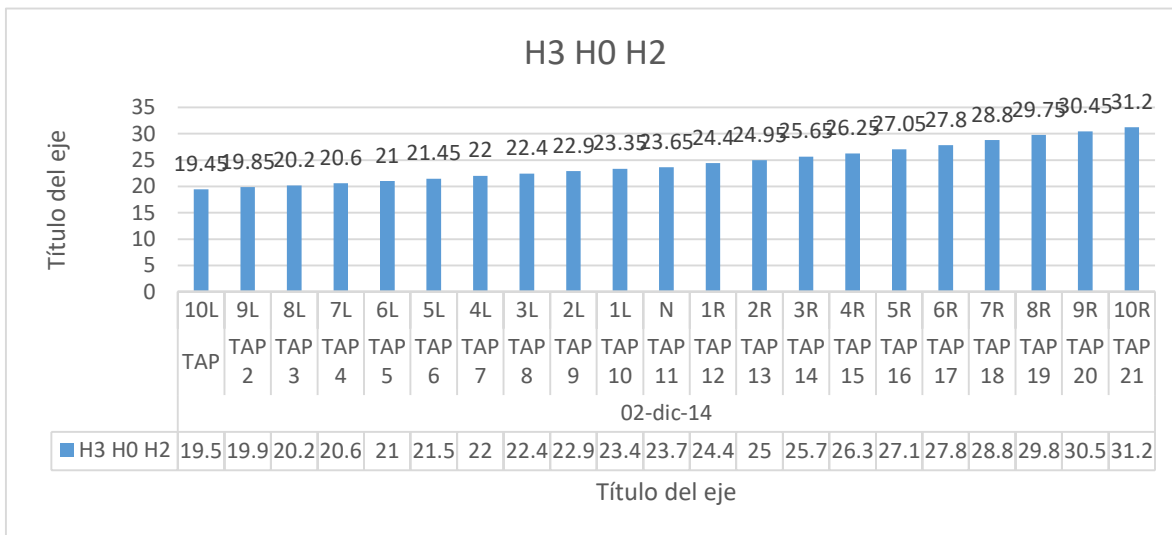
2.1.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Macuspana Dos



2.2.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Macuspana Dos



2.3.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Macuspana Dos



Análisis.

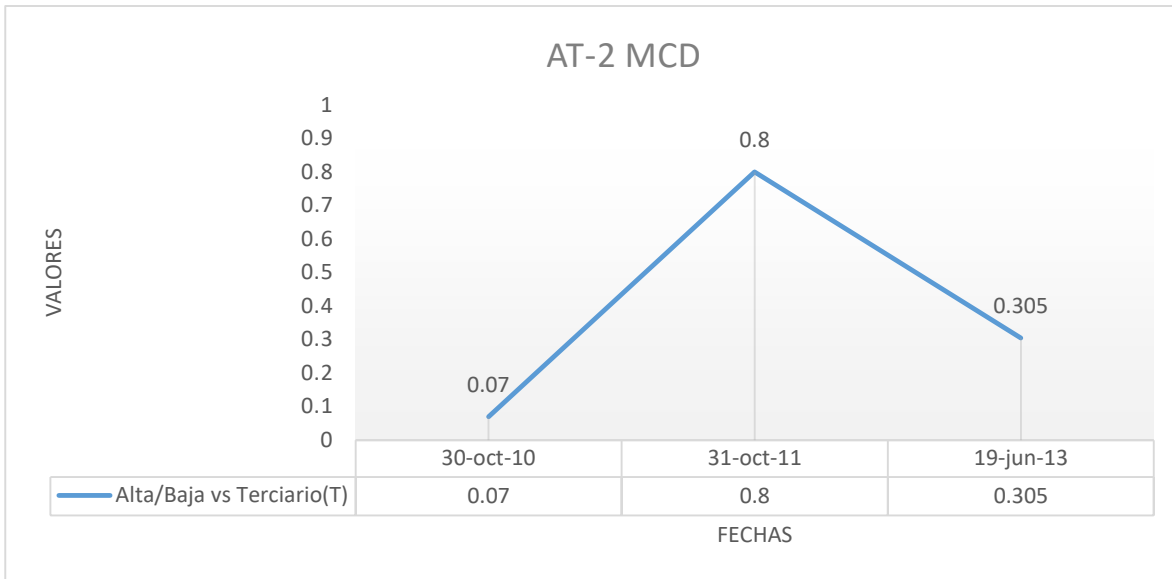
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como se puede ver en las tablas y también a su vez en las gráficas, las cuales nos

presentan los datos que se recaudan durante periodos, podemos decir, que la prueba no tienen ningún tipo de problema, que son parámetros aceptables, conforme a lo que nos pide el reporte de pruebas, también a su vez tenemos la parte de la gráfica con la cual también podemos guiarnos y dar una idea de cómo está el equipo, con la gráfica que se tiene podemos ver el incremento de los valores, los cuales están en un buen estado, ya que cada medición va aumentando en parámetros constantes, si en dado caso un parámetro subiera a un valor muy alto, ahí es donde se tendría un problema, pero mientras los valores suban con un valor que no esté fuera del rango, podemos decir que los valores son aceptables, el equipo se encuentra en buen estado, sin riesgo a alguna falla.

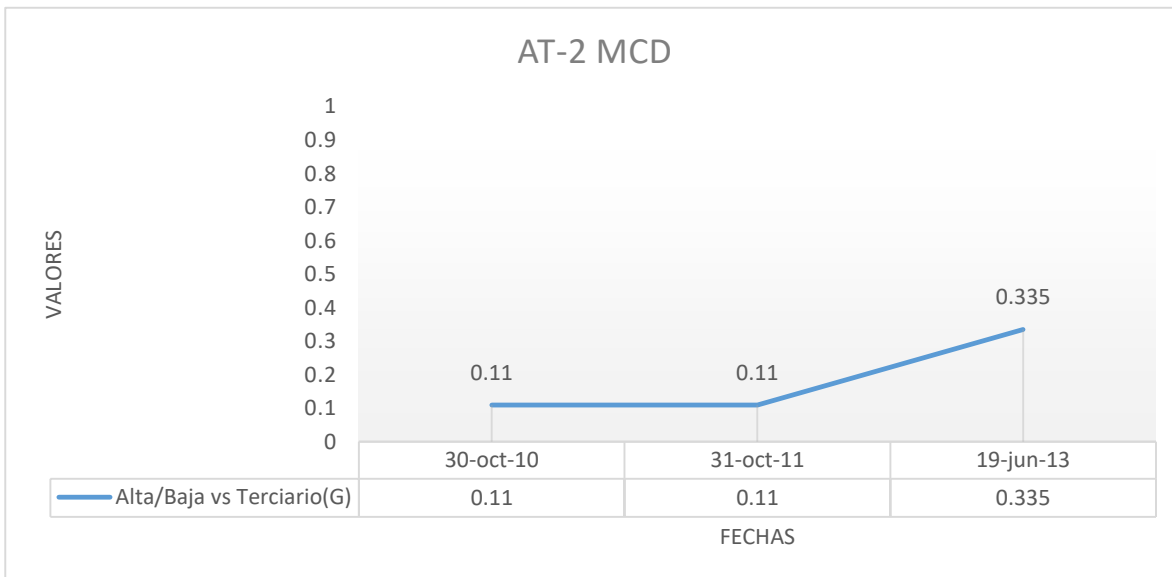
2.2.- Prueba de Factor de Potencia AT-2 Macuspana Dos

Prueba	Conexiones de prueba	de Conexiones de prueba	de Conexiones de prueba	MEDI DO	MEDI DO	MEDI DO
AT-1 MCD	Devanado Energizado	devanado a tierra	devanado a Guarda	30- oct-10	31- oct-11	19- jun-13
1	ALTA/BAJA	TERCIARIO	-	0.07	0.8	0.305
2	ALTA/BAJA	-	TERCIARIO	0.11	0.11	0.335
3	TERCIARIO	ALTA/BAJA	-	0.08	0.08	0.319
4	TERCIARIO	-	ALTA/BAJA	0.1	0.09	0.337
5	ALTA/BAJA	TERCIARIO EN UST	TERCIARIO EN UST	0.04	0.03	0.25
6	TERCIARIO	ALTA/BAJA EN UST	ALTA/BAJA EN UST	0.02	0.01	.25

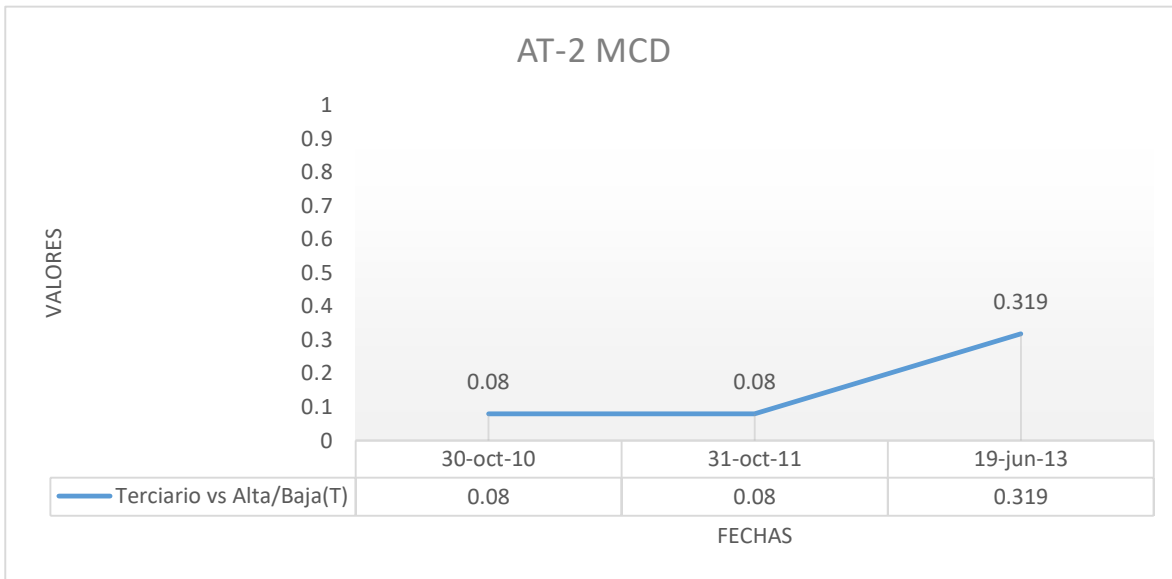
2.4.-Grafica de Factor de potencia AT-2 Macuspana Dos



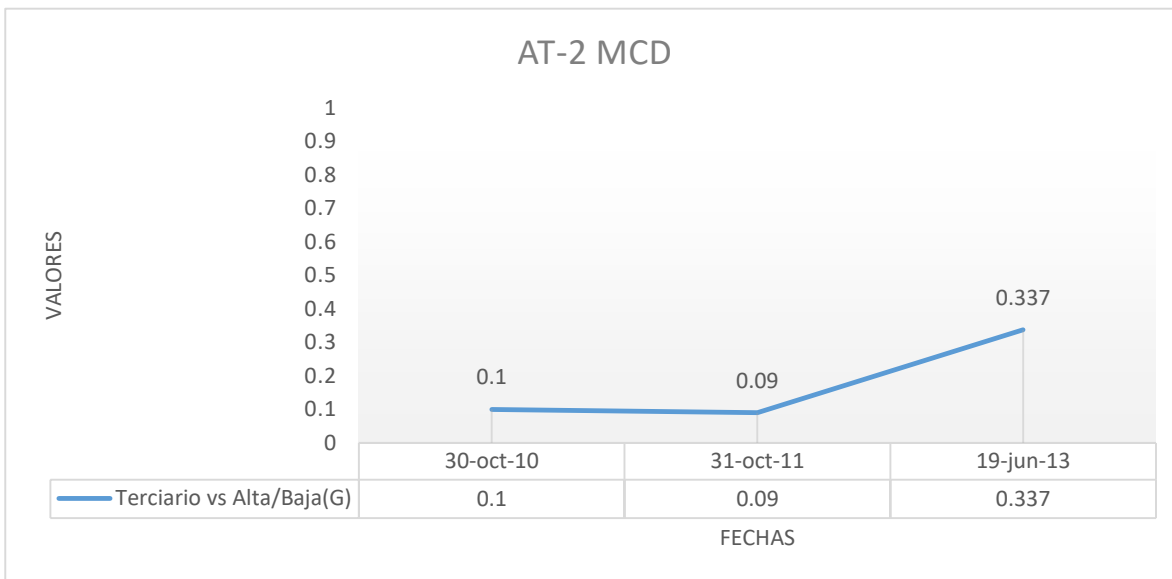
2.5.-Grafica de Factor de potencia AT-2 Macuspana Dos



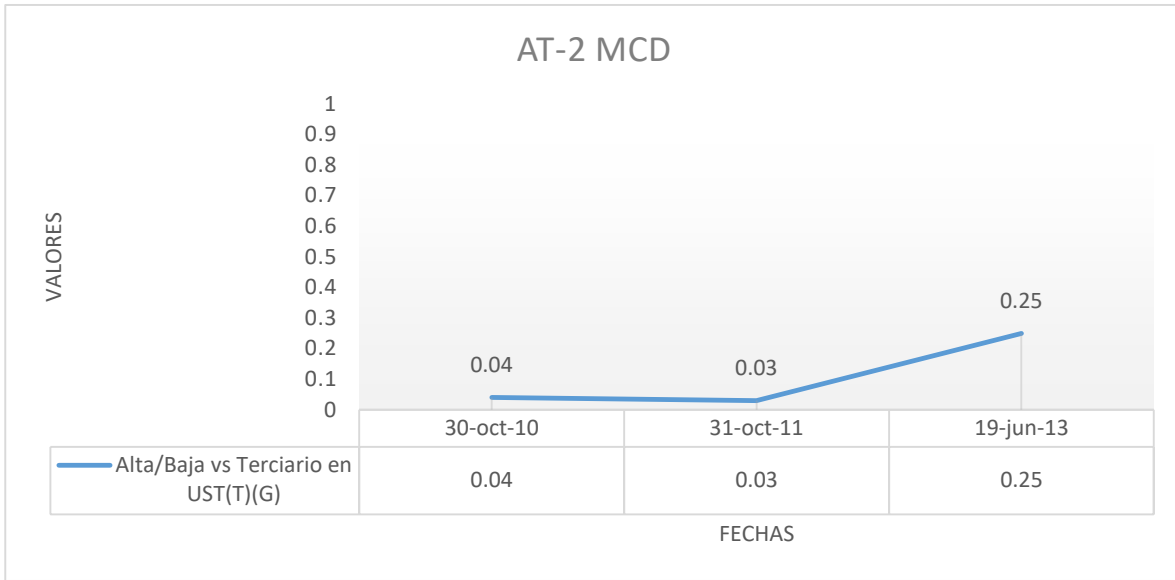
2.6.-Grafica de Factor de potencia AT-2 Macuspana Dos



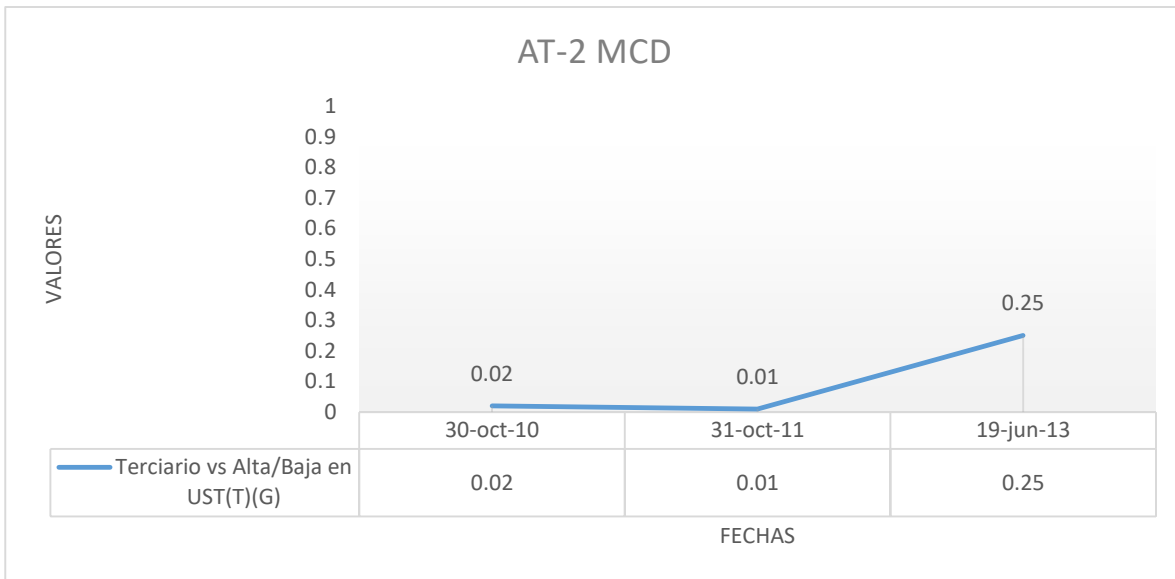
2.7.-Grafica de Factor de potencia AT-2 Macuspana Dos



2.8.-Grafica de Factor de potencia AT-2 Macuspana Dos



2.9.-Grafica de Factor de potencia AT-2 Macuspana Dos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las

tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Como podemos darnos cuenta haciendo el análisis e las pruebas, podemos ver que en la única prueba que se ve una diferencia es en la primera gráfica, donde se empieza con un valor bajo y aumenta drásticamente, para volver a caer, esto podría deberse a una mala conexión del equipo o una medición errónea por parte del personal, aunque sigue siendo un valor aceptable, ya que está por debajo de lo que se pide que es 1%, después las demás graficas podemos notar como la mayoría de las gráficas tienen la misma tendencia, esto nos da la indicación que el equipo no presenta ningún fallo y está en valores estándar con los cuales se puede contar que son correctos.

2.3.- Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-2 Macuspana Dos

R.A.		
Tiempo de PBA en Min.	Línea: HX	Línea: HX
	Guarda: -	Guarda: Tanque
	Tierra: Tanque	Tierra: Y
IND.Absor. 1/1/2	1.23	2.4
IND.POL.10/1	1.73	2.65
IND.Absor. 1/1/2	1	1
IND.POL.10/1	1.02	1.06

Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje. En este análisis no se podrá graficar debido a la falta de mayores pruebas en el equipo. En el caso de esta prueba como podemos observar. En este caso como se puede observar en la tablas los valores

tanto de índice de absorción y índice de polarización están en rangos a bajo de las especificación que se dan, y no están en valores constantes en la primera prueba, mientras que en la segunda prueba se encuentran un valor constante por lo que se podría analizar que los valores anteriores fueron localizados y corregidos para así eliminar la causa de la mala medición que se dio, por lo tanto aunque está en un valor bajo pero son valores constantes se puede dar por buenas, sin embargo, sigue es tanto por debajo de lo pedido y esto requiere que sean checados y verificar así el porqué de la medición incorrecta.

2.4.- Prueba de Resistencia Óhmica AT-2 Macuspana Dos

TAP-1			
Devanado de AT.H (DERIV.NOM.)		Devanado de B.T.X (Deriv.Nom.)	
FASE	LECTURA	FASE	LECTURA
H1(A)	0.542	X1(A)	0.232
H2(B)	0.542	X2(B)	0.232
H3[C]	0.542	X3[C]	0.232
TAP-12			
FASE	LECTURA	FASE	LECTURA
H1(A)	0.542	X1(A)	0.232
H2(B)	0.542	X2(B)	0.232
H3[C]	0.542	X3[C]	0.232
TA-23			
FASE	LECTURA	FASE	LECTURA
H1(A)	0.542	X1(A)	0.232
H2(B)	0.542	X2(B)	0.232
H3[C]	0.542	X3[C]	0.232

Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores

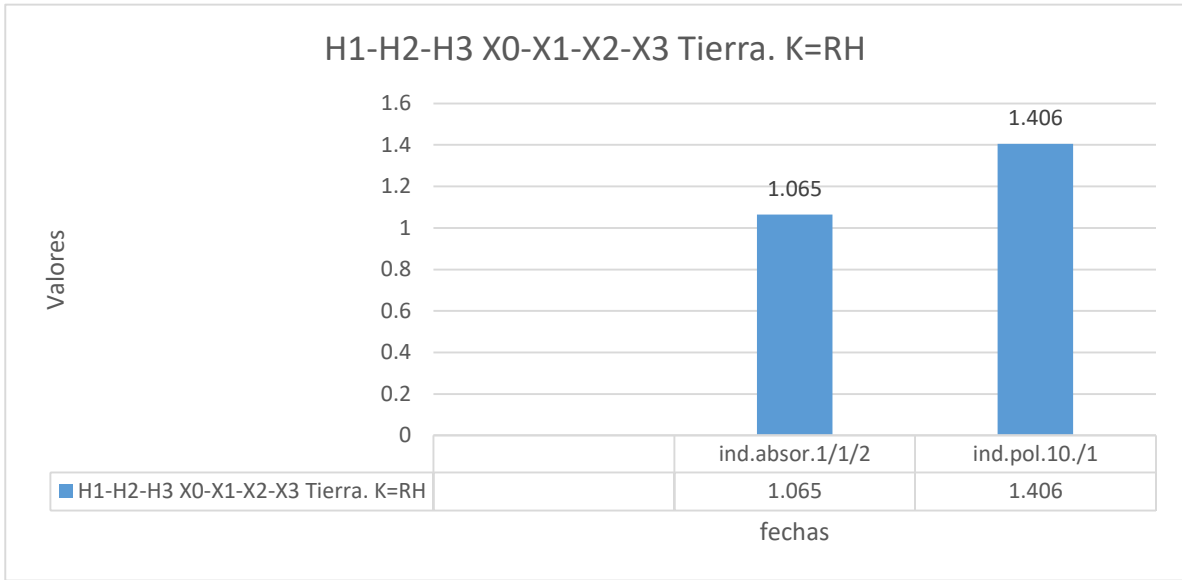
y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, en el caso del análisis de la tabla que se tiene, podemos detectar que no hay ninguna anomalía en las mediciones hechas, que están prácticamente en las mismas tomas de mediciones, por lo tanto el equipo se puede dar por pruebas en correctas condiciones y decir que el equipo está estable y sin ningún problema.

Prueba a Transformadores: T3 MCD

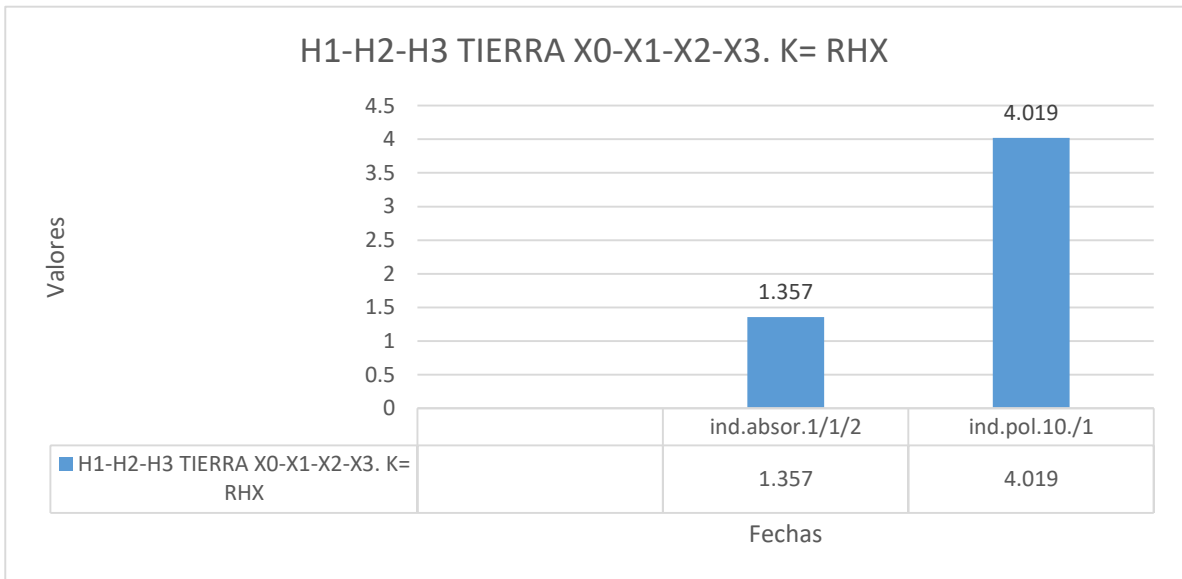
3.1.- Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento.

PRUEBA	1	2	3	4
LINEA	H1-H2-H3	H1-H2-H3	X0-X1-X2-X3	H1 H2 H3-X0 X1 X2 X3
GUARDA	X0-X1-X2-X3	TIERRA	H1-H2-H3	
TIERRA	Tierra. K=RH	X0-X1-X2-X3. K= RHX	Tierra. K= RX	Tierra. K=RH+RX
ind.absor.1/1/2	1.065	1.357	1.44	1.26
ind.pol.10./1	1.406	4.019	2.56	1.87

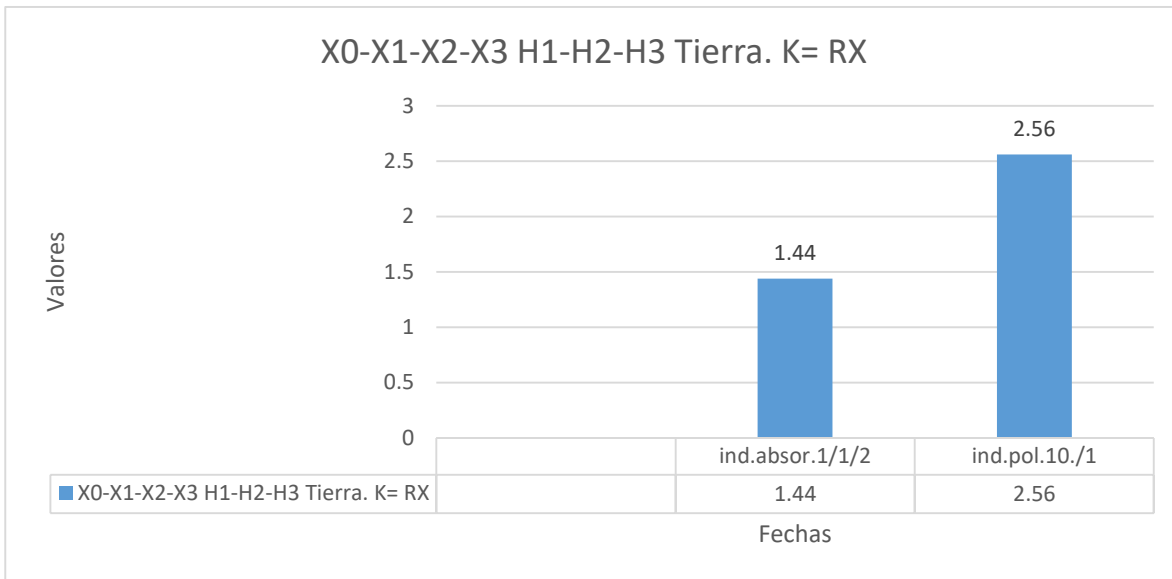
3.1.-Grafica de Resistencia de aislamiento T3 Macuspana Dos



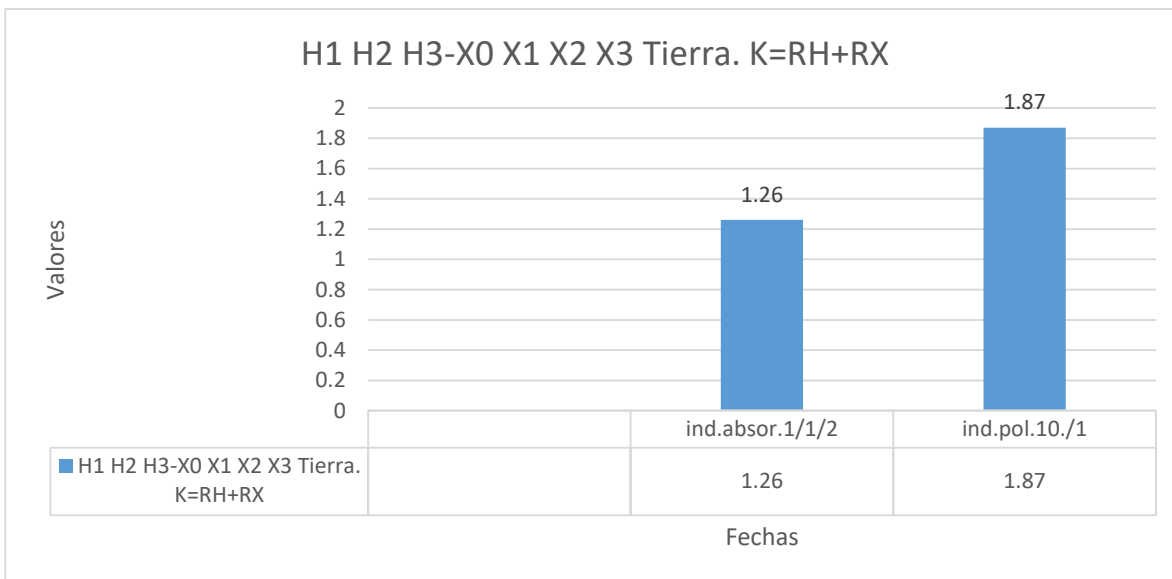
3.2.-Grafica de Resistencia de aislamiento T3 Macuspana Dos



3.3.-Grafica de Resistencia de aislamiento T3 Macuspana Dos



3.4.-Grafica de Resistencia de aislamiento T3 Macuspana Dos



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

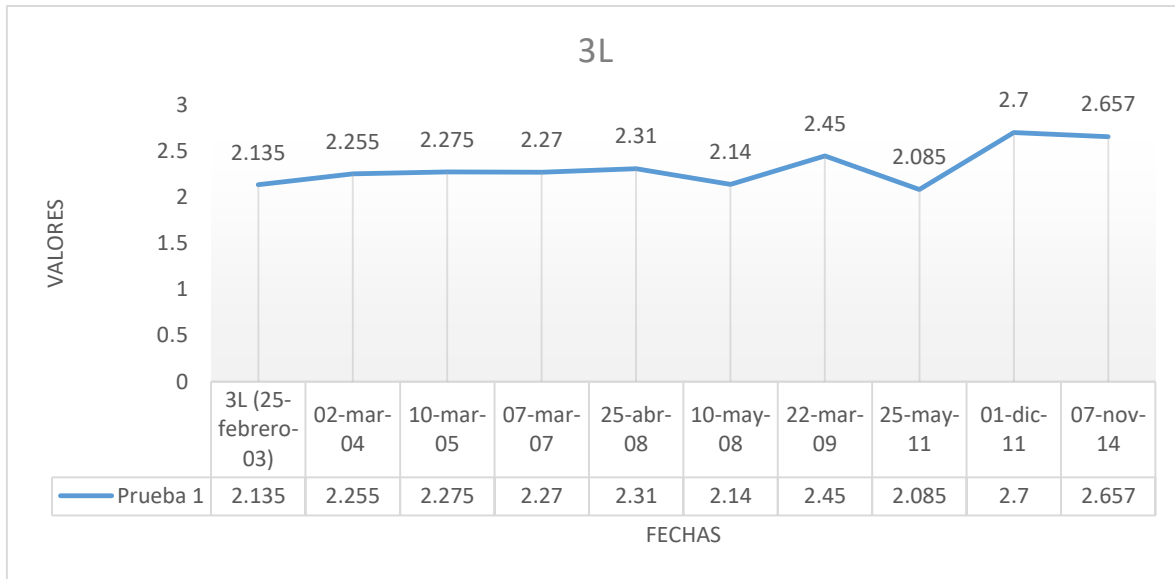
En este caso el análisis que podemos obtener mediante la tabla y las gráficas, que nos dan una idea de cómo está el equipo, es que el los resultados del índice de absorción son constantes sin embargo están por debajo de los valores de criterio de aceptación que es 1.45 y en el caso del índice de polaridad, están por arriba del criterio de aceptación por lo tanto se podrían dar como valores de aceptación, sin embargo aun así se tiene que verificar el equipo y revisar nuevamente para localizar y eliminar la causa, antes de que pudiera llegar a dañar el equipo o corregir algún daño que aun este en tiempo temprano de corregirse.

Pruebas a Transformadores: T4 MCD

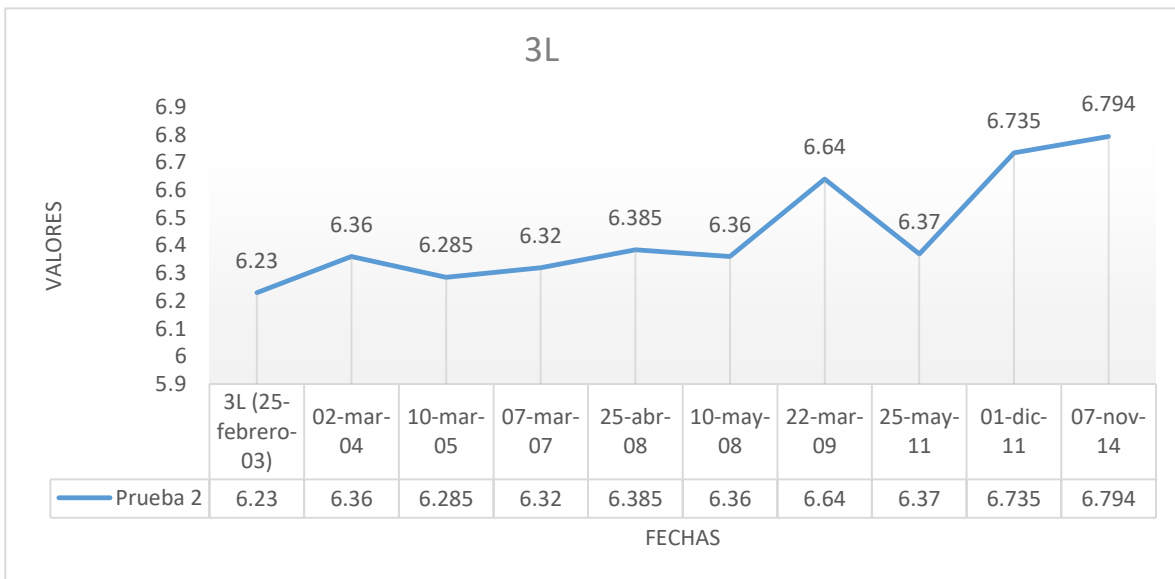
4.1.- Prueba de Corriente de Excitación T4-Macuspana Dos

Fechas	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Prueba 4	Prueba 5	Prueba 6
3L (25-febrero-03)	2.135	6.23	6.4	2.15	6.225	6.4
02-mar-04	2.255	6.36	6.24	2.26	6.39	6.2
10-mar-05	2.275	6.285	6.255	2.275	6.315	6.24
07-mar-07	2.27	6.32	6.45	2.3	6.32	6.415
25-abr-08	2.31	6.385	6.48	2.27	6.67	6.47
10-may-08	2.14	6.36	6.42	2.11	6.32	6.4
22-mar-09	2.45	6.64	6.47	2.5	6.7	6.44
25-may-11	2.085	6.37	6.34	2.095	6.31	6.3
01-dic-11	2.7	6.735	6.63	2.705	6.79	6.615
07-nov-14	2.657	6.794	6.728	2.697	6.783	6.687

4.1.- Graficas de Corriente de Excitación T4 Macuspana Dos



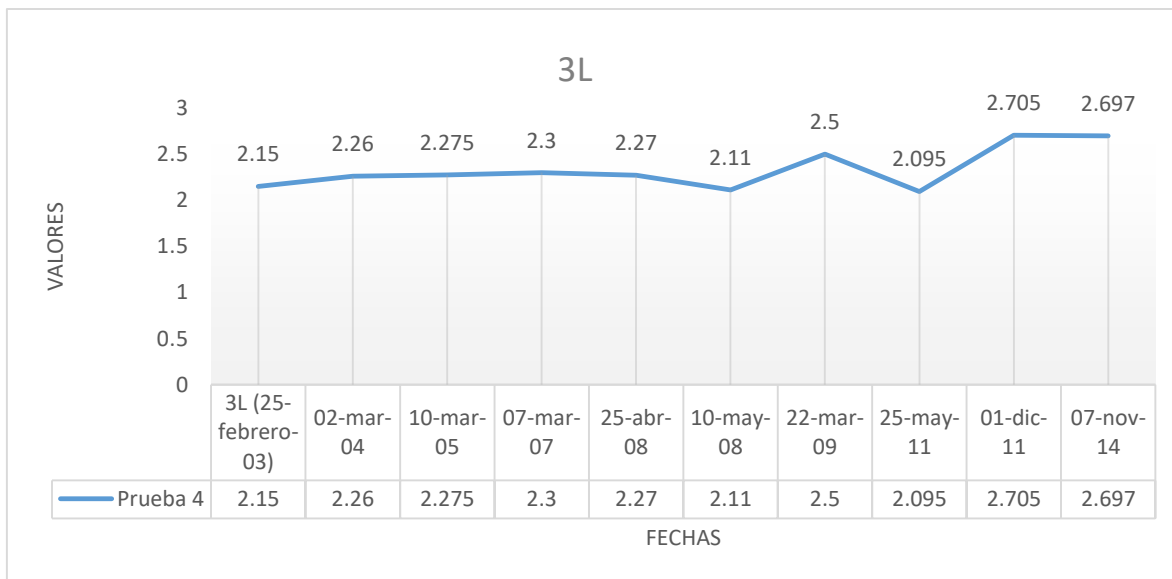
4.2.- Graficas de Corriente de Excitación T4 Macuspana Dos



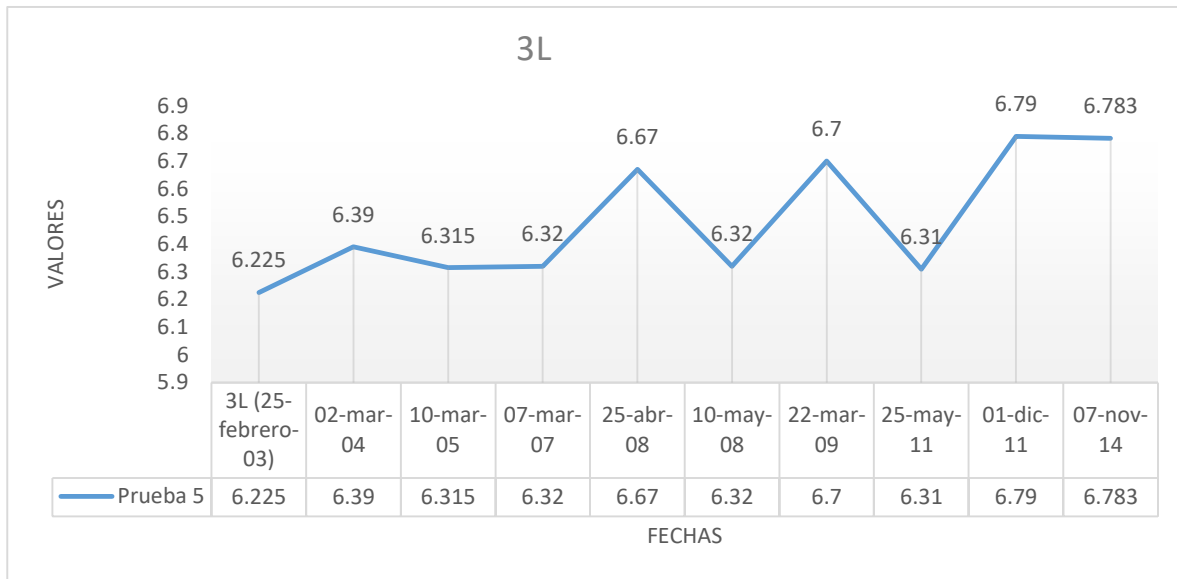
4.3.- Graficas de Corriente de Excitación T4 Macuspana Dos



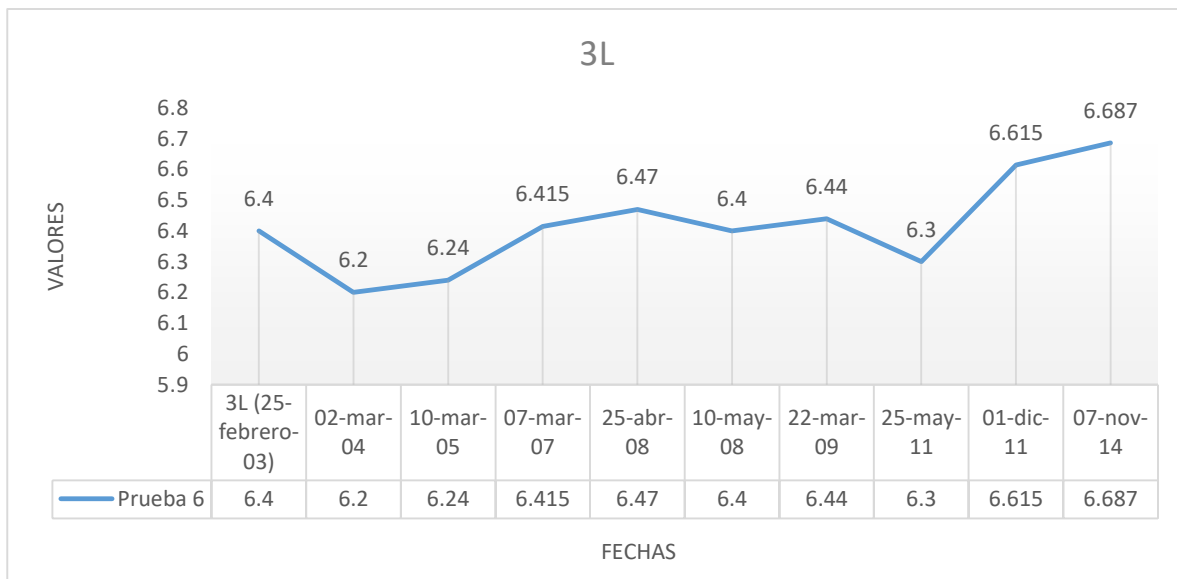
4.4.- Graficas de Corriente de Excitación T4 Macuspana Dos



4.5.- Graficas de Corriente de Excitación T4 Macuspana Dos



4.6.- Graficas de Corriente de Excitación T4 Macuspana Dos



Análisis

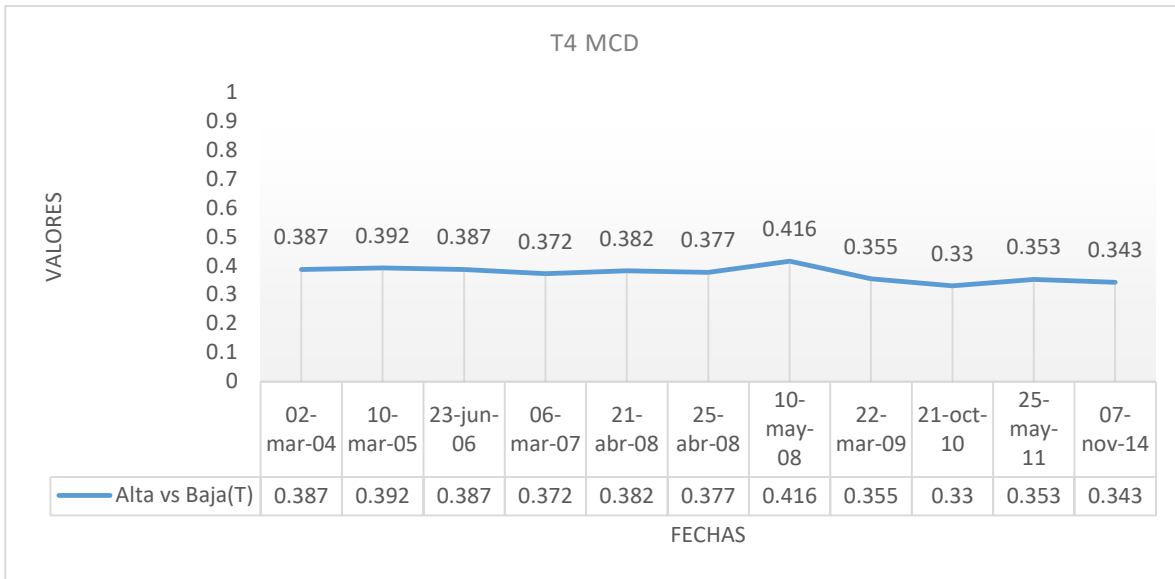
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores

aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, con las tablas y graficas hechas podemos hacer un análisis acorde a lo que se necesita y en este caso, tener en cuenta si el equipo puede llegar a presentar una falla, o puede tener una falla, pero lo primordial es anticipar con el diagnostico posibles fallos que puedan ocasionar perdidas en el equipo. Por lo tanto dando un análisis de las gráficas conjunto a la tabla podemos dar el diagnostico de que el equipo se encuentra en buenas condiciones ya que ninguna de las mediciones excede del 5% que se tiene como estándar, además de que guiándonos de la gráfica, podemos notar que no hay muchas variaciones que indican que no hay ningún síntoma de anomalías.

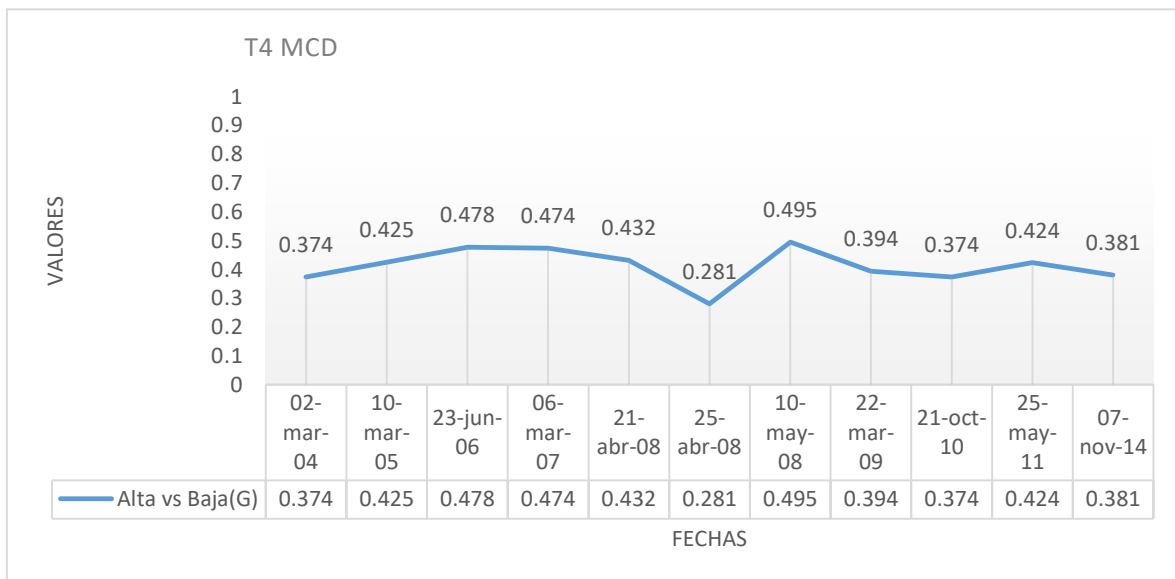
4.2.- Prueba de Factor de Potencia T4-Macuspana Dos

Devana do	02-mar-04	10-mar-05	23-jun-06	06-mar-07	21-abr-08	25-abr-08	10-may-08	22-mar-09	21-oct-10	25-may-11	07-nov-14
	0.387	0.392	0.387	0.372	0.382	0.377	0.416	0.355	0.33	0.353	0.343
BAJA	0.374	0.425	0.478	0.474	0.432	0.281	0.495	0.394	0.374	0.424	0.381
	0.443	0.429	0.462	0.463	0.44	0.459	0.532	0.436	0.413	0.503	0.442
ALTA	0.492	0.477	0.55	0.5	0.495	0.532	0.585	0.496	0.522	0.54	0.495
BAJA DE UST	0.285	0.288	0.284	0.307	0.44	0.288	0.32	0.308	0.312	0.292	0.32
ALTA DE UST	0.279	0.293	0.288	0.318	0.306	0.304	0.326	0.299	0.336	0.302	0.321

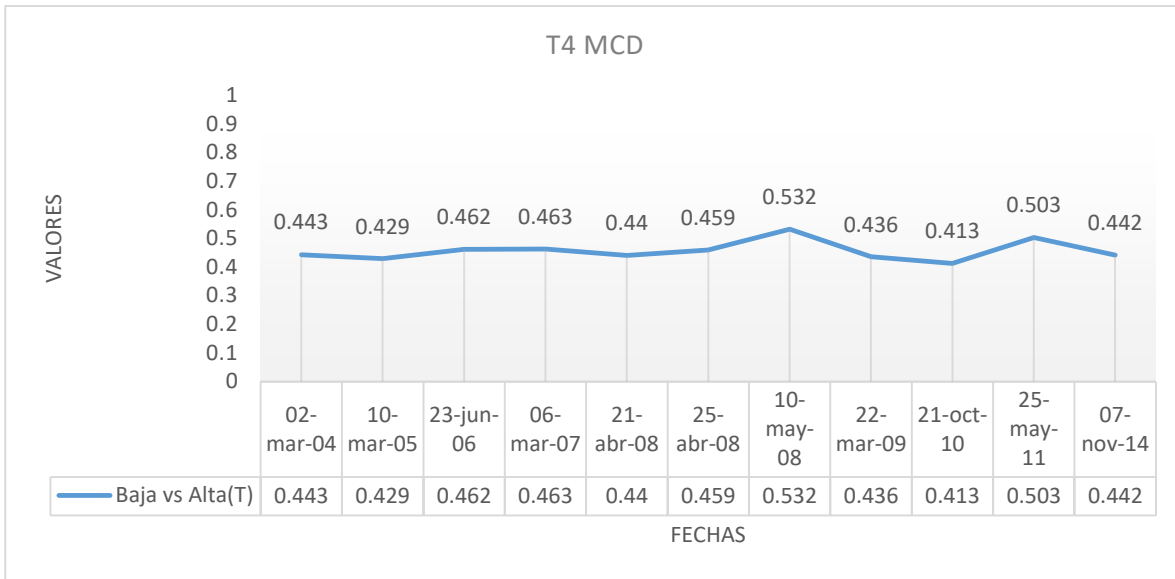
4.7.- Graficas de Factor de Potencia T4 Macuspana Dos



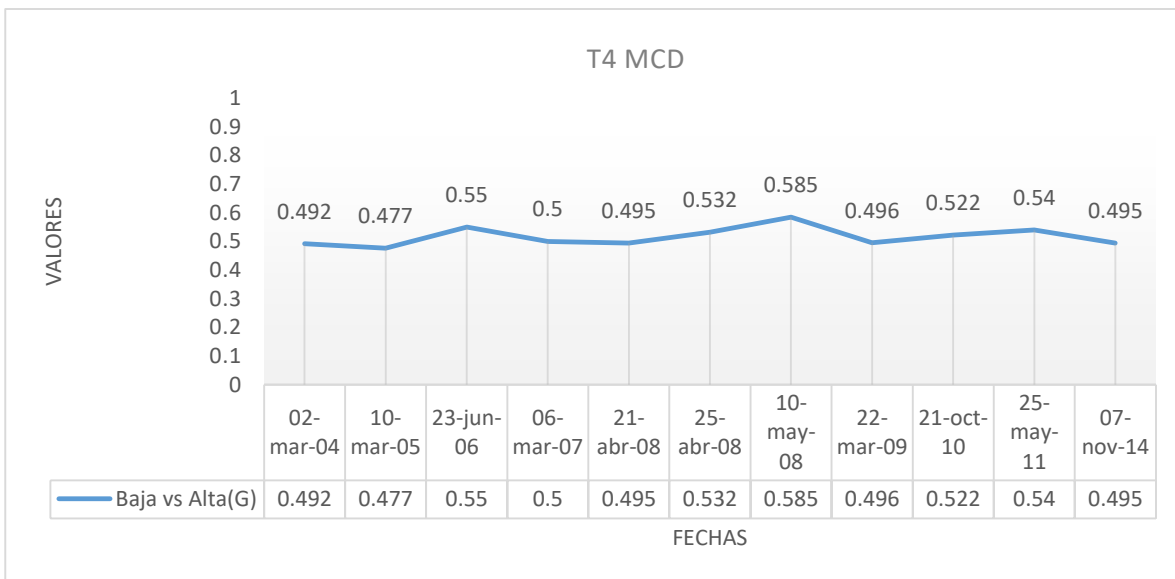
4.8.- Graficas de Factor de Potencia T4 Macuspana Dos



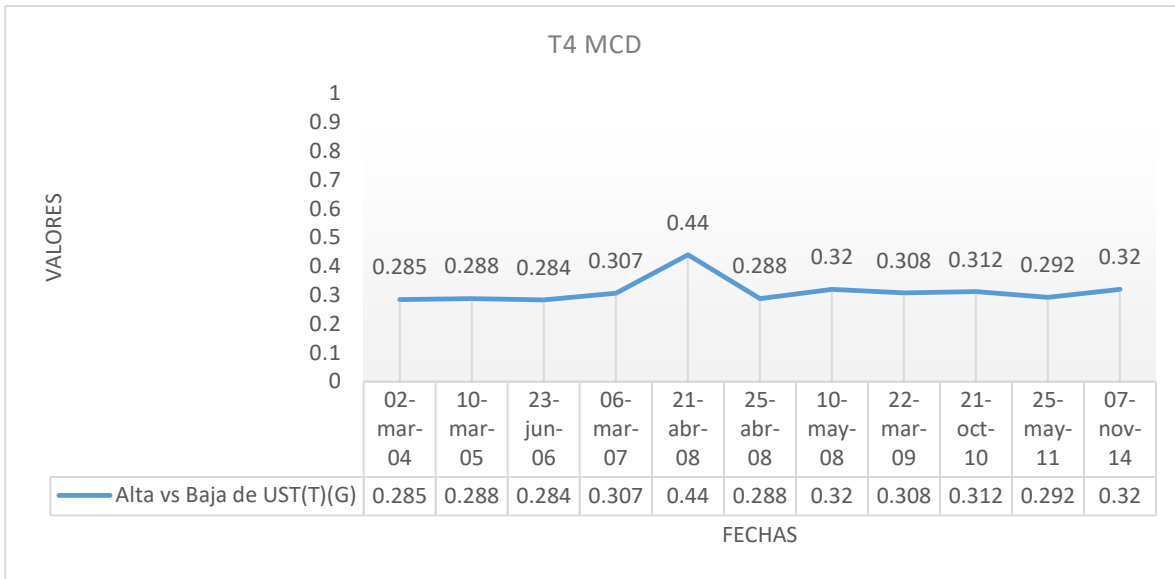
4.9.- Graficas de Factor de Potencia T4 Macuspana Dos



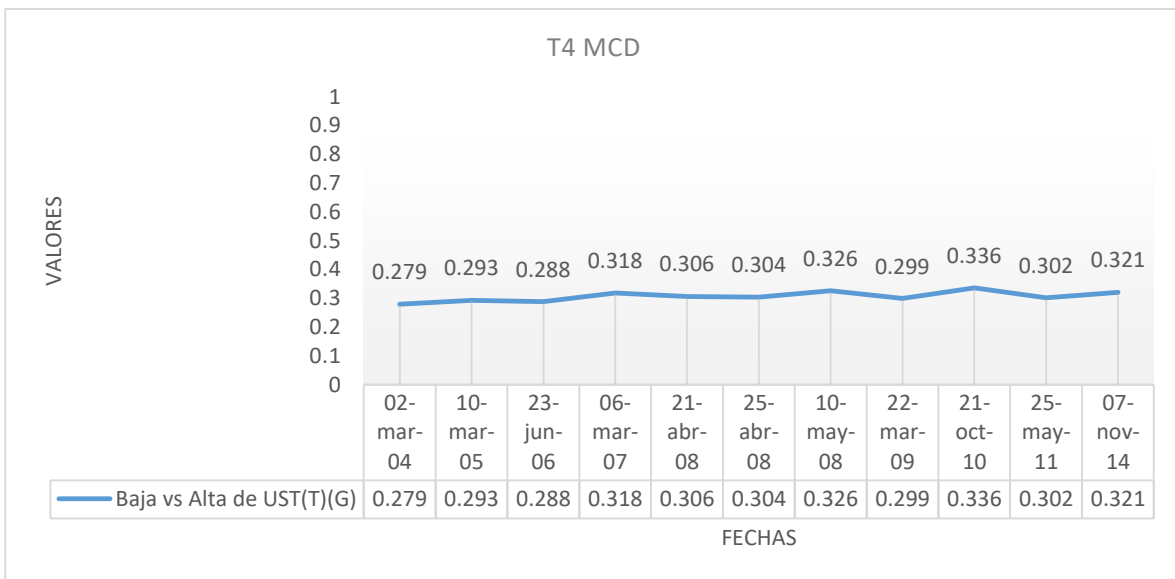
4.10.- Graficas de Factor de Potencia T4 Macuspana Dos



4.11.- Graficas de Factor de Potencia T4 Macuspana Dos



4.12.- Graficas de Factor de Potencia T4 Macuspana Dos



Análisis

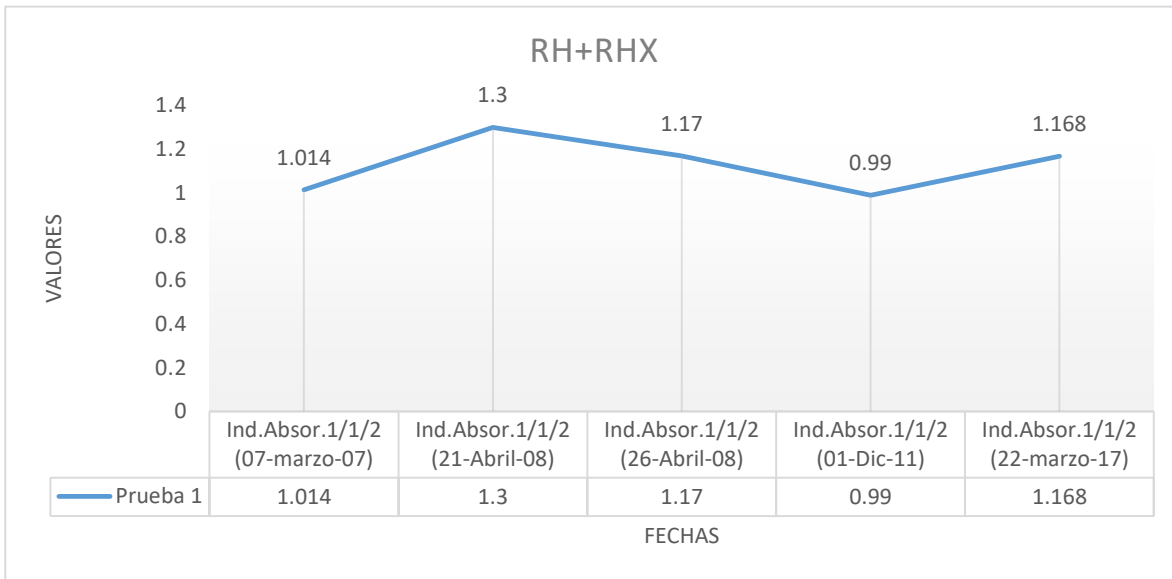
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las

tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Gracias a las tablas que reflejan los valores del factor de potencia y a las gráficas que nos reflejan la tendencia mediante el trazado de la gráfica, como podemos darnos cuenta en tanto en la tabla y en la gráfica, los valores son correctos, están dentro del promedio aceptable por la prueba, ya que están por debajo del 1, debido a que son equipo los cuales ya tienen tiempo en puesta en servicio su factor de potencia para que sean aceptables las pruebas son de 1, con esto podemos decir que el equipo por el momento no presenta ningún tipo de riesgo contra algún tipo de fallo que llegara a poderse ocasionar por un mal factor de potencia.

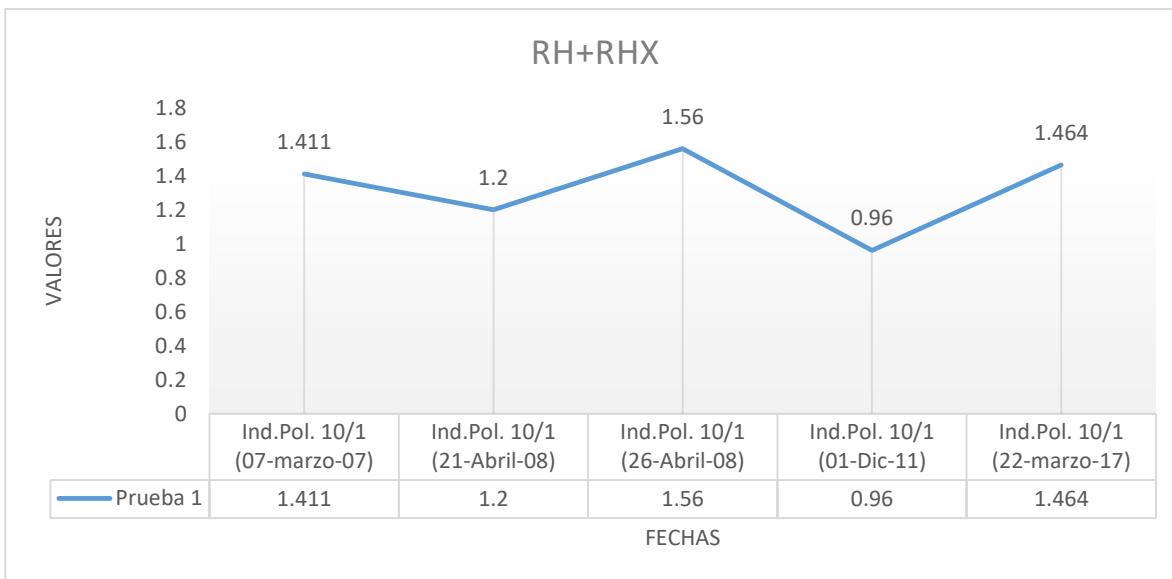
4.3.- Prueba de Resistencia de Aislamiento T4-Macuspana Dos

Prueba	RH+RHX	RHX	RX+RHX
Línea	H	H	X
Guarda		Tanque	
Tierra	X+T	X	H+T
Ind.Absor.1/1/2 (07-marzo-07)	1.014	1.028	1
Ind.Pol. 10/1 (07-marzo-07)	1.411	0.995	1.208
PI (21-abril-08)	1.2	1.67	1.86
Ind.Absor.1/1/2 (21-Abril-08)	1.3	1.24	1.23
Ind.Pol. 10/1 (21-Abril-08)	1.2	1.66	1.86
Ind.Absor.1/1/2 (26-Abril-08)	1.17	1.24	1.25
Ind.Pol. 10/1 (26-Abril-08)	1.56	1.68	1.88
Ind.Absor.1/1/2 (01-Dic-11)	0.99	1	0.99
Ind.Pol. 10/1 (01-Dic-11)	0.96	1.04	0.97
Ind.Absor.1/1/2 (22-marzo-17)	1.168	1.251	1.3
Ind.Pol. 10/1 (22-marzo-17)	1.464	1.694	1.689

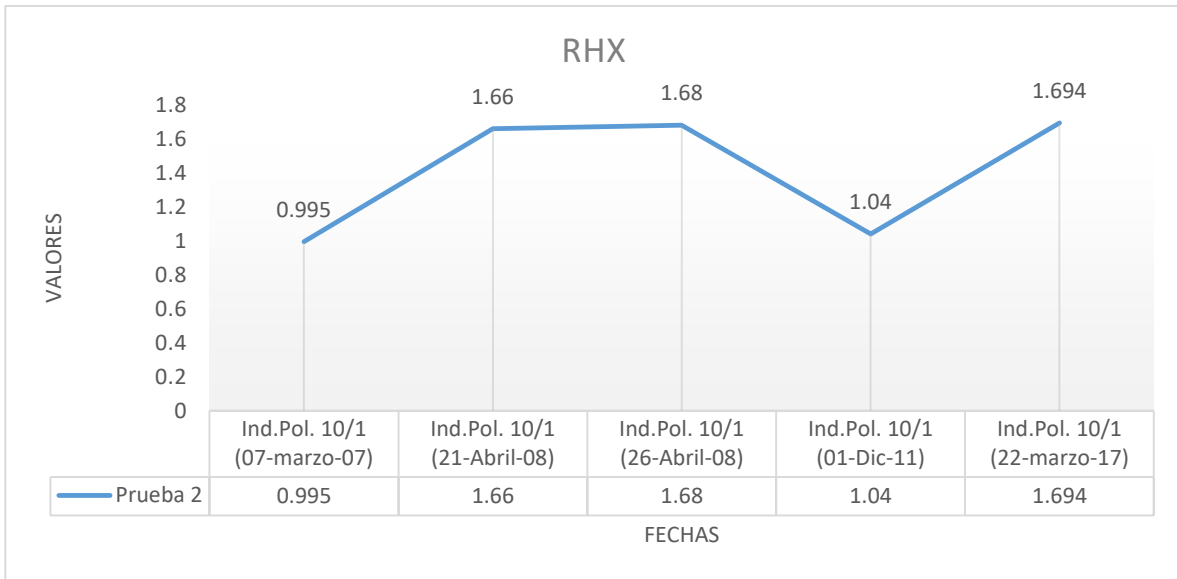
4.13.-Grafica de Resistencia de aislamiento T4 Macuspana Dos



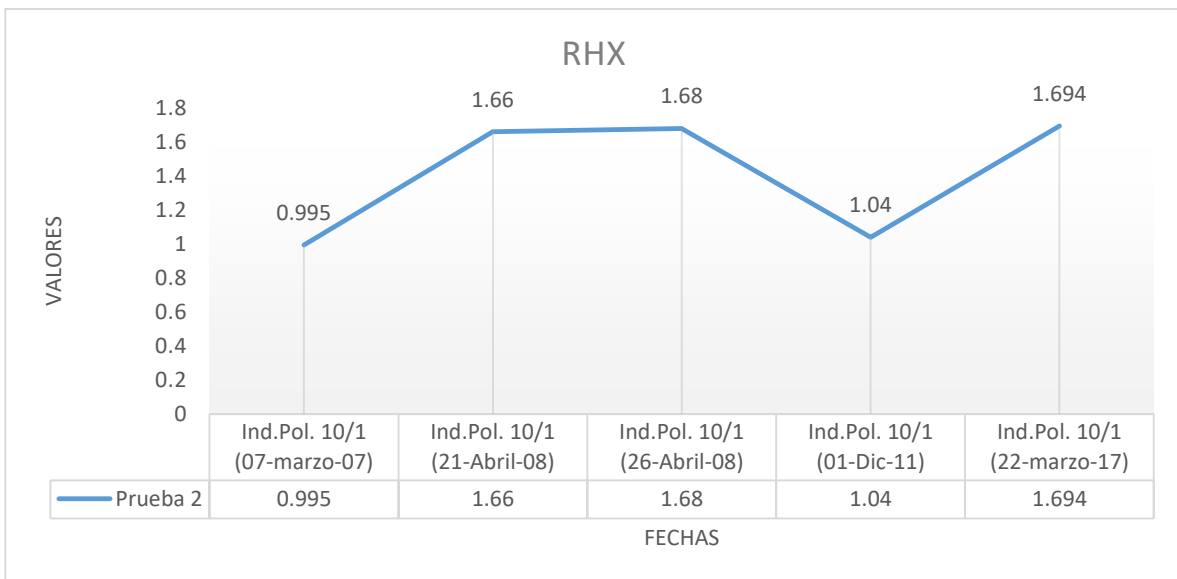
4.14.-Grafica de Resistencia de aislamiento T4 Macuspana Dos



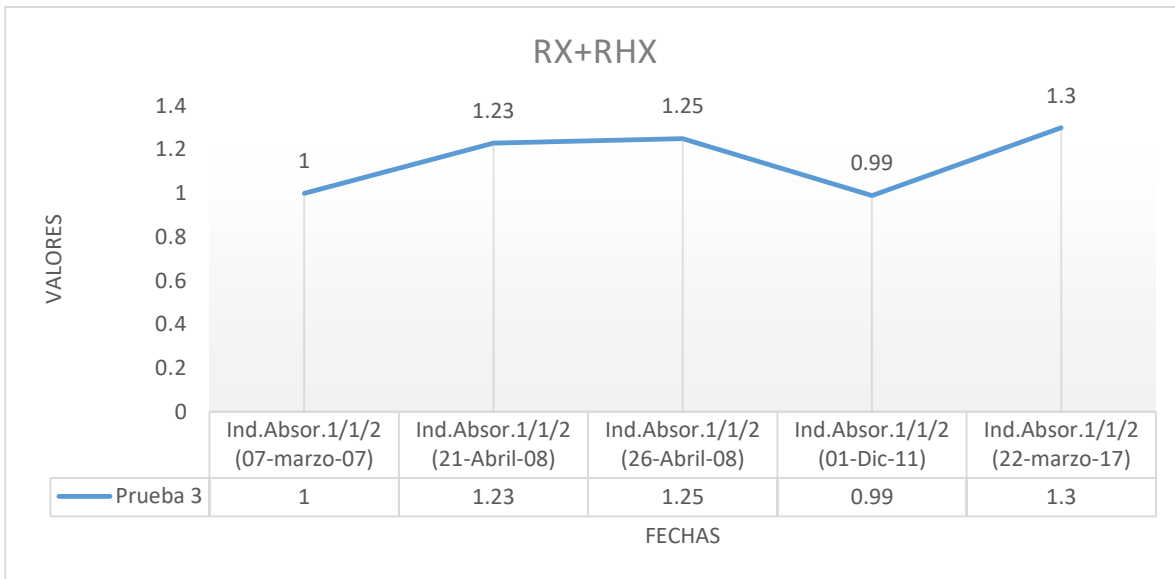
4.15.-Grafica de Resistencia de aislamiento T4 Macuspana Dos



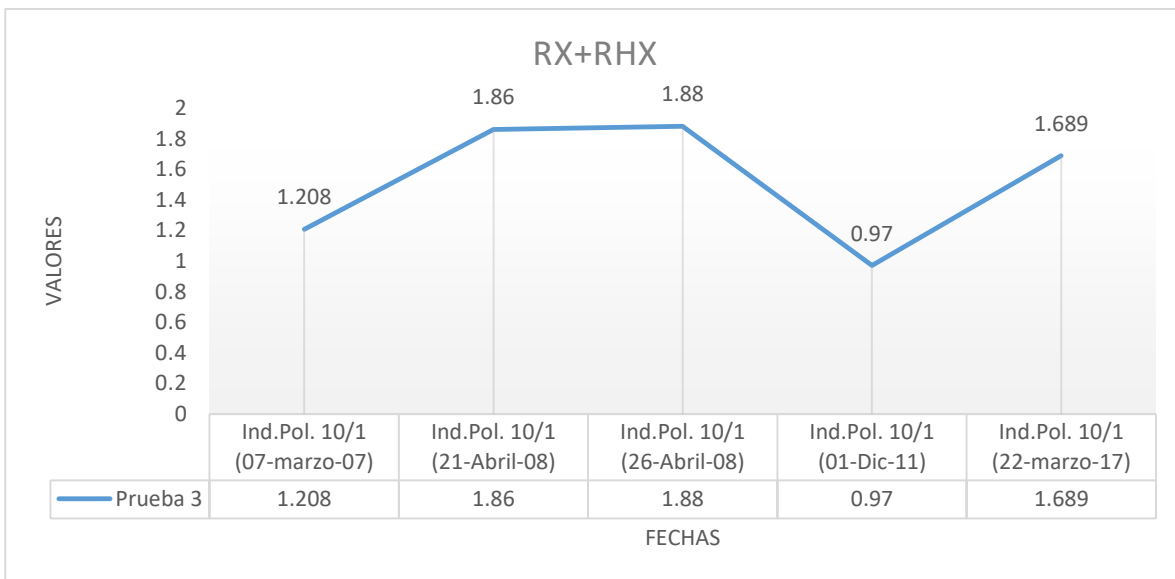
4.16.-Grafica de Resistencia de aislamiento T4 Macuspana Dos



4.17.-Grafica de Resistencia de aislamiento T4 Macuspana Dos



4.18.-Grafica de Resistencia de aislamiento T4 Macuspana Dos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

Con los valores de las tablas y las gráficas, podemos lograr dar un análisis con el cual podamos darnos cuenta del estado del equipo, con esto y los datos de aceptación, como se observa en la gráfica, ninguno de los datos tiene alguna anomalía, ya que todos están aún valor aceptable, en el cual la tendencia es a estar en constante, sin embargo es un poco baja con lo cual son valores correctos, sin embargo hay que investigar cual es la causa de que estén bajos para poder hacer un diagnóstico y tener la posibilidad de dejar el equipo en buenas condiciones.

4.4.- Prueba de Resistencia Óhmica T4-Macuspana Dos

Devanados de A.T.H (Deriv. Columna Nominal)	Deriv. Columna	Devanado de B.T. X (Deriv. Columna Nominal)	Deriv. Columna
Fase	Lectura	Fase	Lectura
H1-H2 (20-Nov-90)	0.9987	Xo-X1(20-Nov-90)	0.08
H2-H3(20-Nov-90)	0.9235	Xo-X2(20-Nov-90)	0.08
H3-H1(20-Nov-90)	1.9595	Xo-X3(20-Nov-90)	0.08
H1-H2 (07-Marzo-07)	0.9987	Xo-X1 (07-Marzo-07)	0.3536
H2-H3 (07-Marzo-07)	0.9235	Xo-X2 (07-Marzo-07)	0.3798
H3-H1 (07-Marzo-07)	1.9595	Xo-X3 (07-Marzo-07)	0.331
H1-H2 (22-Abril-08)	0.9157	Xo-X1(22-Abril-08)	0.2033
H2-H3(22-Abril-08)	0.9163	Xo-X2(22-Abril-08)	0.2184
H3-H1(22-Abril-08)	0.9189	Xo-X3(22-Abril-08)	0.2061
H1-H2 (25-Abril-08)	0.9046	Xo-X1(25-Abril-08)	0.066
H2-H3(25-Abril-08)	0.9046	Xo-X2(25-Abril-08)	0.0682
H3-H1(25-Abril-08)	0.9088	Xo-X3(25-Abril-08)	0.0663

Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores

de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenías en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compara con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, para el análisis se podría cotejar los resultados con el historial de mediciones o con mediciones de puesta en servicio, para esto se aplicó la de historial de mediciones con la cual se van verificando las pruebas recientes con una anterior, y esto nos tiene que arrojar un valor de $\pm 2\%$, así es como podemos verificar que estén en buen estado, con lo cual podemos verificar que el funcionamiento del equipo está en buen estado ya que ninguno de las pruebas pasa el valor de aceptación, por lo tanto el equipo está en buenas condiciones.

Subestación Eléctrica Villahermosa Norte (VHN)

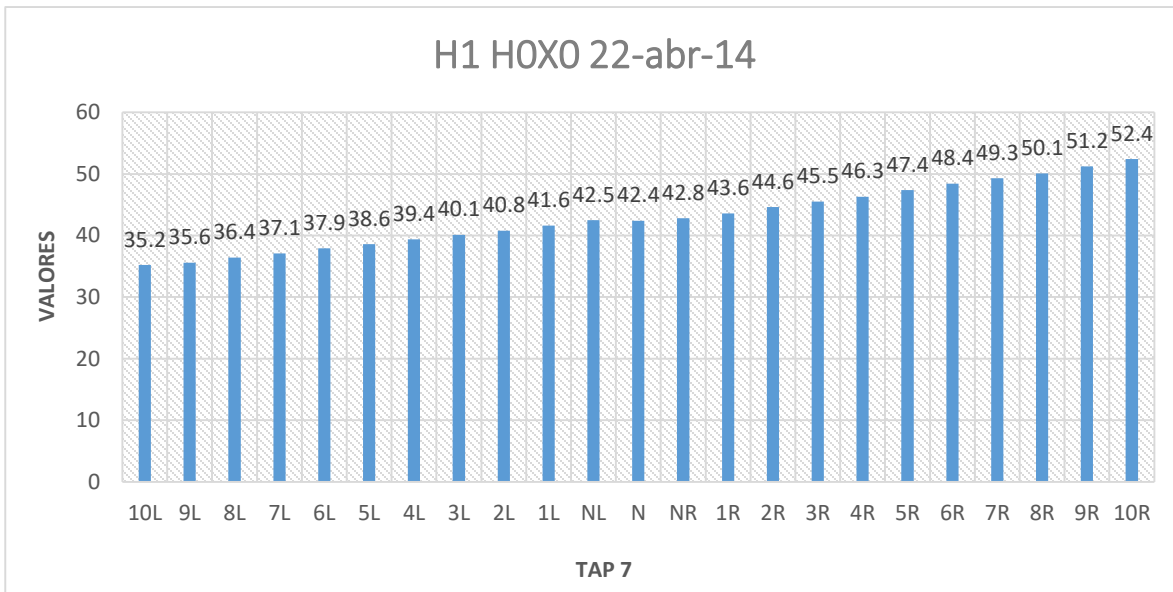
Pruebas a Transformador AT-1 Fase A-VHN

5.1.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Villahermosa Norte

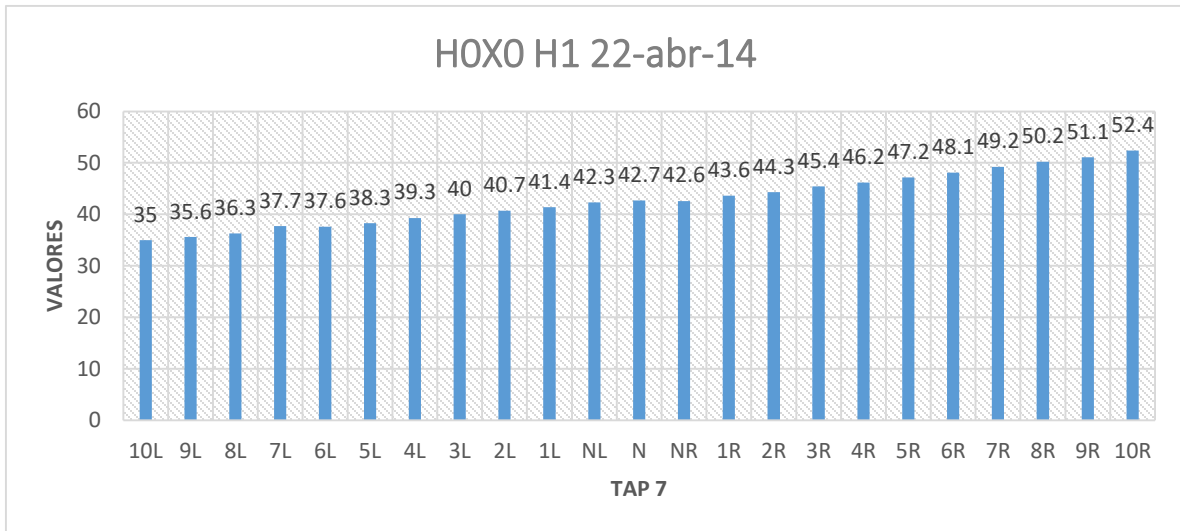
Prueba	AT	AT	AT														
	Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra		10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	N	N	
					L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	
1	H1		H0X0	22-abr-14	35.2	35.6	36.4	37.1	37.9	38.6	39.4	40.1	40.8	41.6	42.2	42.9	43.4
2	H0X0		H1	22-abr-14	35.5	36.3	37.0	37.7	38.4	39.1	39.8	40.5	41.2	41.9	42.6	43.3	43.7
				%DIF	0.5	0.0	0.2	0.7	0.7	0.2	0.2	0.2	0.4	0.4	0.4	0.7	
Prueba	AT	AT	AT														

	Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra		N R	1 R	2 R	3 R	4 R	5 R	6 R	7 R	8 R	9 R	10 R
1	H1		H0X0	22-abr-14	42.8	43.6	44.4	45.2	46.0	46.8	47.6	48.4	49.2	50.0	50.8
2	H0X0		H1	22-abr-14	42.6	43.4	44.2	45.0	45.8	46.6	47.4	48.2	49.0	49.8	50.6
				%DIF	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4

5.1.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Villahermosa Norte



5.2.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Villahermosa Norte

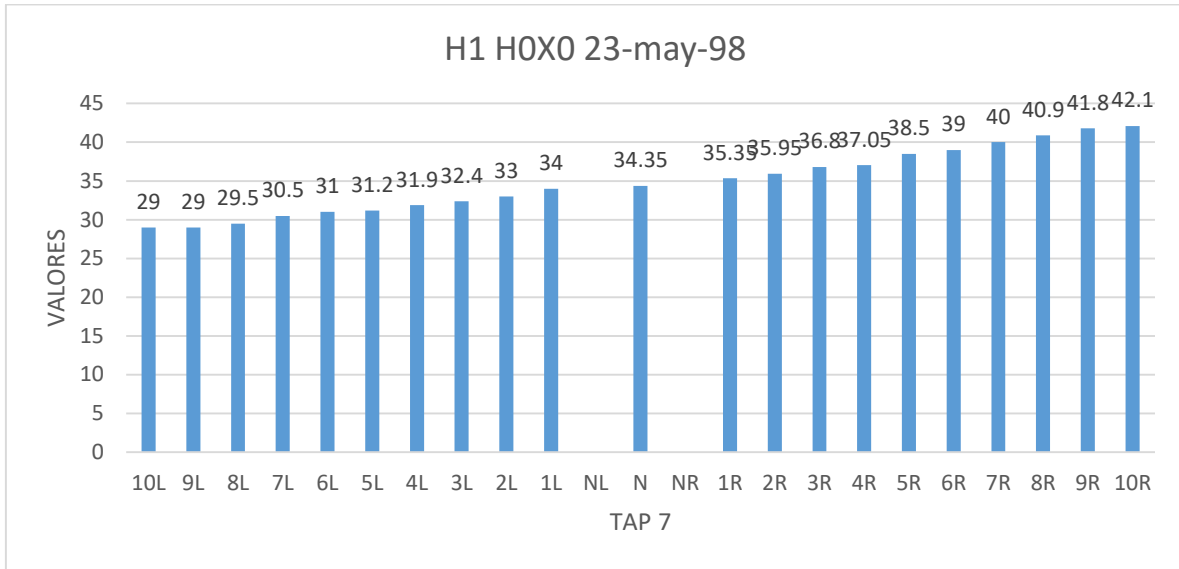


5.2.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Villahermosa Norte

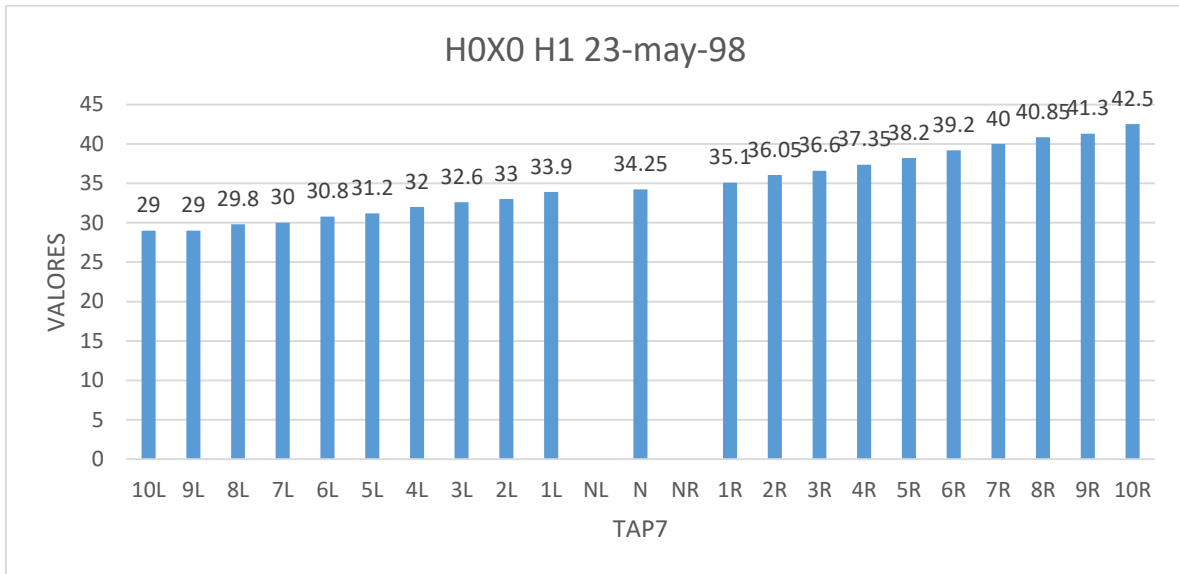
	Devana do a Energizado UST	Devanad o a Tierra	1											
			0 L	9L	8L	7 L	5 6L	4 L	3 L	1 2L	N L	N L		
H1	HOX0		23-				3		3	3	3			34
			may-	2		29	0.		1.	1.	2.		3	.3
			98	9	29	.5	5	31	2	9	4	33	4	5
HOX0	H1		23-						3		3		3	34
			may-	2		29	3	30	1.	3	2.		3.	.2
			98	9	29	.8	0	.8	2	2	6	33	9	5
			%DI			0.	1.	0.		0.	0.		0.	
			F	0	0	8	6	8	0	7	7	0	3	0

	Devana do a Energizado UST	Devanad o a Tierra	1												
			N R	3 1R	5 2R	6 R	7 R	9 4R	0 R	7 R	8 R	9 R	0 R		
H1	HOX0		23-	35	35	3	37	3					4	4	
			may-	.3	.9	6.	.0	8.	3	4	40	1.	2.		
			98	5	5	8	5	5	9	0	.9	8	1		
HOX0	H1		23-				36	3	37	3	3		40	4	4
			may-	35	.0	6.	.3	8.	9.	4	.8	1.	2.		
			98	.1	5	6	5	2	2	0	5	3	5		
			%DI	0.	0.	0.	0.	0.					1.	1.	
			F	7	7	6	6	6	6	0	0	0	2	1	

5.3.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Villahermosa Norte



5.4.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Villahermosa Norte



Análisis.

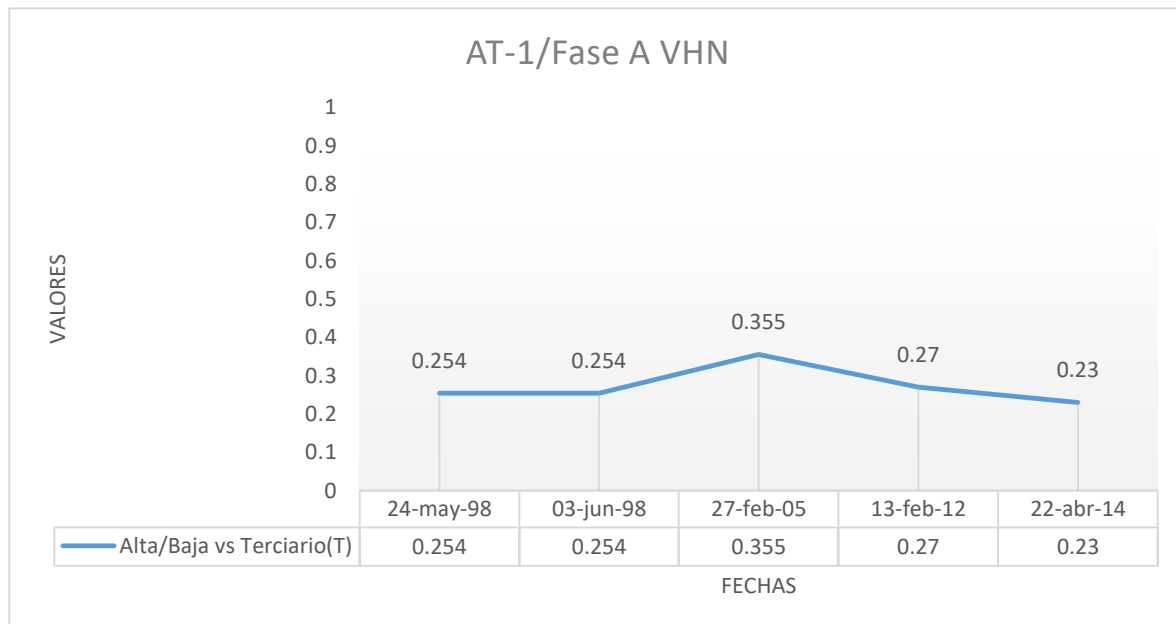
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de

comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, en el caso de estas tablas y graficas con las que podremos hacer el análisis, podemos detectar que en los dos años medidos, las mediciones que pasan de la primera hasta la última medición, van siendo continuas y con una tendencia a elevarse, esto nos indica que el equipo está en buen estado, ya que también en ninguna de los valores como se puede ver en la tabla sufre un valor de elevación muy alto el cual se pueda considerar peligro, así evitando cualquier tipo de fallo en el equipo que pueda presentar un riesgo.

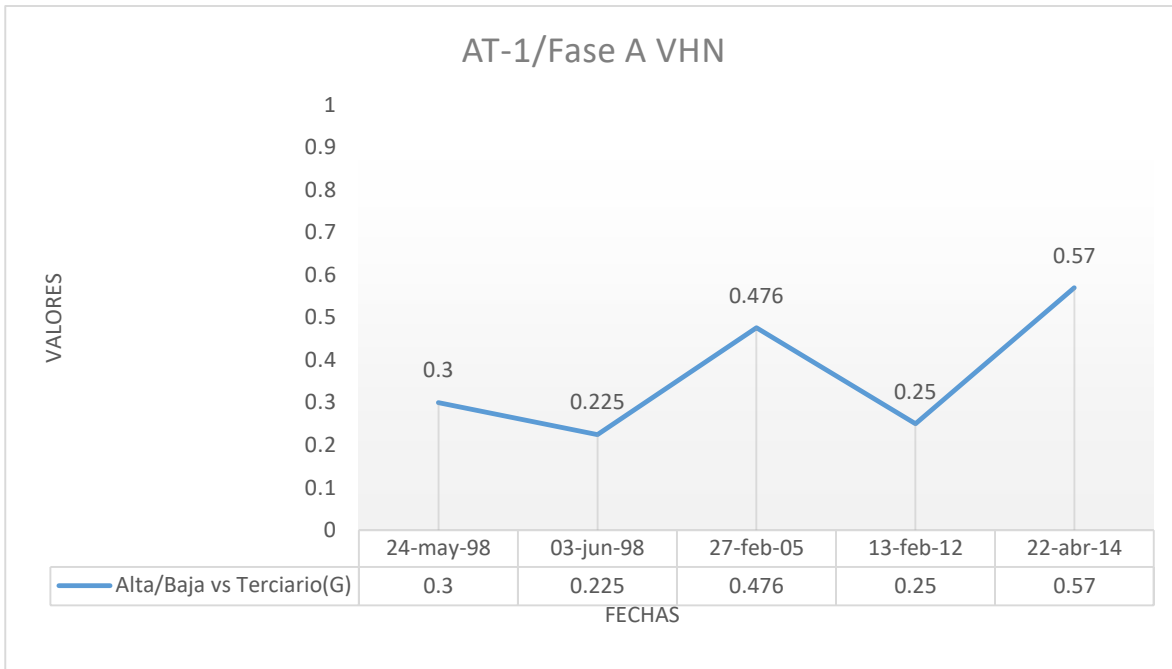
5.3.-Tabla de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte

Pru eba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	24- may- 98	03- jun- 98	27- feb- 05	13- feb- 12	22- abr- 14
	Alta-Baja	Terciario		0.254	0.254	0.355	0.27	0.23
	Alta-Baja		Terciario	0.3	0.225	0.476	0.25	0.57
	terciario	alta-baja		0.36	0.315	0.317	0.3	0.26
	terciario		alta-baja	0.33	0.33	0.371	0.32	0.29
	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.23	0.23	0.259	0.25	0.57
	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.23	0.23	0.259	0.25	0.58

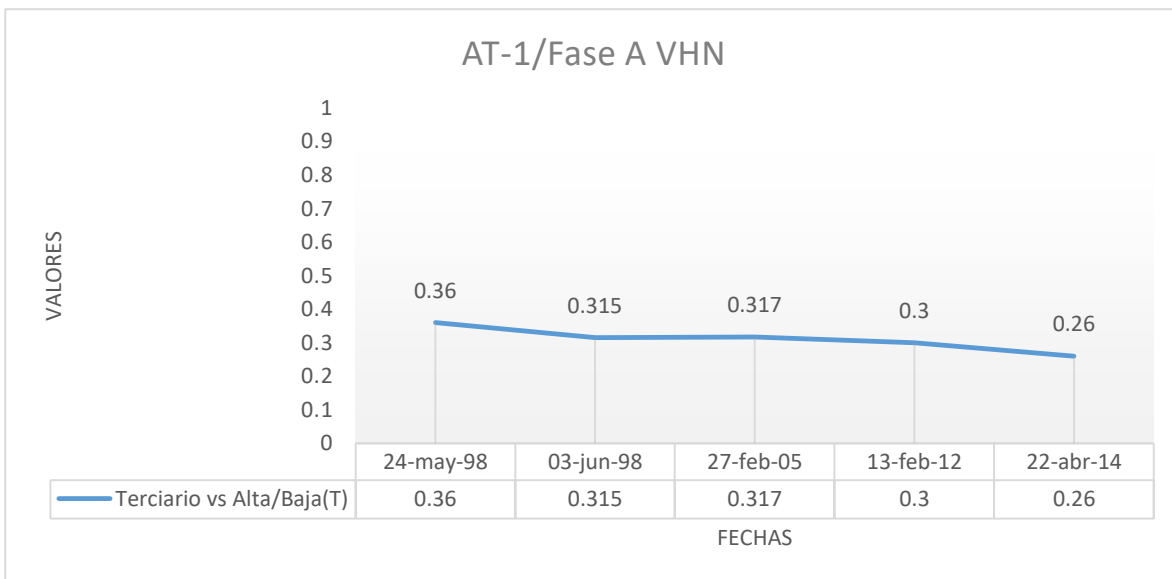
5.6.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



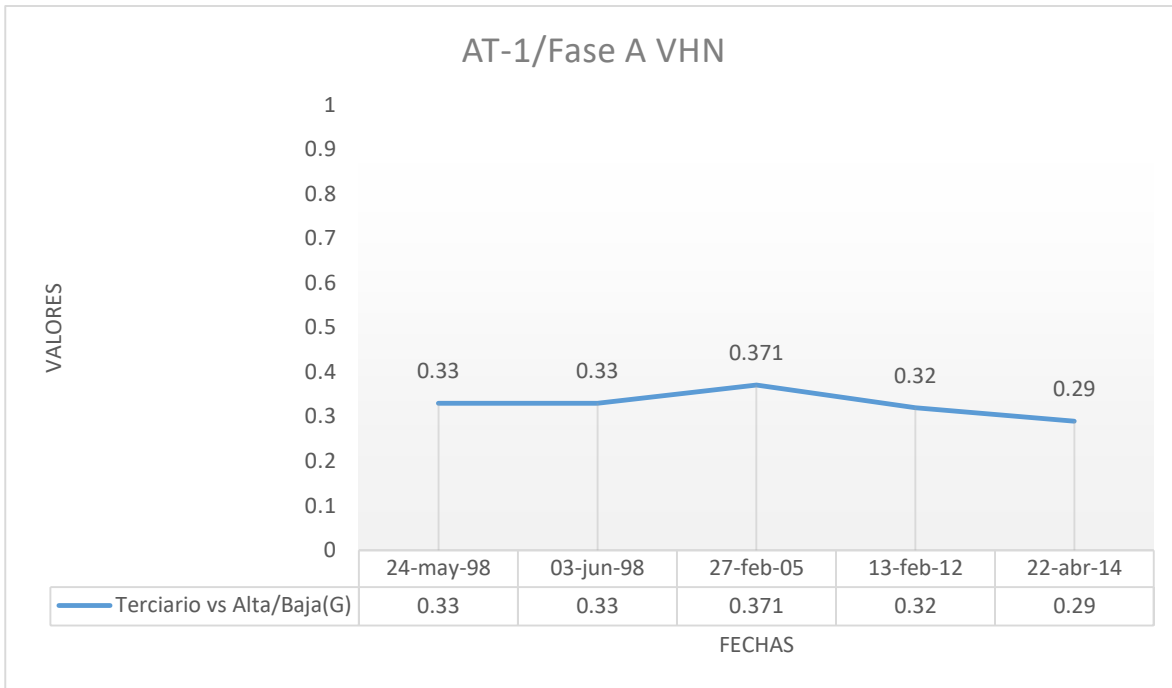
5.7.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



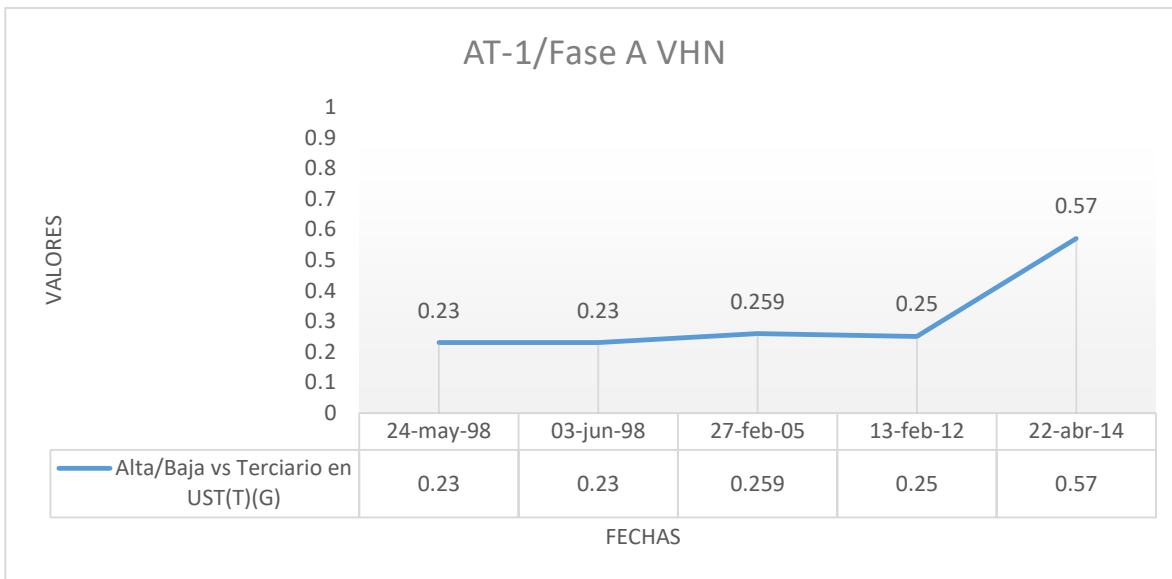
5.8.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



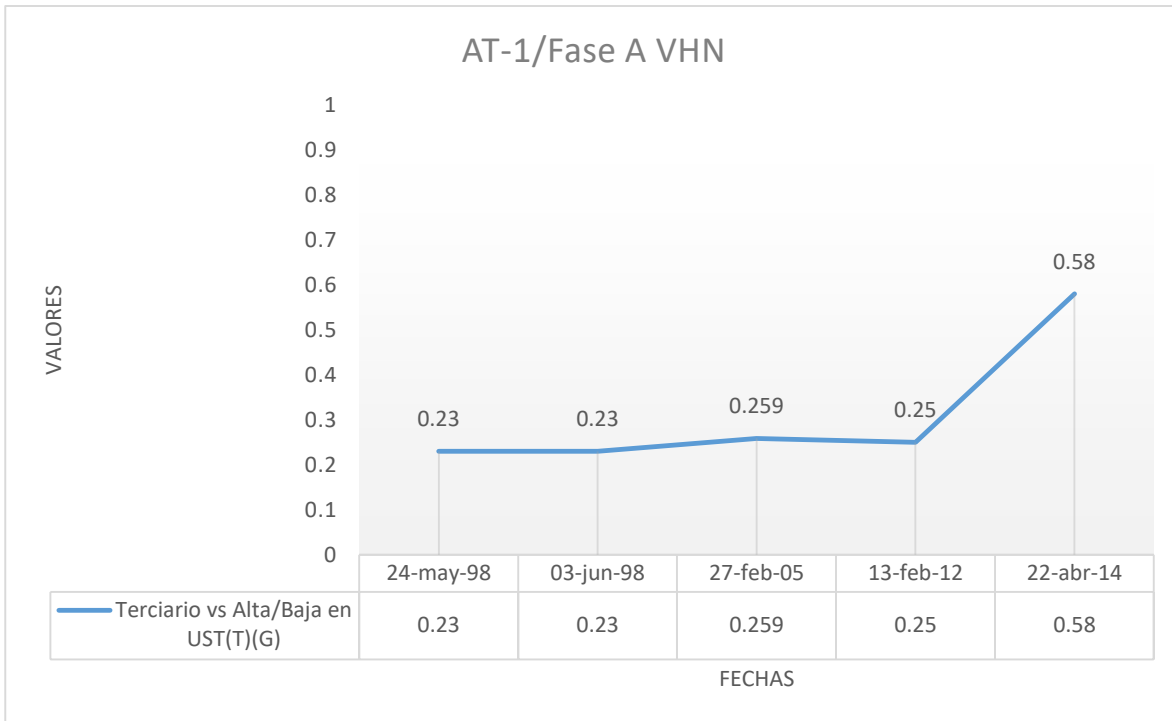
5.9.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



5.10.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



5.11.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



Análisis

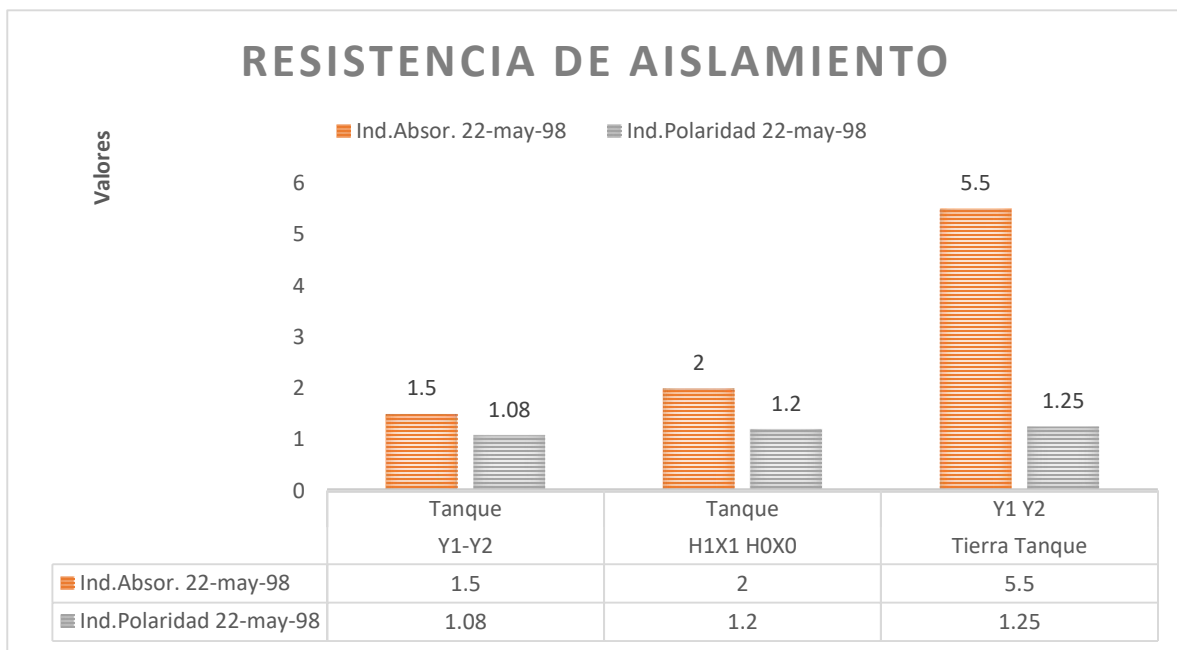
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Como podemos apreciar en los valores de las tablas y también a su vez en el valor y la tendencia de las gráficas, podemos denotar que en la mayor parte de esta se encuentra en un estado donde los valores del factor de potencia, van en un resultado lineal, en el único lugar donde se presenta un cambio es en las últimas dos gráficas, donde podemos ver un aumento del valor del factor de potencia, esto puede darnos a decir que hay un deterioro o algún síntoma de algún problema, sin embargo un problema

el cual aún no hay necesidad de darle atención, ya que aún el factor de potencia se encuentra en el rango permisible de aceptación.

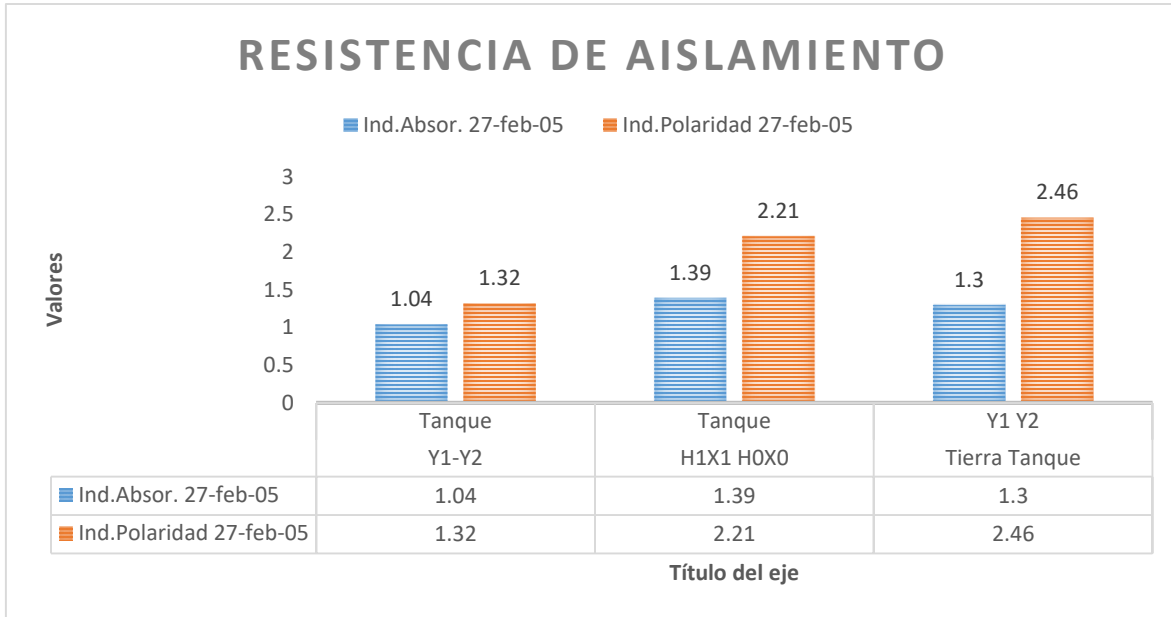
5.4.-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase A-Villahermosa Norte

Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.	22-may-98	1.5	2	5.5
Ind.Polaridad	22-may-98	1.08	1.2	1.25
Ind.Absor.	27-feb-05	1.04	1.39	1.3
Ind.Polaridad	27-feb-05	1.32	2.21	2.46
Ind.Absor.	21-jun-14	1.06	1.22	1.05
Ind.Pol.	24-jun-14	1.28	1.9	1.78

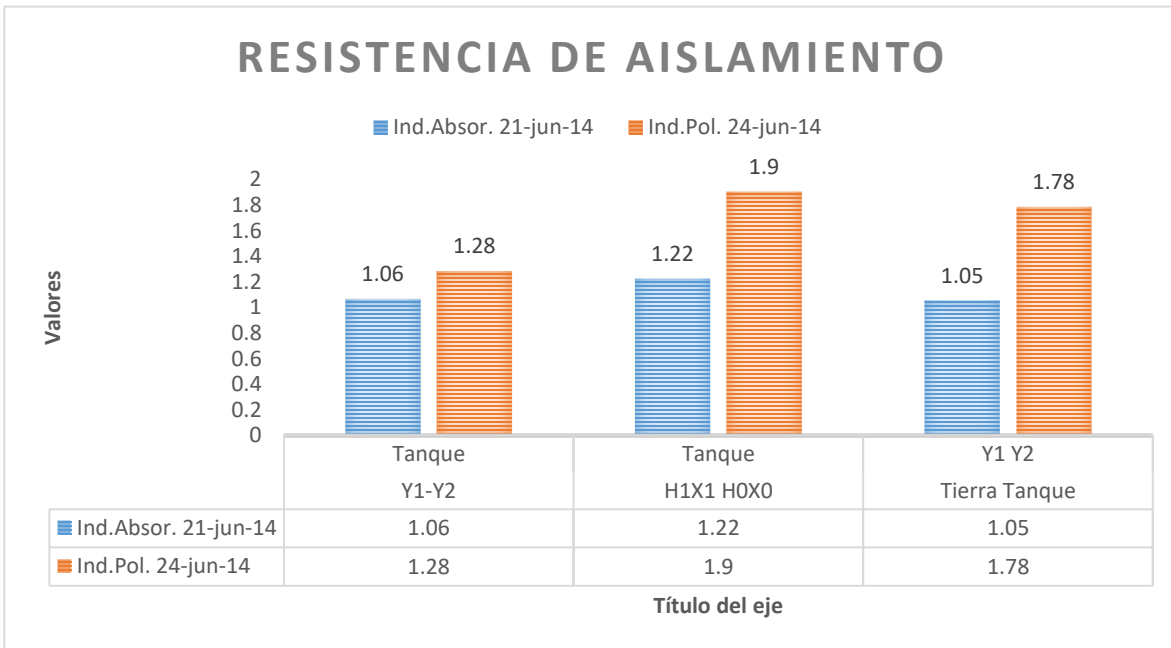
5.12.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



5.13.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



5.14.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

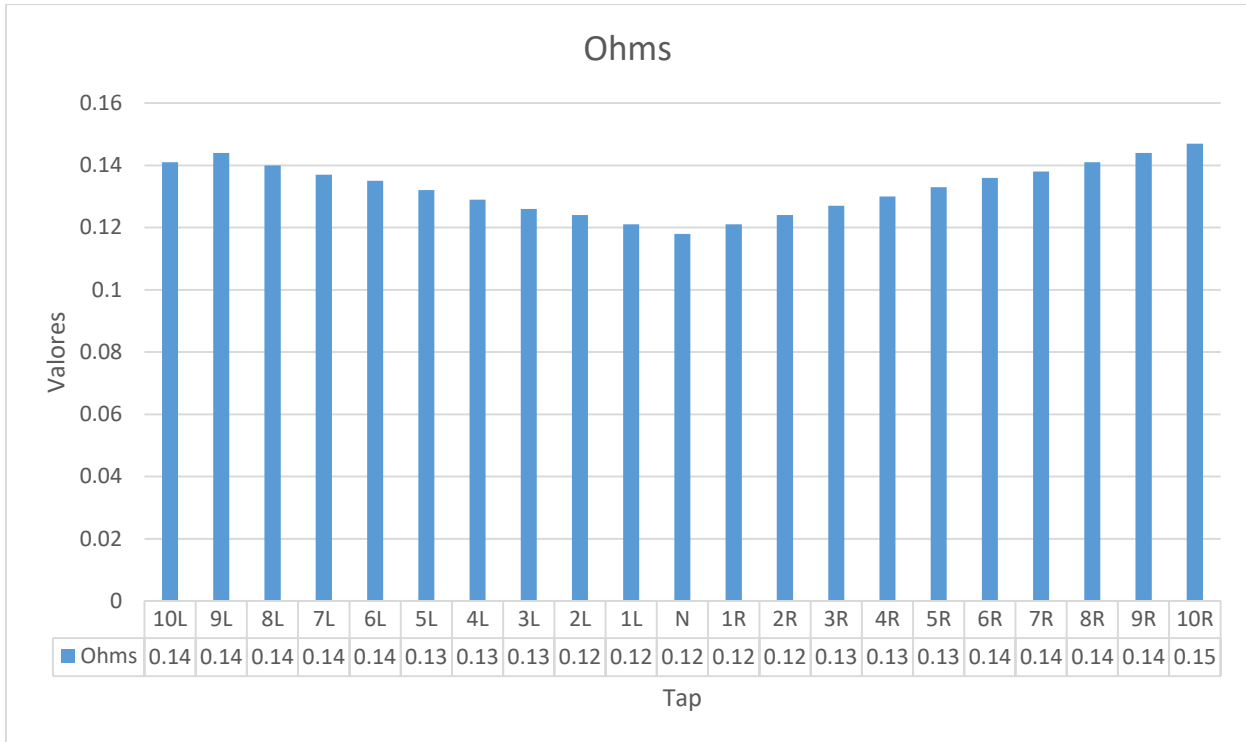
El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje. Como se puede apreciar en las gráficas obtenidas mediante las mediciones hechas en la prueba los valores del índice de polarización, se encuentran por debajo de lo permitido que es 1.5, sin embargo se encuentran en un rango donde se mantienen constante por lo cual se puede dar por aceptable, mientras que en el índice de absorción se encuentra en un rango de aceptación, pero en una de las tablas nos da un valor muy elevado de 5.5, esto puede deberse por una mala medición por parte del personal o también por un mal uso del equipo de mediciones, en todo caso lo más recomendable es hacer una investigación y ver cuál es la causa.

5.5.-Tabla de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase A-Villahermosa Norte

TAP	Lectura	Ohms
10L	0.0151	0.141
9L	0.0144	0.144
8L	0.014	0.14
7L	0.0137	0.137
6L	0.0135	0.135
5L	0.0132	0.132
4L	0.0129	0.129
3L	0.0126	0.126
2L	0.0124	0.124
1L	0.0121	0.121
N	0.0118	0.118
1R	0.0121	0.121
2R	0.0124	0.124
3R	0.0127	0.127
4R	0.013	0.13
5R	0.0133	0.133
6R	0.0136	0.136
7R	0.0138	0.138
8R	0.0141	0.141

9R	0.0144	0.144
10R		0.147

5.15.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase A- Villahermosa Norte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos detectar en las gráficas y

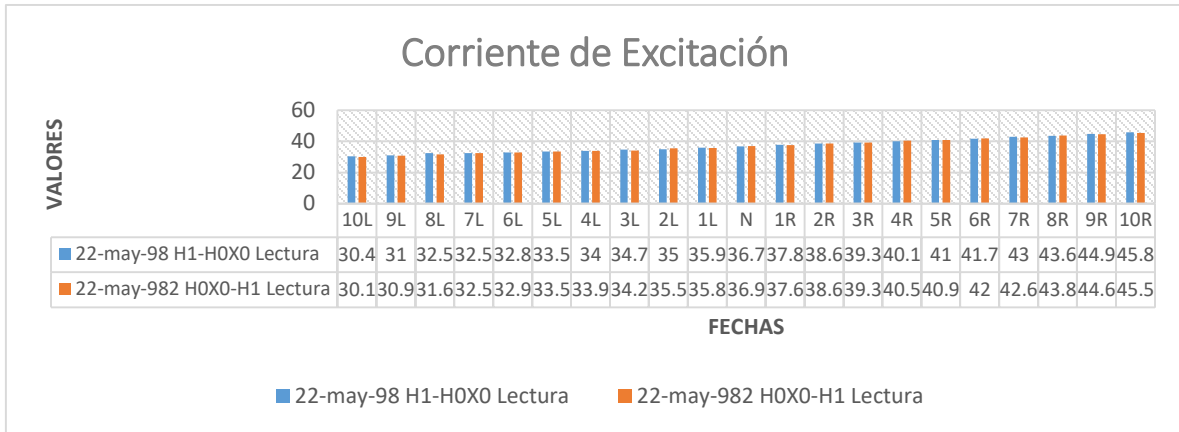
también a su vez en las tablas hechas, el equipo no presenta ningún problema, como podemos apreciar en la tabla, la forma en la que los valores hacen un tipo de onda, esto nos da a entender que está en perfectas condiciones además de que los valores de cada una de las características no hace un salto tanto de degradación como de elevación en los niveles, cada uno de ellas lleva un valor no tan lejano del siguiente valor, si en dado caso existiera, nos daría indicios de problemas en el equipo.

Pruebas a Transformadores AT-1 Fase B-VHN

5.6.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

Columna1	22-may-98	22-may-982	22-may-983
	H1-H0X0	H0X0-H1	
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	30.35	30.1	0.82
9L	31	30.9	0.8
8L	32.5	31.6	2.76
7L	32.5	32.5	0
6L	32.8	32.9	0
5L	33.5	33.5	0
4L	33.95	33.9	0
3L	34.65	34.2	0.7
2L	34.95	35.5	2.11
1L	35.9	35.8	0
N	36.7	36.9	0.6
1R	37.8	37.6	0.6
2R	38.6	38.6	0
3R	39.3	39.3	0
4R	40.1	40.5	1.2
5R	41	40.9	0.6
6R	41.7	41.95	0.6
7R	42.95	42.6	0.5
8R	43.6	43.8	0.5
9R	44.9	44.6	0.5
10R	45.8	45.5	0.5

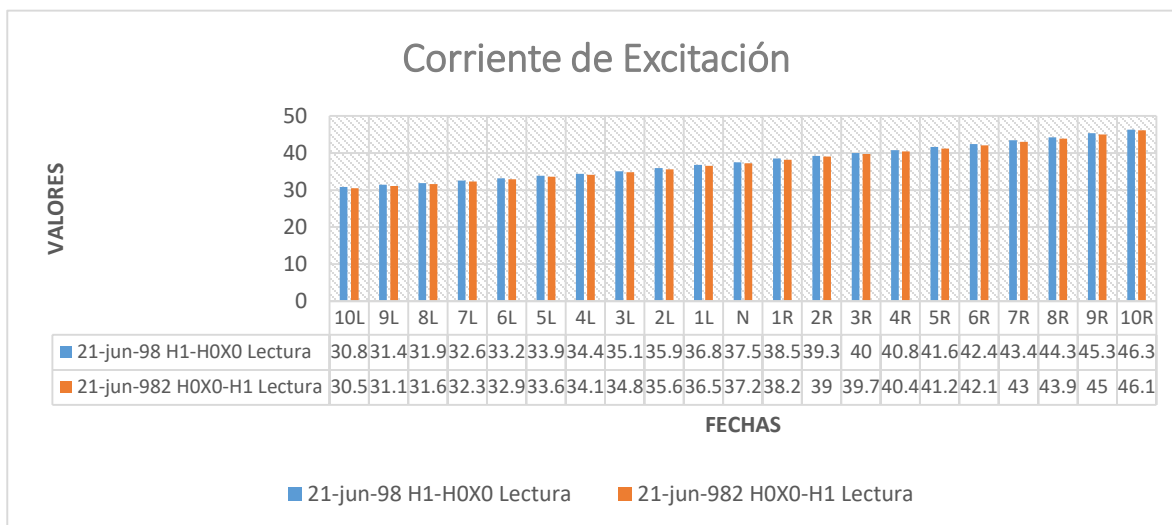
5.16.- Graficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase B Villahermosa Norte



5.7.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

Columna1	21-jun-98	21-jun-982	21-jun-983
	H1-H0X0	H0X0-H1	
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	30.8	30.5	0.974
9L	31.4	31.1	0.955
8L	31.9	31.6	0.94
7L	32.6	32.3	0.92
6L	33.2	32.9	0.904
5L	33.85	33.6	0.739
4L	34.35	34.1	0.738
3L	35.1	34.8	0.855
2L	35.9	35.6	0.836
1L	36.8	36.5	0.815
N	37.5	37.2	0.8
1R	38.5	38.2	0.779
2R	39.25	39	0.637
3R	40	39.7	0.75
4R	40.8	40.4	0.98
5R	41.6	41.2	0.962
6R	42.4	42.1	0.708
7R	43.4	43	0.992
8R	44.25	43.9	0.791
9R	45.3	45	0.662
10R	46.25	46.1	0.324

5.17.- Graficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase B Villahermosa Norte

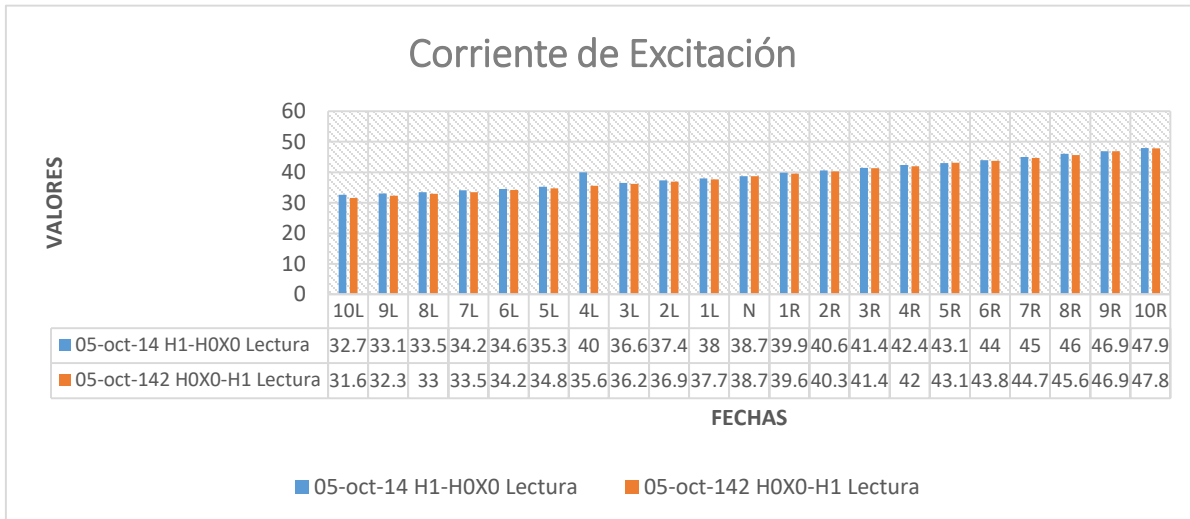


5.8.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

Columna1	05-oct-14	05-oct-14	05-oct-14
	H1-H0X0	H0X0-H1	
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	32.65	31.6	3.21
9L	33.05	32.3	2.26
8L	33.45	33	1.34
7L	34.15	33.5	1.90
6L	34.55	34.2	1.01
5L	35.3	34.75	1.55
4L	39.95	35.55	11.01
3L	36.55	36.15	1.09
2L	37.35	36.9	1.20
1L	38	37.7	0.78
N	38.7	38.7	0
1R	39.9	39.55	0.877
2R	40.6	40.3	0.738
3R	41.4	41.35	0.12
4R	42.35	42	0.82
5R	43.05	43.1	0.11
6R	44	43.75	0.56
7R	45	44.7	0.66
8R	46	45.6	0.86
9R	46.85	46.85	0

10R	47.9	47.8	0.20
-----	------	------	------

5.18.- Graficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase B Villahermosa Norte



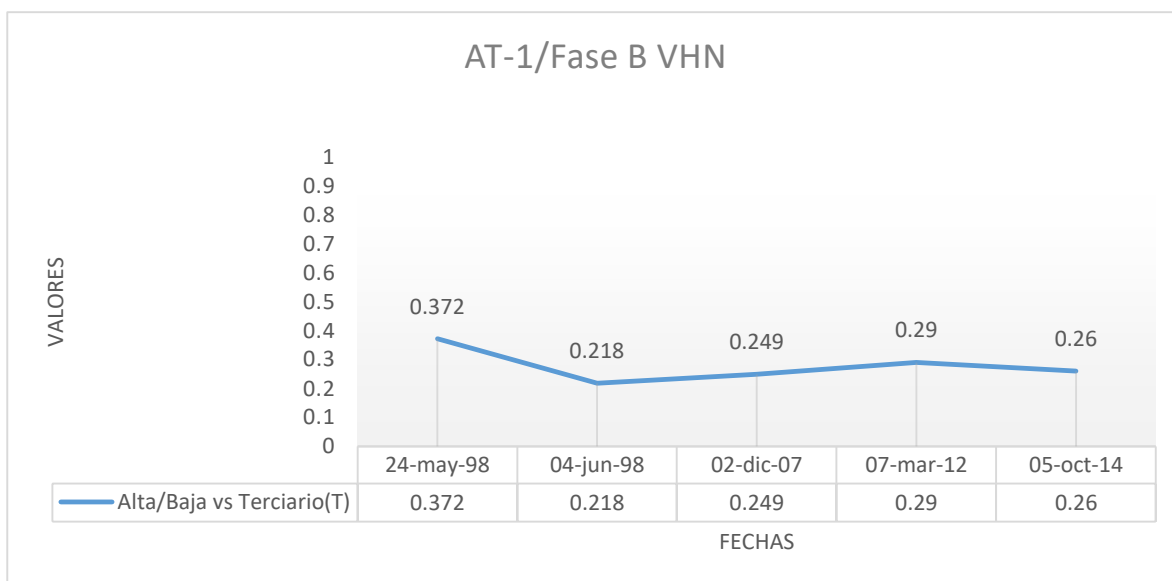
Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como se puede observar tanto en las gráficas como en las tablas en los cuales se nos muestran los valores y en las gráficas nos muestra la forma mediante una gráfica, podemos denotar que los valores de las tres pruebas se encuentran en buenas condiciones, con excepción de una donde en la tabla de las mediciones de corriente de excitación del 05 de octubre del 2014 en la medición de 4L, donde podemos notar como el porcentaje es de 11.01% dando como resultado una medición no aprobatoria ya que el requerimiento por norma es del 5%, en este caso puede existir una falla, la cual pueden llegar a derivarse fallas en los devanados o en el núcleo, por cortos circuitos, espiras abiertas, deformación en los devanados, falsos contactos o problemas en el núcleo, esto nos deriva a que se tiene que mantener informado a la empresa y hacer las investigaciones necesarias y a subses también las pruebas y arreglos necesarios para que regrese a su buen estado.

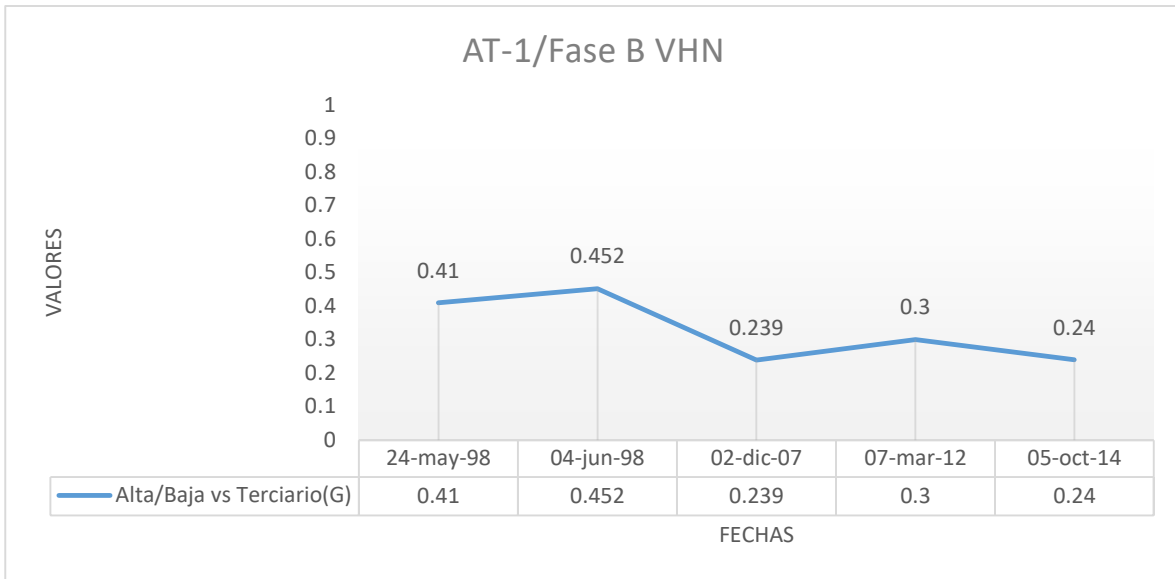
5.9.-Tabla de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

Prueba	Conexión de prueba	Conexión de prueba	conexión de prueba	FP Medido	FP medido	FP medido	FP medido	FP medido
	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	24-may-98	04-jun-98	02-dic-07	07-mar-12	05-oct-14
1	Alta-Baja	Terciario		0.372	0.218	0.249	0.29	0.26
2	Alta-Baja		Terciario	0.41	0.452	0.239	0.3	0.24
3	terciario	alta-baja		0.383	0.387	0.26	0.37	0.388
4	terciario		alta-baja	0.4	0.4	0.301	0.42	0.476
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.21	0.21	0.277	0.26	0.24
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.2	0.2	0.267	0.27	0.24

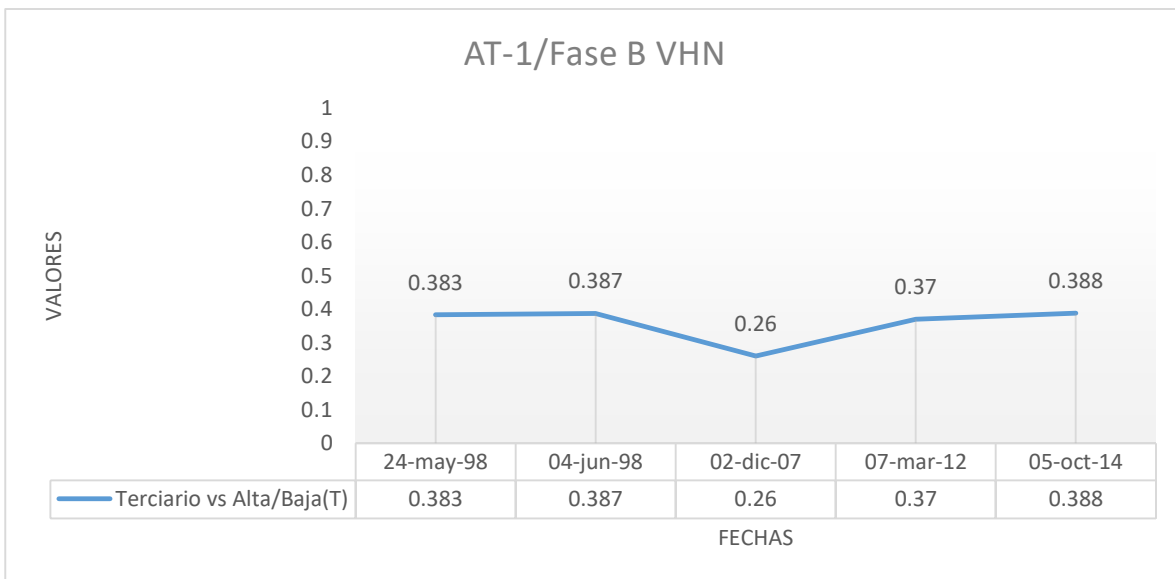
5.19.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



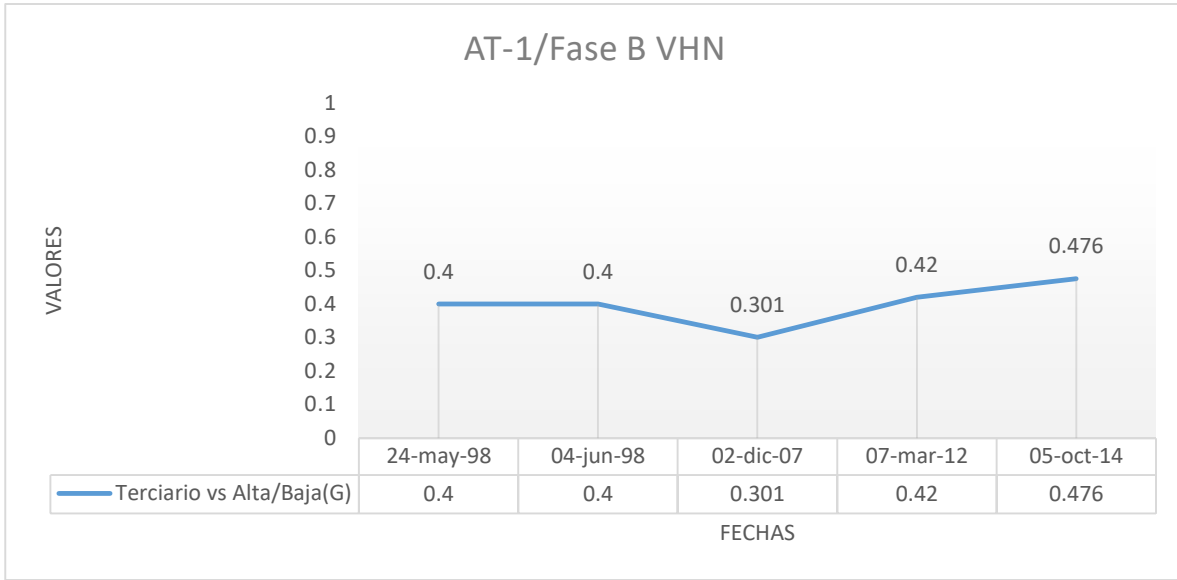
5.20.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



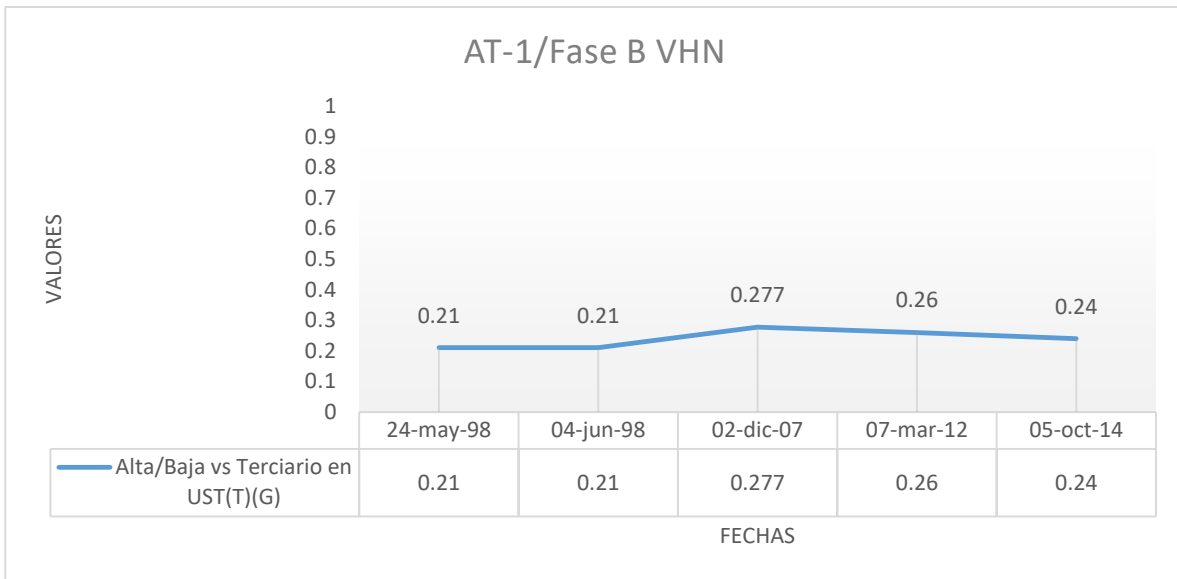
5.21.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



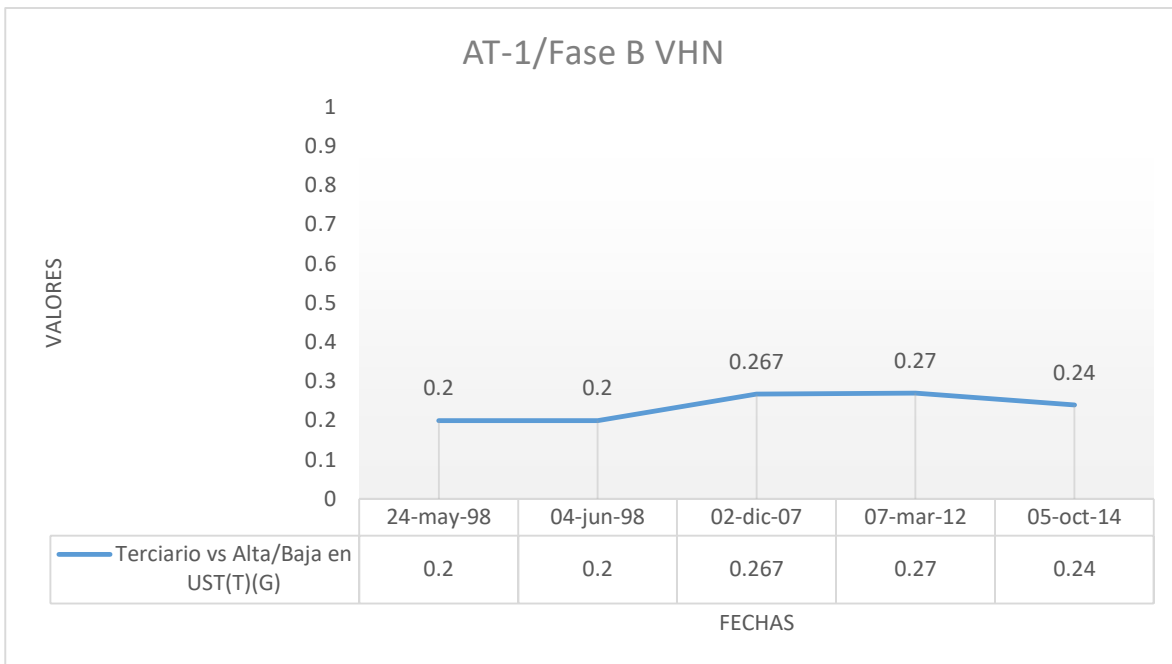
5.22.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



5.23.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



5.24.-Grafica de Factor de potencia AT-1 Fase A-Villahermosa Norte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Como se puede observar y analizar tanto en las tablas con las cuales nos dan los datos y así a su vez poder crear las gráficas con las cuales podemos crear una tendencia y así saber cuál es el estado del equipo. En este caso el estado del equipo se encuentra en óptimas condiciones, como podemos apreciar en las gráficas, ya que la tendencia de nuestra grafica es prácticamente una línea recta, esto nos da indicios de que nuestro equipo se encuentra en buen estado y que el factor de potencia de este no está tan deteriorado y la vida útil del equipo está en buenas condiciones.

5.10.-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

02-dic-07	Columna1	Columna2	Columna3	Columna4
Conexión	línea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X0
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.		1.17	1.4	1.3
Ind.Polaridad		1.34	2.2	1.9

Análisis.

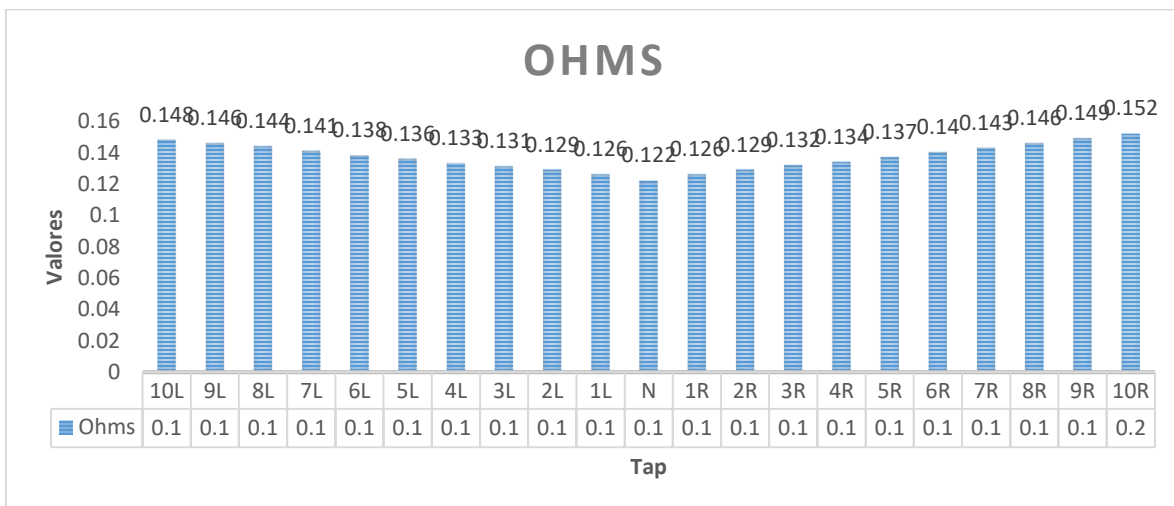
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje. En este caso el único análisis que se pudo hacer es mediante observar la tablas, ya que solo se presentó una prueba, por lo tanto, como podemos observar el índice de polaridad está en un índice de aceptación, por lo tanto podemos tomar como correctas las pruebas, mientras que en el índice de absorción está por debajo de lo correcto, por lo cual podemos tomar en cuenta que los valores podrían estar incorrectos por una mala medición, pero en dado caso que la medición estuviera correctamente, entonces tendríamos que tomar en cuenta eso y analizar de nuevo y encontrar el problema para solucionarlo.

5.11.-Tabla de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

Columna1	H1-X1	H1-X12
Tap	Lectura	Ohms
10L	0.148	0.148
9L	0.14	0.146
8L	0.144	0.144
7L	0.141	0.141
6L	0.138	0.138
5L	0.136	0.136
4L	0.133	0.133
3L	0.131	0.131
2L	0.129	0.129
1L	0.126	0.126
N	0.122	0.122
1R	0.126	0.126
2R	0.129	0.129
3R	0.132	0.132
4R	0.134	0.134
5R	0.137	0.137
6R	0.14	0.14
7R	0.143	0.143
8R	0.146	0.146
9R	0.149	0.149
10R	0.152	0.152

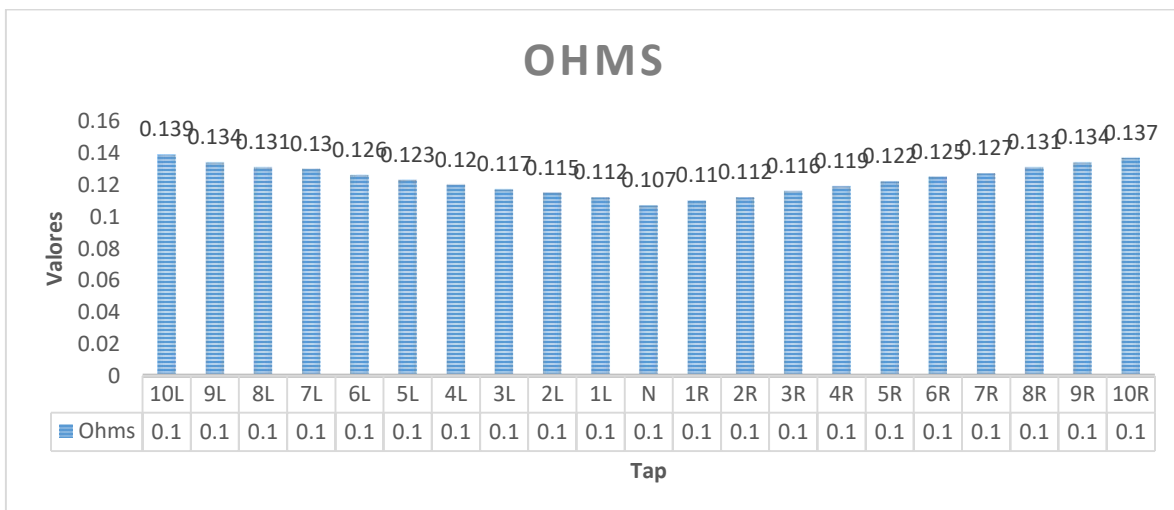
5.25.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase B-Villahermosa Norte



5.12.-Tabla de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase B-Villahermosa Norte

Columna1	H1-X1	H1-X12
Tap	Lectura	Ohms
10L	1.39	0.139
9L	1.34	0.134
8L	1.31	0.131
7L	1.3	0.13
6L	1.26	0.126
5L	1.23	0.123
4L	1.2	0.12
3L	1.17	0.117
2L	1.15	0.115
1L	1.12	0.112
N	1.07	0.107
1R	1.1	0.11
2R	1.12	0.112
3R	1.16	0.116
4R	1.19	0.119
5R	1.22	0.122
6R	1.25	0.125
7R	1.27	0.127
8R	1.31	0.131
9R	1.34	0.134
10R	1.37	0.137

5.26.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase B-Villahermosa Norte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos observar en las tablas y más expresado en las gráficas desarrolladas, podemos notar como las mediciones y las pruebas básicamente hechas están en perfectas condiciones, esto se nota debido a que ninguna de las mediciones con la siguiente que se hace, varían con dígitos demasiado altos o alejados de su predecesor, por lo tanto podemos dar como una prueba correcta y con resultados aceptables.

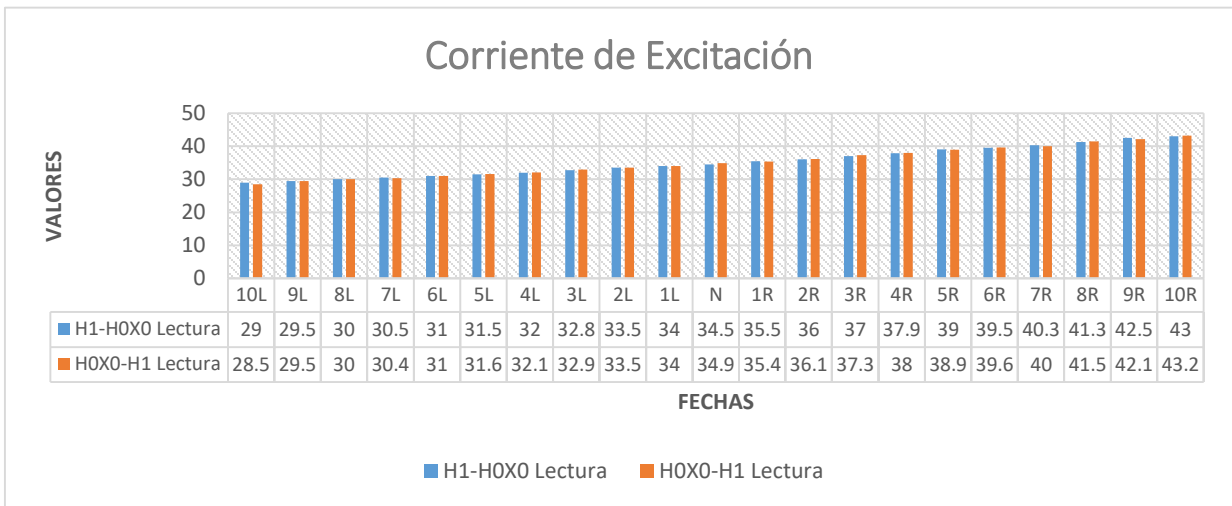
Pruebas a transformadores: AT-1 Fase C-VHN

5.13.-Tabla de Prueba de Corriente Excitación AT-1 Fase C-Villahermosa Norte

Columna1	H1-H0X0	H0X0-H1	%DIF
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	29	28.5	1.7
9L	29.5	29.5	0
8L	30	30	0
7L	30.5	30.35	0.8
6L	31	31	1.5
5L	31.5	31.6	0
4L	32	32.1	0
3L	32.75	32.9	0
2L	33.5	33.5	0
1L	34	34	0
N	34.5	34.9	0.71
1R	35.5	35.4	0.7
2R	36	36.1	0

3R	37	37.3	0.62
4R	37.9	38	0.65
5R	39	38.9	0.64
6R	39.5	39.6	0
7R	40.25	40	0.62
8R	41.25	41.5	0.6
9R	42.5	42.1	1.17
10R	43	43.2	0

5.16.- Graficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase B Villahermosa Norte

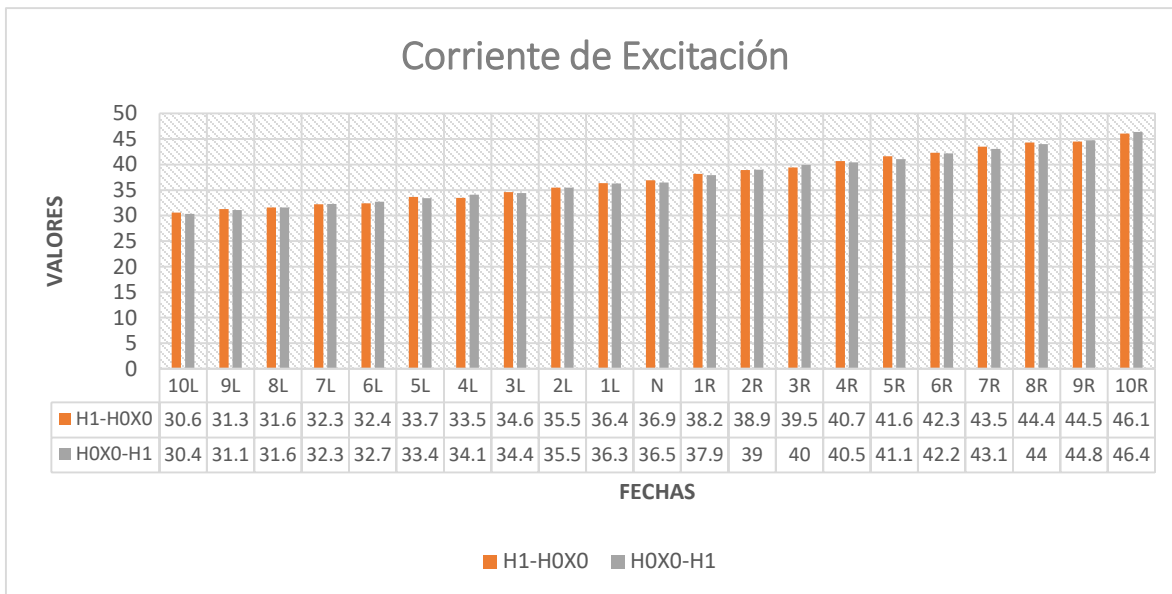


5.14.-Tabla de Prueba de Corriente Excitación AT-1 Fase C-Villahermosa Norte

Columna	H1-H0X0	H0X0-H1	%DIF
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	30.6	30.35	0.816
9L	31.25	31.1	0.48
8L	31.6	31.6	0
7L	32.25	32.3	154
6L	32.4	32.7	0.607
5L	33.65	33.4	0.594
4L	33.45	34.1	0.434
3L	34.6	34.4	0.854
2L	35.45	35.45	0
1L	36.35	36.3	0.137
N	36.9	36.5	1.087
1R	38.15	37.9	0.655
2R	38.9	39	0.256

3R	39.45	39.95	1.241
4R	40.7	40.45	0.614
5R	41.6	41.05	1.32
6R	42.3	42.2	0.236
7R	43.53	43.05	1.148
8R	44.35	44	0.003
9R	44.5	44.75	1.648
10R	46.05	46.4	0.154

5.28.-Graficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase C Villahermosa Norte



Análisis

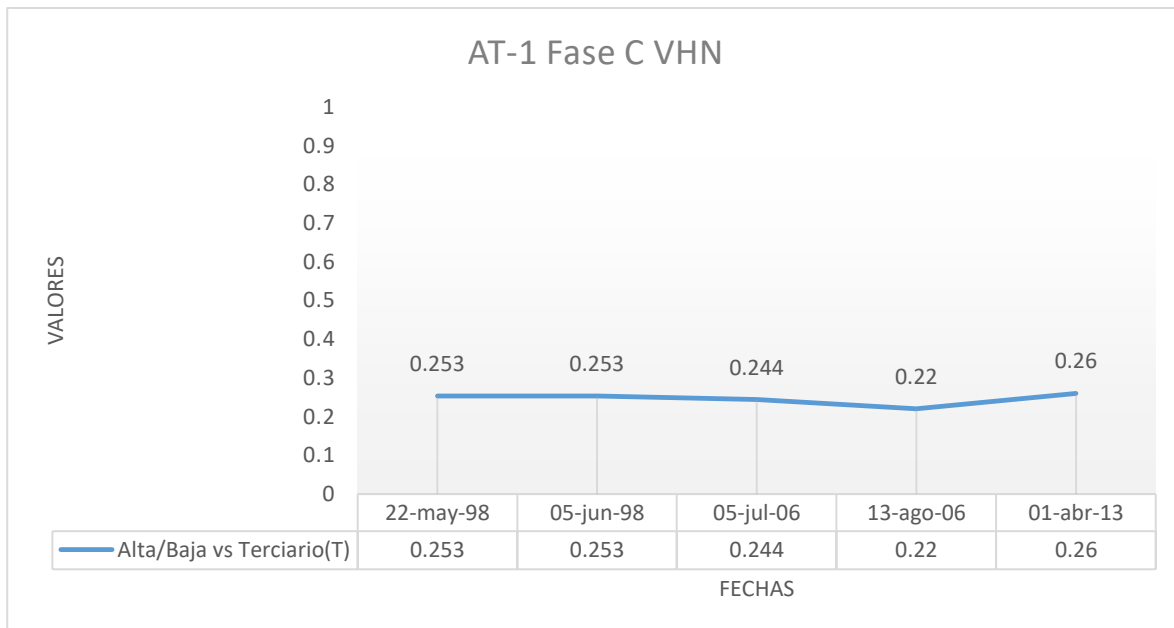
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como podemos observar y analizar tanto en las tablas proporcionadas donde podemos apreciar los datos que se obtuvieron en las diferentes pruebas o en una prueba y a subes también analizando las gráficas creadas a través de los datos recopilados y guiándonos del manual de procedimientos, podemos notar como los valores van aumentando de una manera proporcional y a subes sacando la diferencia de las dos pruebas donde se puede percibir que los valores están correctas, ya que el

porcentaje de aceptación esta correcto ya que está por debajo del 5% requerido por lo tanto se puede dar por una prueba aceptable y así saber que el equipo está en óptimas condiciones y sin ningún tipo de error que necesite ser atendido.

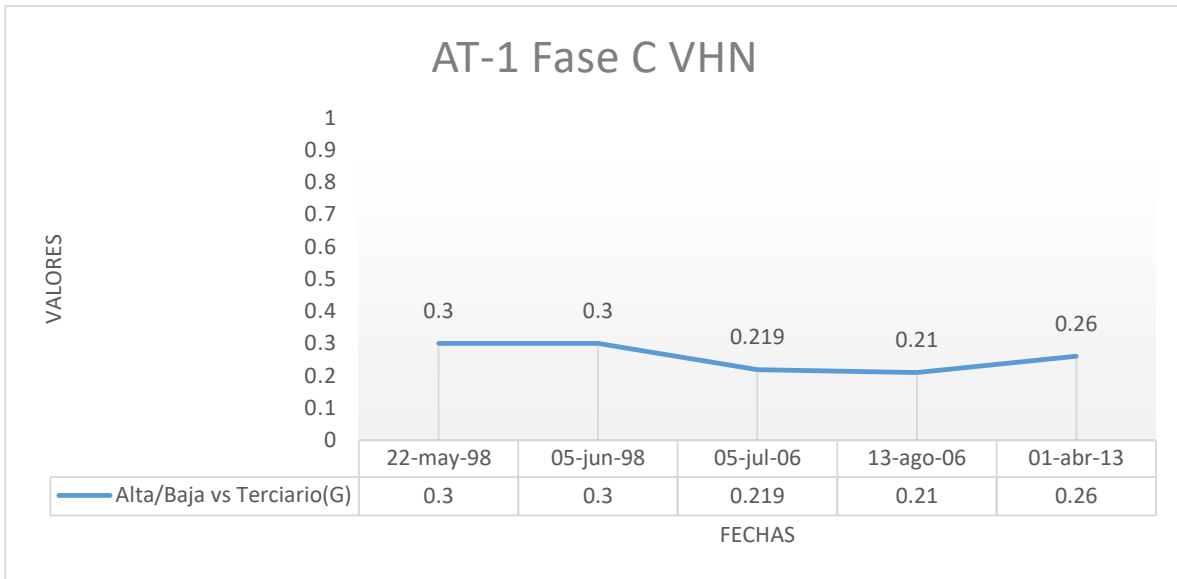
5.9.-Tabla de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte

Columna1	Conexión de prueba	Conexión de prueba2	conexión de prueba3	FP Medid o	FP Medid o	FP Medid o	FP Medid o	FP Medid o
Prueba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	22-may-98	05-jun-98	05-jul-06	13-ago-06	01-abr-13
1	Alta-Baja	Terciario		0.253	0.253	0.244	0.22	0.26
2	Alta-Baja		Terciario	0.3	0.3	0.219	0.21	0.26
3	terciario	alta-baja		0.417	0.347	0.292	0.3	0.29
4	terciario		alta-baja	0.21	0.319	0.311	0.36	0.35
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.22	0.21	0.217	0.19	0.21
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.2	0.22	0.215	0.19	0.22

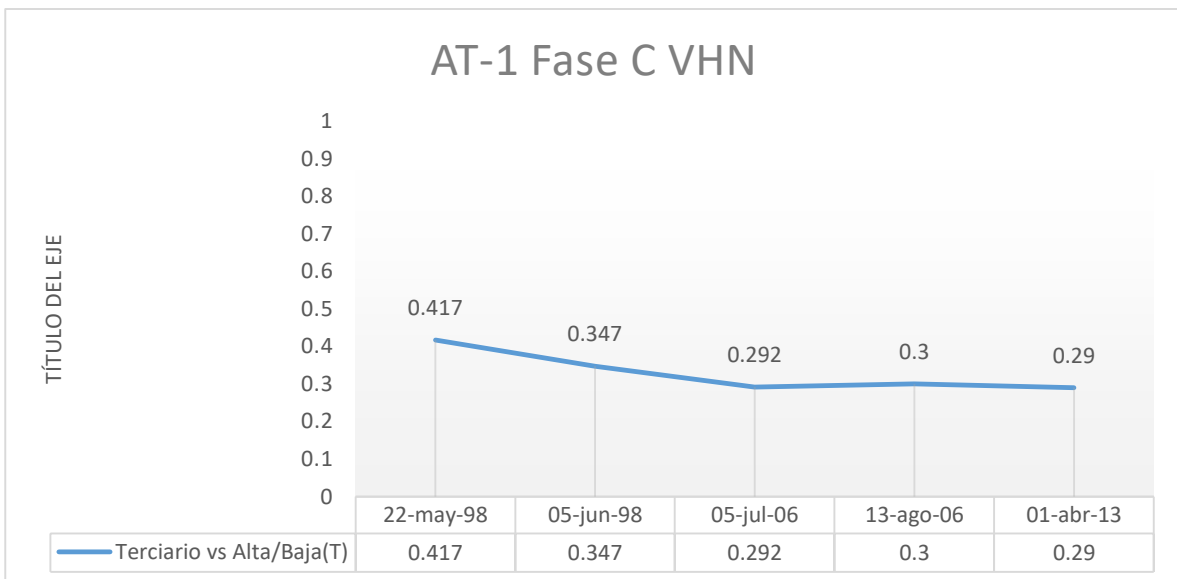
5.29.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



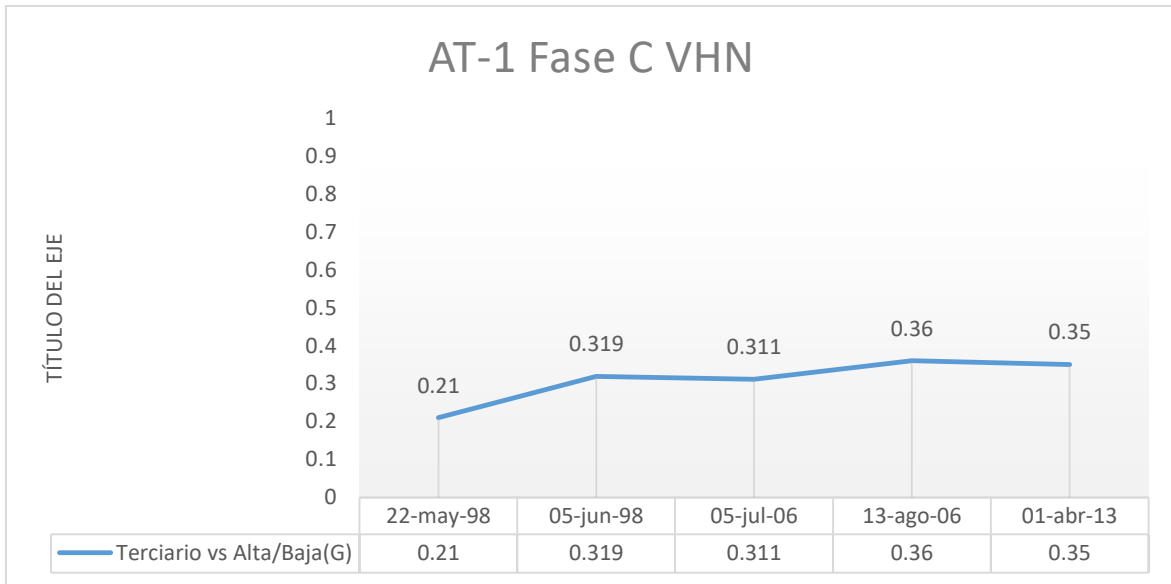
5.30.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



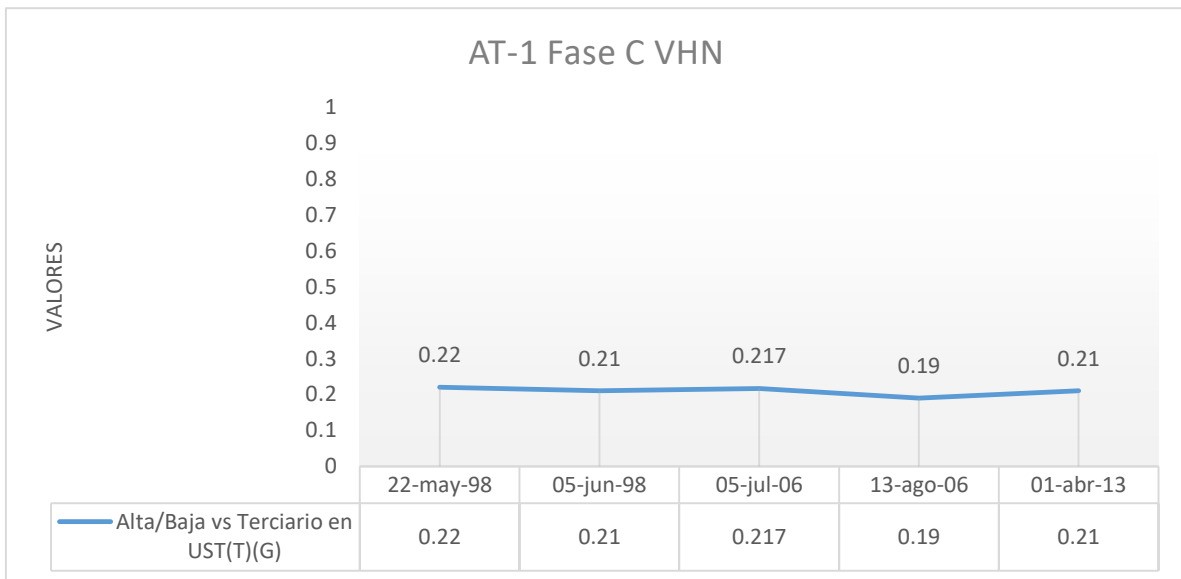
5.31.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



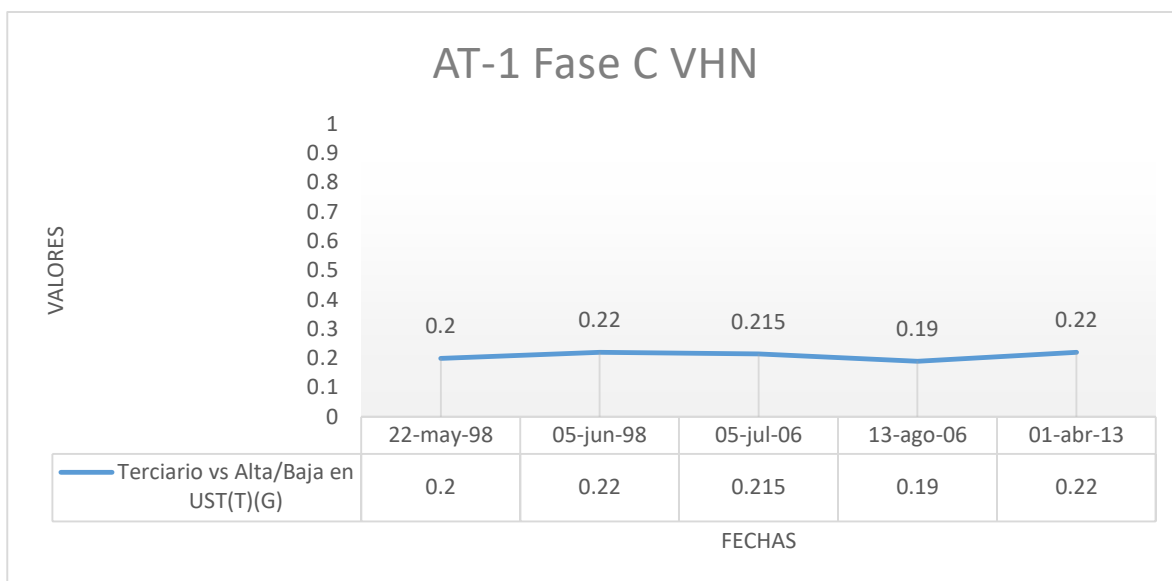
5.32.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



5.33.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



5.34.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



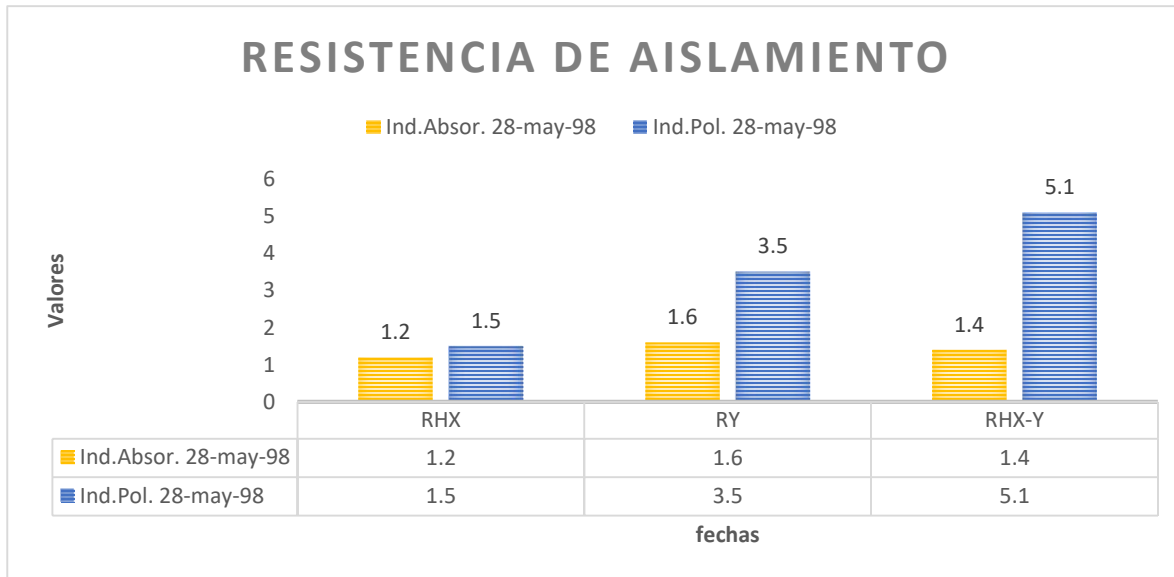
Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Como podemos analizar y observar en las gráficas obtenidas, donde se puede notar claramente la tendencia del equipo donde la tendencia nos marca que va en forma prácticamente lineal, con muy pocas pérdidas. Esto nos demuestra que el equipo se encuentra en óptimas condiciones desde su puesta en servicio, y que el equipo está teniendo una buena calidad de vida, también a subes mediante las tablas podemos notar que los valores arrojados en las pruebas pertinentes que se hayan hecho han resultados satisfactorias ya que todas están por debajo del valor de aceptación que es 1.

5.16-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase C-Villahermosa Norte

Columna	Columna	RHX	RY	RHX-Y
Conexión	línea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X0
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.	28-may-98	1.2	1.6	1.4
Ind.Pol.	28-may-98	1.5	3.5	5.1

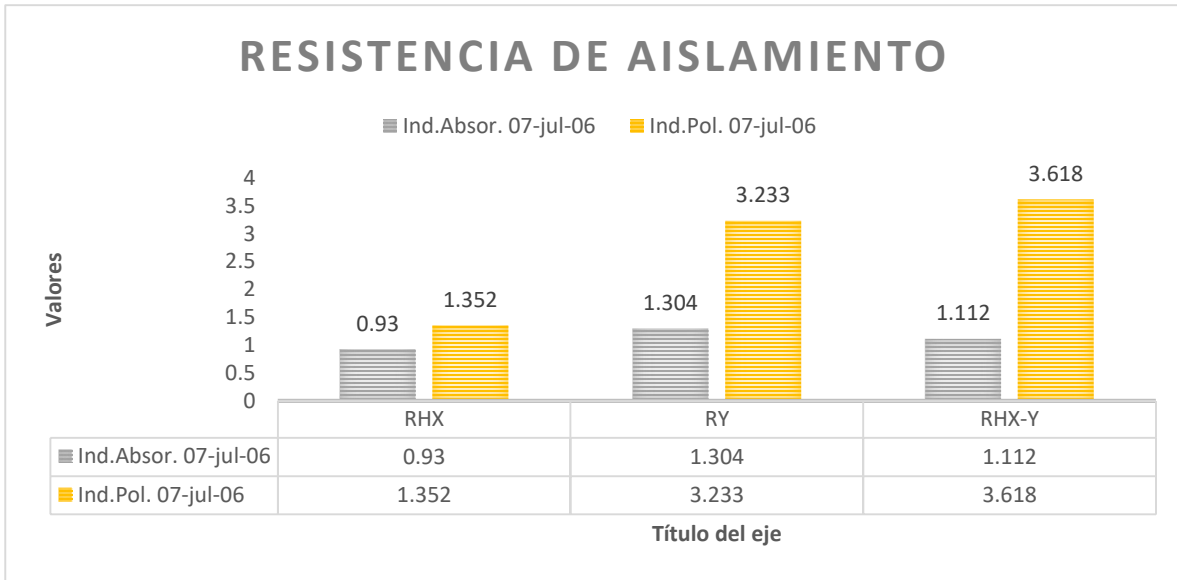
5.35.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



5.17-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase C-Villahermosa Norte

Columna1	Columna2	RHX	RY	RHX-Y
Conexión	linea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X0
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.	07-jul-06	0.93	1.304	1.112
Ind.Pol.	07-jul-06	1.352	3.233	3.618

5.36.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



Análisis.

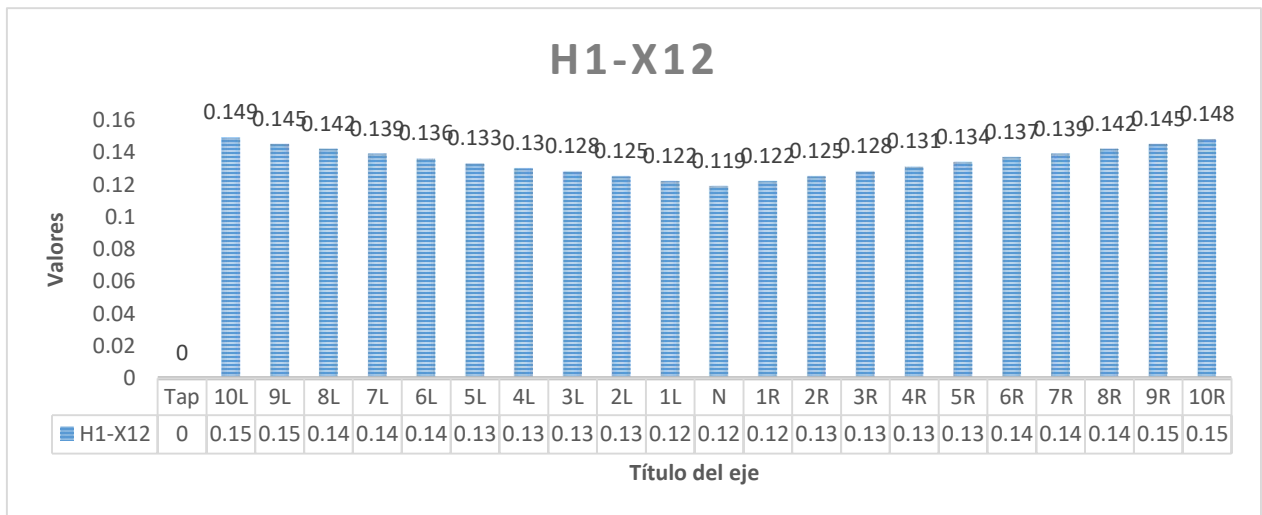
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje. En este caso como se puede apreciar y analizar en las gráficas y también en las tablas podemos notar que el índice de polarización, está en perfectas condiciones, ya que el manual de procedimientos nos da como índice de aceptación que las pruebas de este sean por arriba o igual que 1.5, y en el caso del índice de absorción se encuentra por debajo de lo requerido sin embargo, aunque está por debajo se encuentra en un valor más o menos constante con lo cual puede ser aceptable

5.18.-Tabla de Prueba de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase C-Villahermosa Norte

Columna1	H1-X1	H1-X12
Tap	Lectura	Ohms
10L	0.149	0.149
9L	0.145	0.145
8L	0.142	0.142
7L	0.139	0.139
6L	0.136	0.136
5L	0.133	0.133
4L	0.13	0.13
3L	0.128	0.128
2L	0.125	0.125
1L	0.122	0.122
N	0.119	0.119
1R	0.122	0.122
2R	0.125	0.125
3R	0.128	0.128
4R	0.131	0.131
5R	0.134	0.134
6R	0.137	0.137
7R	0.139	0.139
8R	0.142	0.142
9R	0.145	0.145
10R	0.148	0.148

5.37.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase C-Villahermosa Norte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos analizar y comprobar en las tablas y graficas los datos, con esto podemos darnos cuenta de cómo está el equipo, donde las gráficas nos demuestran su buen estado, no pasando de valores muy lejanos, ya que todos los valores tienen una continuidad y a subes también subiendo en una forma continua y no tan diferencial, por lo tanto podemos dar cada una de las pruebas como aprobatorias.

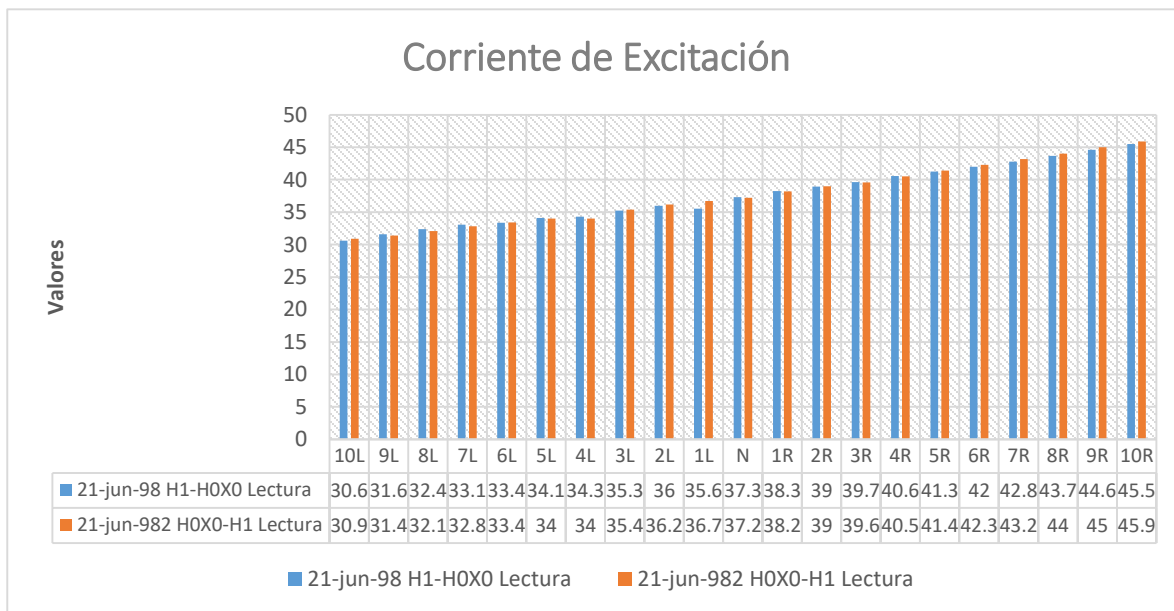
Pruebas a Transformadores: AT-1 Fase R-VHN

5.19.- Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Columna TAP	21-jun-98	21-jun-982	Columna %DIF
	H1-H0X0	H0X0-H1	
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	30.6	30.9	0.971
9L	31.6	31.4	0.633
8L	32.4	32.1	0.926
7L	33.05	32.8	0.756
6L	33.35	33.4	0.15
5L	34.1	34	0.293
4L	34.3	34	0.724
3L	35.25	35.4	0.424
2L	36	36.2	0.552

1L	35.55	36.7	0.409
N	37.3	37.2	0.268
1R	38.25	38.2	0.131
2R	38.95	39	0.128
3R	39.65	39.6	0.126
4R	40.55	40.5	0.123
5R	41.25	41.4	0.362
6R	42	42.3	0.709
7R	42.8	43.2	0.925
8R	43.65	44	0.795
9R	44.6	45	0.889
10R	45.5	45.9	0.871

5.38.- Graficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase R Villahermosa Norte

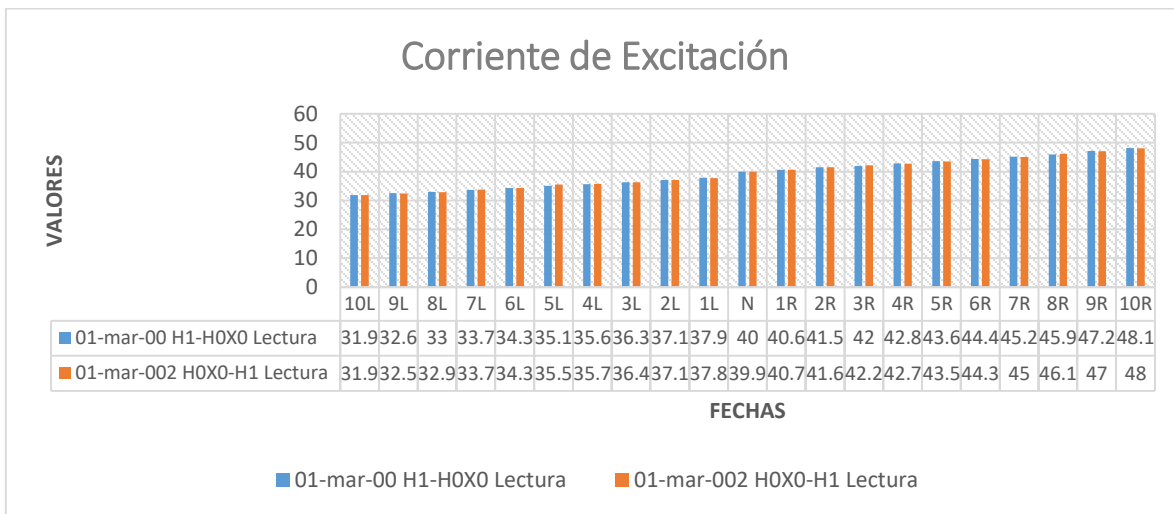


5.20.- Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Columna1	01-mar-00	01-mar-002	Columna3
	H1-H0X0	H0X0-H1	
Tap	Lectura	Lectura	%DIF
10L	31.85	31.85	0
9L	32.55	32.45	0.3
8L	33	32.9	0.3
7L	33.65	33.7	0.14
6L	34.25	34.3	0.14
5L	35.1	35.5	0.12

4L	35.6	35.7	0.28
3L	36.3	36.35	0.13
2L	37.1	37.1	0
1L	37.9	37.75	0.39
N	39.95	39.9	0.12
1R	40.6	40.65	0.12
2R	41.5	41.55	0.12
3R	41.95	42.15	0.47
4R	42.8	42.7	0.23
5R	43.6	43.5	0.22
6R	44.4	44.3	0.22
7R	45.2	45	0.44
8R	45.9	46.1	0.43
9R	47.2	47	0.42
10R	48.1	48	0.2

5.39.-Gráficas de Corriente de Excitación AT-1 Fase R Villahermosa Norte



Análisis

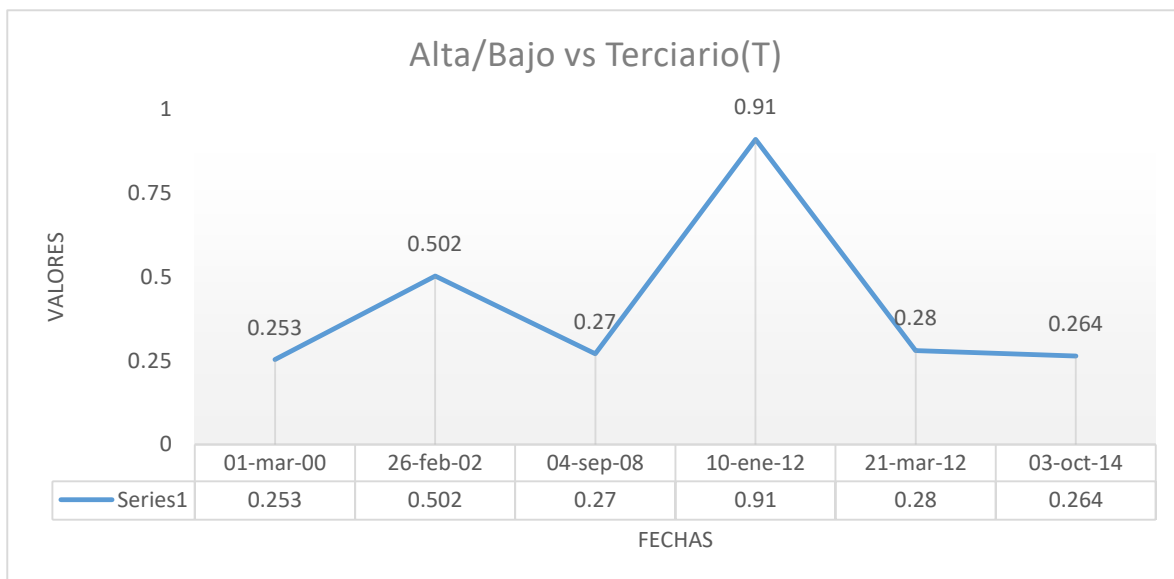
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como podemos observar y analizar tanto en las tablas proporcionadas donde podemos apreciar los datos que se obtuvieron en las diferentes pruebas o en una prueba y a

subes también analizando las gráficas creadas a través de los datos recopilados y guiándonos del manual de procedimientos, podemos notar como los valores van aumentando de una manera proporcional y a subes sacando la diferencia de las dos pruebas donde se puede percibir que los valores están correctas, ya que el porcentaje de aceptación esta correcto ya que está por debajo del 5% requerido por lo tanto se puede dar por una prueba aceptable y así saber que el equipo está en óptimas condiciones y sin ningún tipo de error que necesite ser atendido.

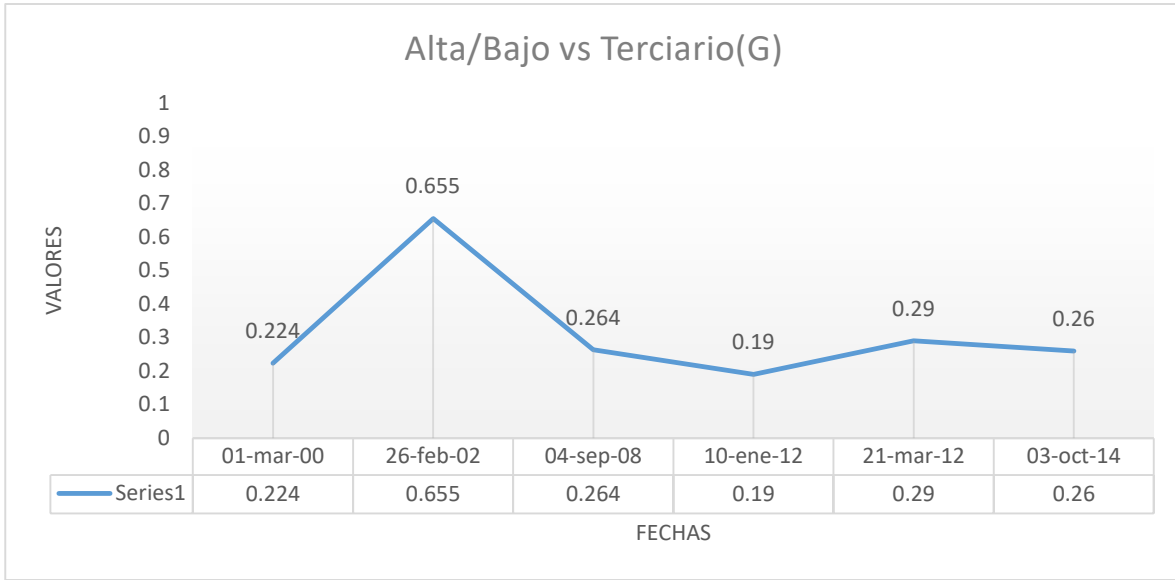
5.21.- Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Colu mna	Devanad o	Devanad o	Devanad o	FP Medi do	FP Medi do	FP Medi do	FP Medi do	FP Medi do	FP Medi do
Prue ba	Devanado Energizado	Devanad o a Tierra	Devanado a Guarda	01- mar- 00	26- feb- 02	04- sep- 08	10- ene- 12	21- mar- 12	03- oct- 14
1	Alta-Baja	Terciario		.253	0.502	0.27	0.91	0.28	0.264
2	Alta-Baja		Terciario	0.224	0.655	0.264	0.19	0.29	0.26
3	terciario	alta-baja		0.278	0.401	0.303	0.35	0.31	0.315
4	terciario		alta-baja	0.315	0.487	0.346	0.25	0.33	0.366
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.219	0.264	0.236	1.46	0.23	0.23
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.219	0.266	0.234	0.8	0.24	0.229

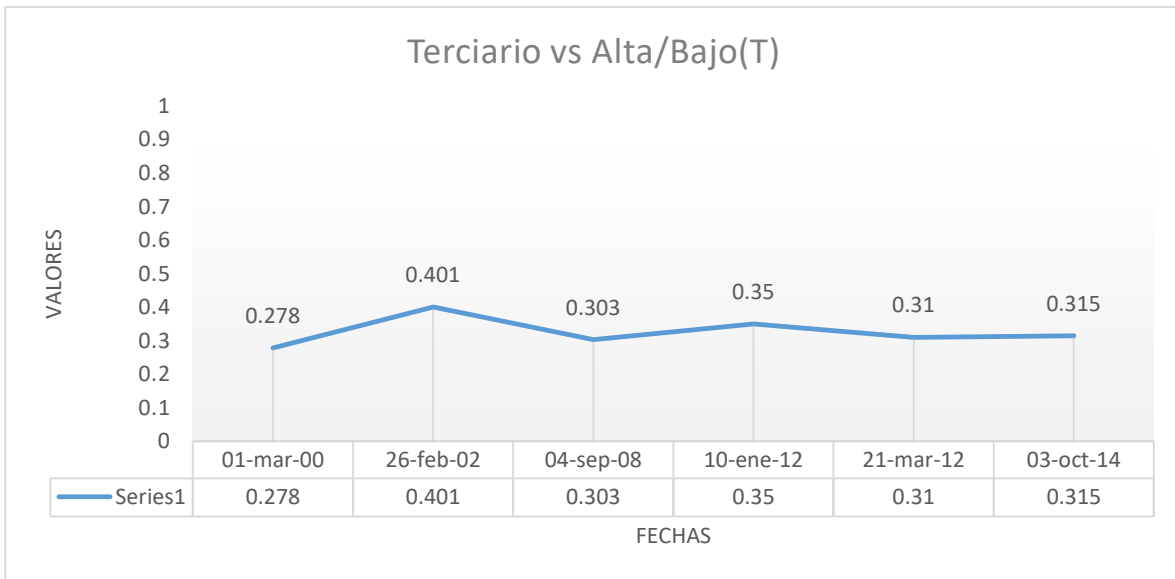
5.40.- Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



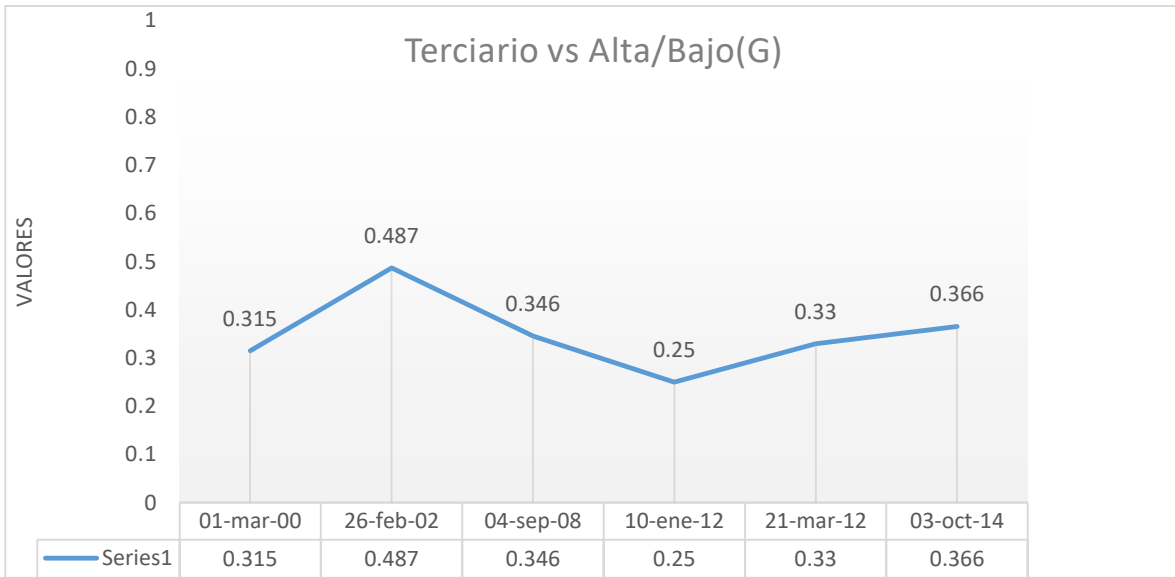
5.41.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



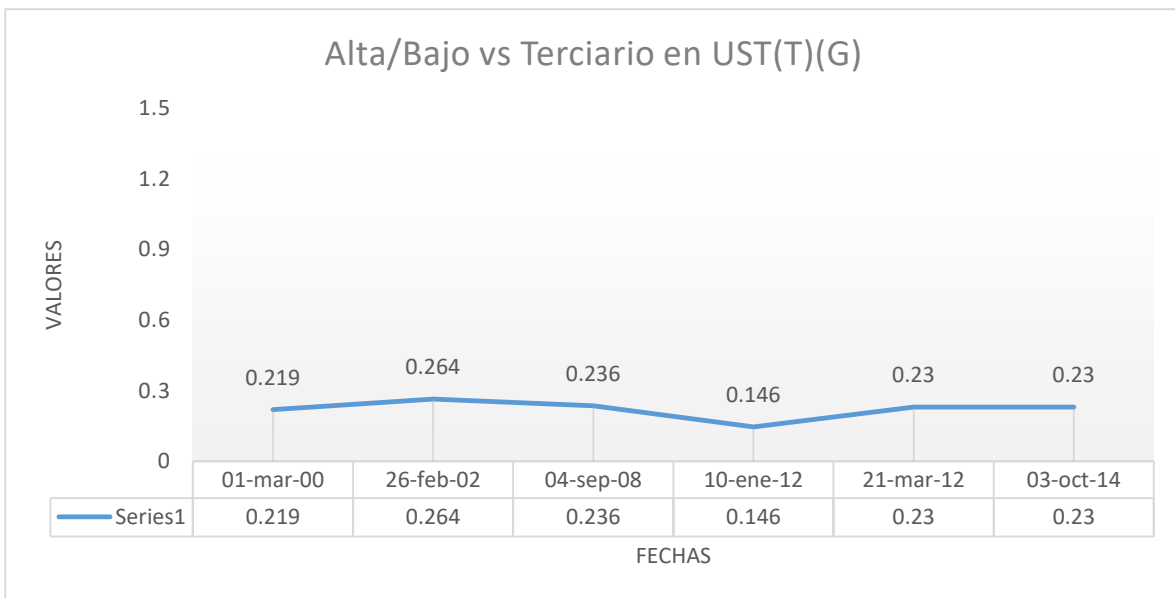
5.42.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



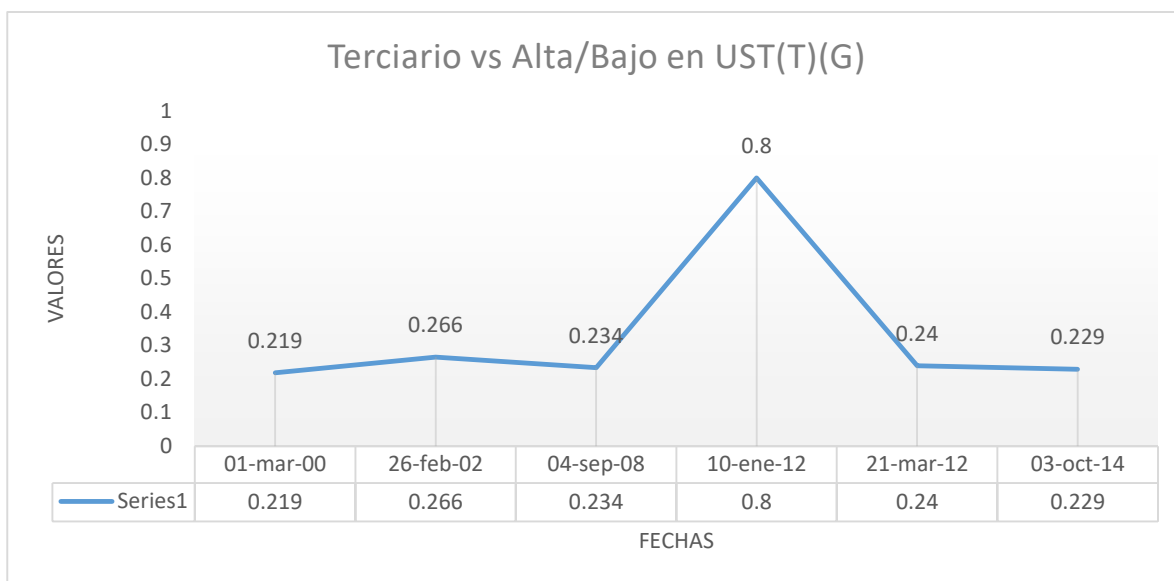
5.43.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



5.44.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



5.45.-Graficas de Factor de Potencia AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



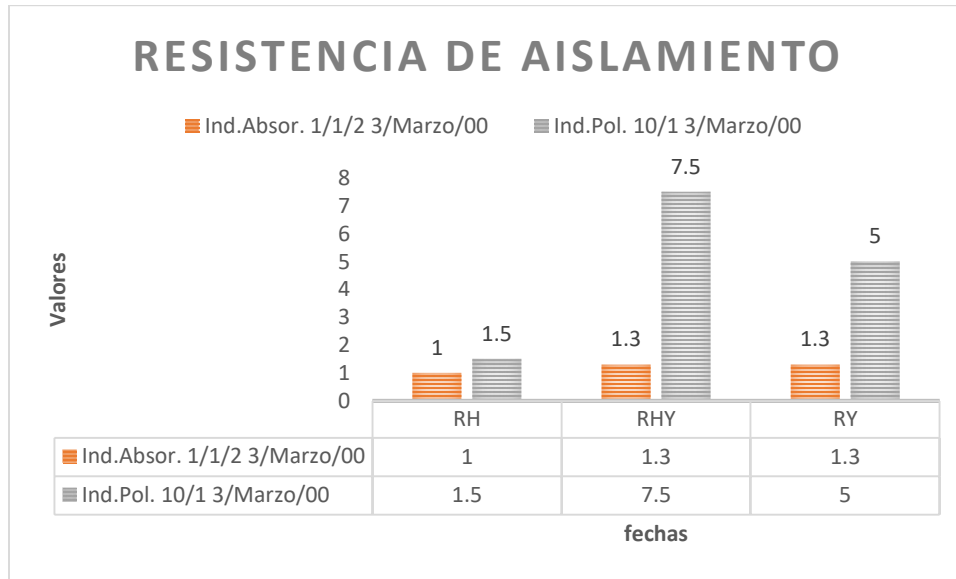
Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. En este caso podemos analizar y verificar mediante las gráficas y las tablas el estado del equipo donde se hizo la prueba de factor de potencia, donde podemos notar que todo está en perfectas condiciones, todo como dicta el manual de procedimientos donde podemos notar en la primera grafica un pico de elevación que prácticamente llega a 1, donde esto podría ser causado por una mala medición por parte del personal o porque el equipo presentaba una anomalía, sin embargo en las siguiente graficas podemos notar como esta anomalía, se quita, esto pudo haber sido como antes dicho por una mala medición o un fallo que fue corregido, pero en términos del equipo, este se encuentra en buen estado y con mediciones aceptables.

5.22.- Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Columna1	Columna2	RH	RHY	RY
Conexión	linea	H1X1 H0X0	H1X1 H0X0	Y1 Y2
Conexión	guarda	Y1-Y2	Tierra Tanque	H1X1 H0X0
Conexión	tierra	Tanque	Y1 Y2	Tanque
Ind.Absor. 1/1/2 3/Marzo/00		1	1.3	1.3
Ind.Pol. 10/1 3/Marzo/00		1.5	7.5	5

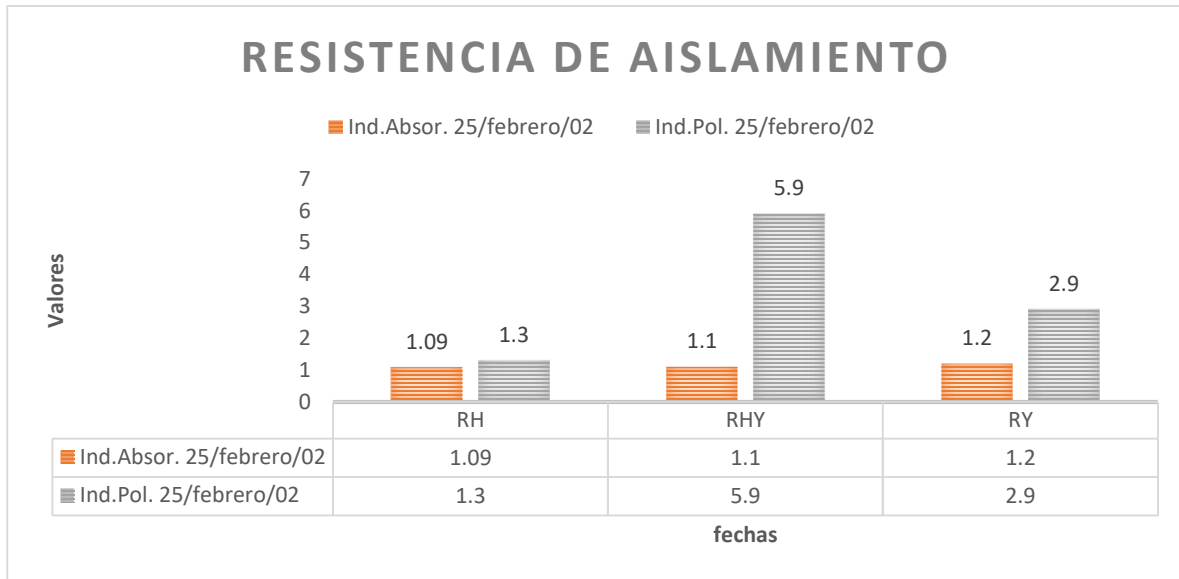
5.46.- Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



5.23.- Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Columna1	Columna2	RH	RHY	RY
Conexión	linea	H1X1 H0X0	H1X1 H0X0	Y1 Y2
Conexión	guarda	Y1-Y2	Tierra Tanque	H1X1 H0X0
Conexión	tierra	Tanque	Y1 Y2	Tanque
Ind.Absor. 25/febrero/02		1.09	1.1	1.2
Ind.Pol. 25/febrero/02		1.3	5.9	2.9

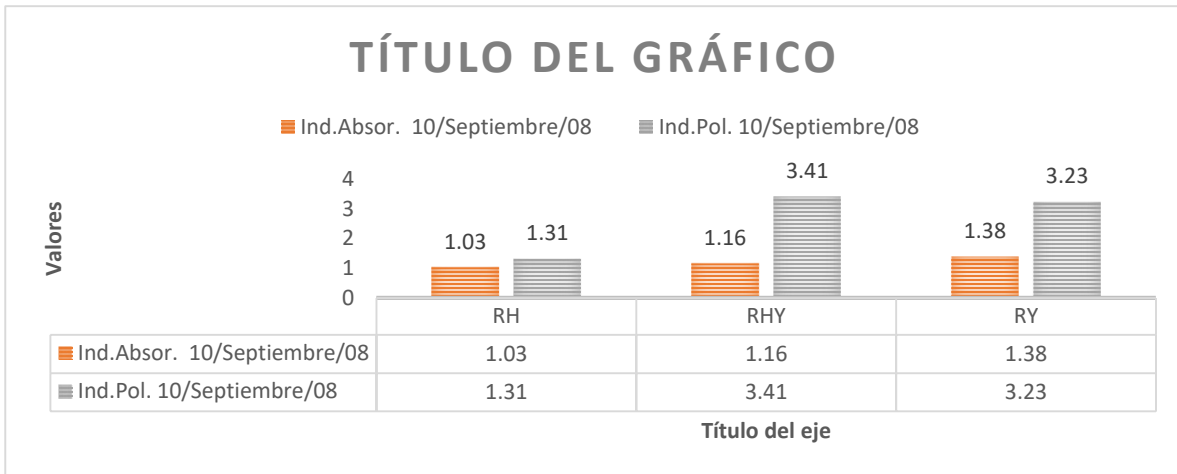
5.47.- Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



5.24.- Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Conexiones		RH	RHY	RY
Conexión	línea	H1X1 H0X0	H1X1 H0X0	Y1 Y2
Conexión	guarda	Y1-Y2	Tierra Tanque	H1X1 H0X0
Conexión	tierra	Tanque	Y1 Y2	Tanque
Ind. Absor.	10/Septiembre/08	1.03	1.16	1.38
Ind. Pol.	10/Septiembre/08	1.31	3.41	3.23

5.48.-Grafica de Resistencia de aislamiento AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



Análisis.

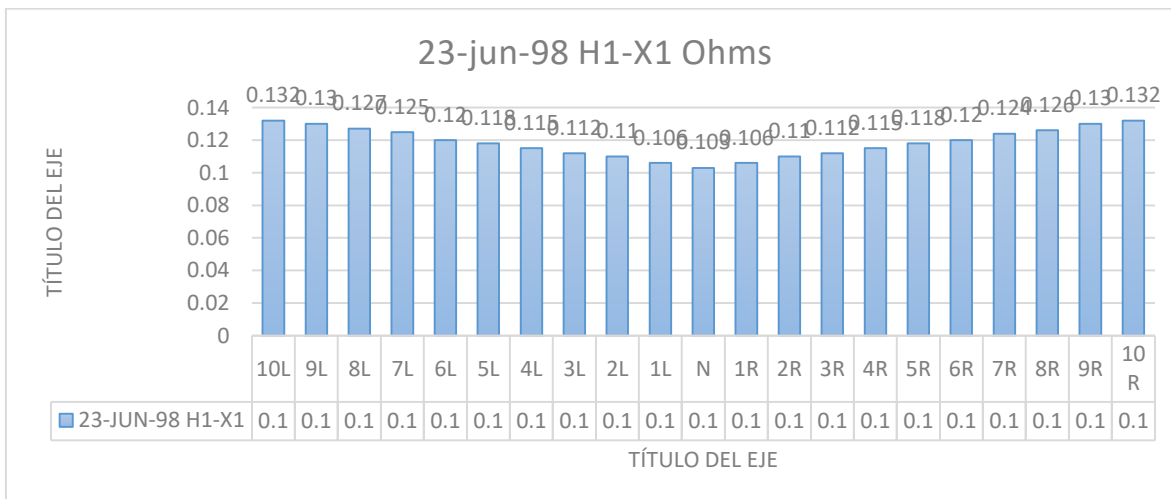
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje. En este caso podemos analizar, mediante las gráficas y las tablas el estado del equipo mediante las pruebas de resistencia de aislamiento, como se puede notar en las gráficas, el índice de absorción se encuentra por debajo de lo permitido, sin embargo a pesar de estar por debajo, se encuentra de forma estable por lo que se puede dar por una medición aceptable, mientras que la de índice de polarización, si varia, no está estable por lo que en el caso de las dos las dos pruebas nos indica que necesitamos realizar un investigación y dar con el porque de los valores, ya que podría estar presentando algún fallo que podría afectar.

5.25.-Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Columna1	23-jun-98	23-jun-98
	H1-X1	H1-X1
Tap	Lectura	Ohms
10L	1.32	0.132
9L	1.3	0.13
8L	1.27	0.127
7L	1.25	0.125
6L	1.2	0.12
5L	1.18	0.118
4L	1.15	0.115
3L	1.12	0.112
2L	1.1	0.11
1L	1.06	0.106
N	1.03	0.103
1R	1.06	0.106
2R	1.1	0.11
3R	1.12	0.112
4R	1.15	0.115
5R	1.18	0.118
6R	1.2	0.12
7R	1.24	0.124
8R	1.26	0.126
9R	1.3	0.13
10R	1.32	0.132

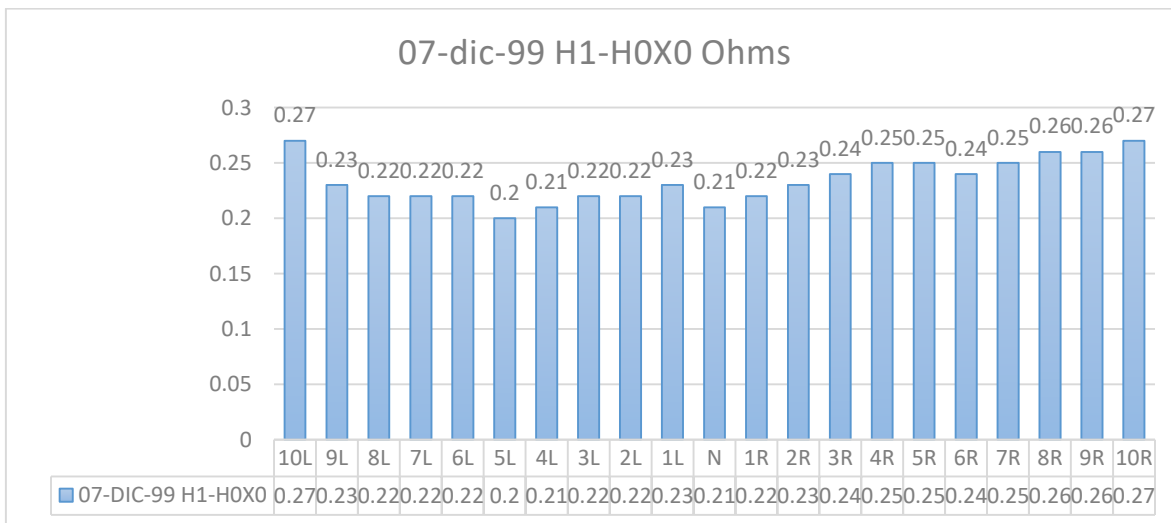
5.49.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



5.26.-Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

	07-dic-99	07-dic-99
	H1-H0X0	H1-H0X0
Tap	Lectura	Ohms
10L	0.027	0.27
9L	0.023	0.23
8L	0.022	0.22
7L	0.022	0.22
6L	0.022	0.22
5L	0.02	0.2
4L	0.021	0.21
3L	0.022	0.22
2L	0.022	0.22
1L	0.023	0.23
N	0.021	0.21
1R	0.022	0.22
2R	0.023	0.23
3R	0.024	0.24
4R	0.025	0.25
5R	0.025	0.25
6R	0.024	0.24
7R	0.025	0.25
8R	0.026	0.26
9R	0.026	0.26
10R	0.027	0.27

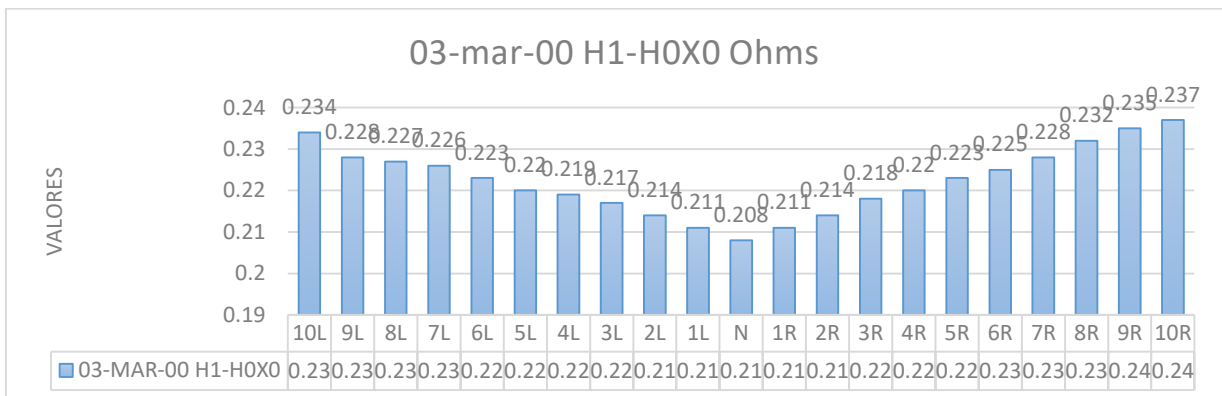
5.50.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



5.27.-Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase R-Villahermosa Norte

Columna1	03-mar-00	03-mar-00
	H1-H0X0	H1-H0X0
Tap	Lectura	Ohms
10L	0.234	0.234
9L	0.228	0.228
8L	0.227	0.227
7L	0.226	0.226
6L	0.223	0.223
5L	0.22	0.22
4L	0.219	0.219
3L	0.217	0.217
2L	0.214	0.214
1L	0.211	0.211
N	0.208	0.208
1R	0.211	0.211
2R	0.214	0.214
3R	0.218	0.218
4R	0.22	0.22
5R	0.223	0.223
6R	0.225	0.225
7R	0.228	0.228
8R	0.232	0.232
9R	0.235	0.235
10R	0.237	0.237

5.51.-Grafica de Resistencia de Óhmica AT-1 Fase R-Villahermosa Norte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos analizar y comprobar en las tablas y gráficas los datos, con esto podemos darnos cuenta de cómo está el equipo, donde las gráficas nos demuestran su buen estado, no pasando de valores muy lejanos, ya que todos los valores tienen una continuidad y a subes también subiendo en una forma continua y no tan diferencial, por lo tanto podemos dar cada una de las pruebas como aprobatorias.

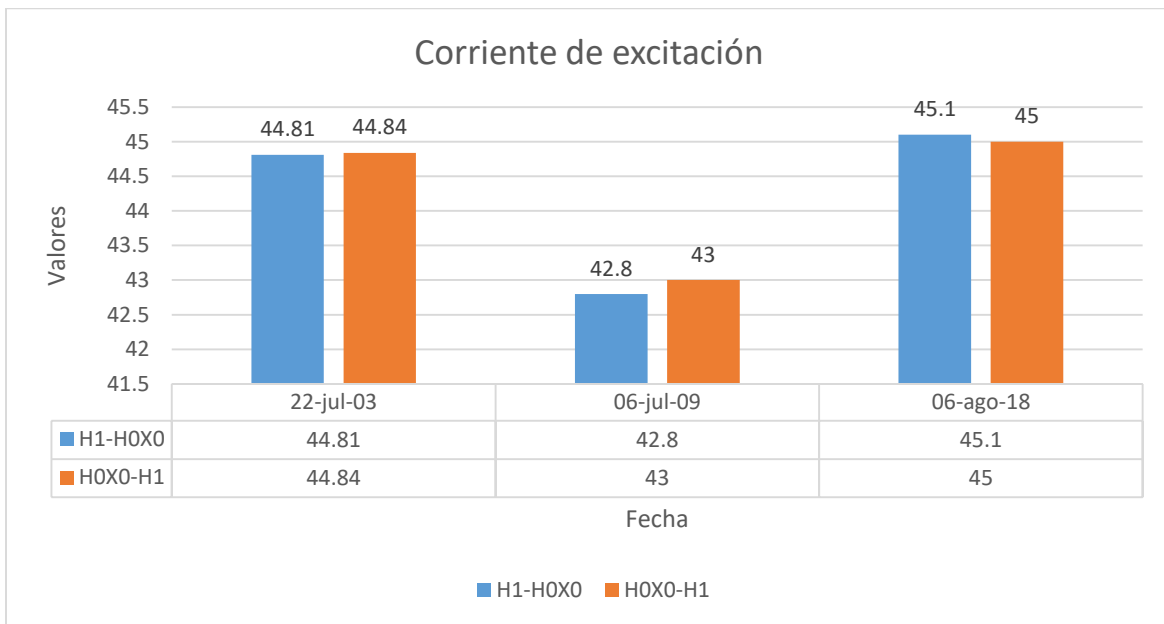
Subestación Eléctrica Kilometro Veinte (KLV)

Pruebas a Transformador AT-1 Fase A-KLV

6.1.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Kilometro Veinte

Fecha					22-jul-03	06-jul-09	06-ago-18
Prueba	AT	AT	AT		Tap		
	Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra		N(Nominal)	N	N
1	H1		H0X0		44.81	42.8	45.1
2	H0X0		H1		44.84	43	45

6.1.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Fase A Kilometro Veinte



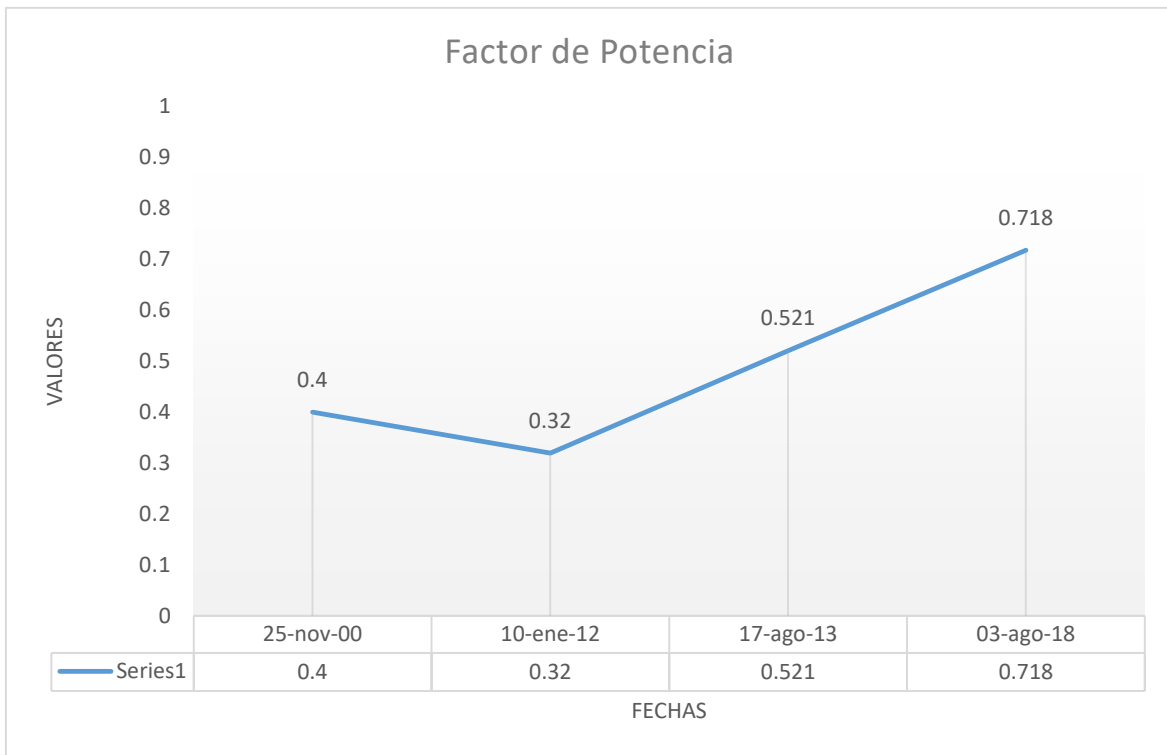
Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%

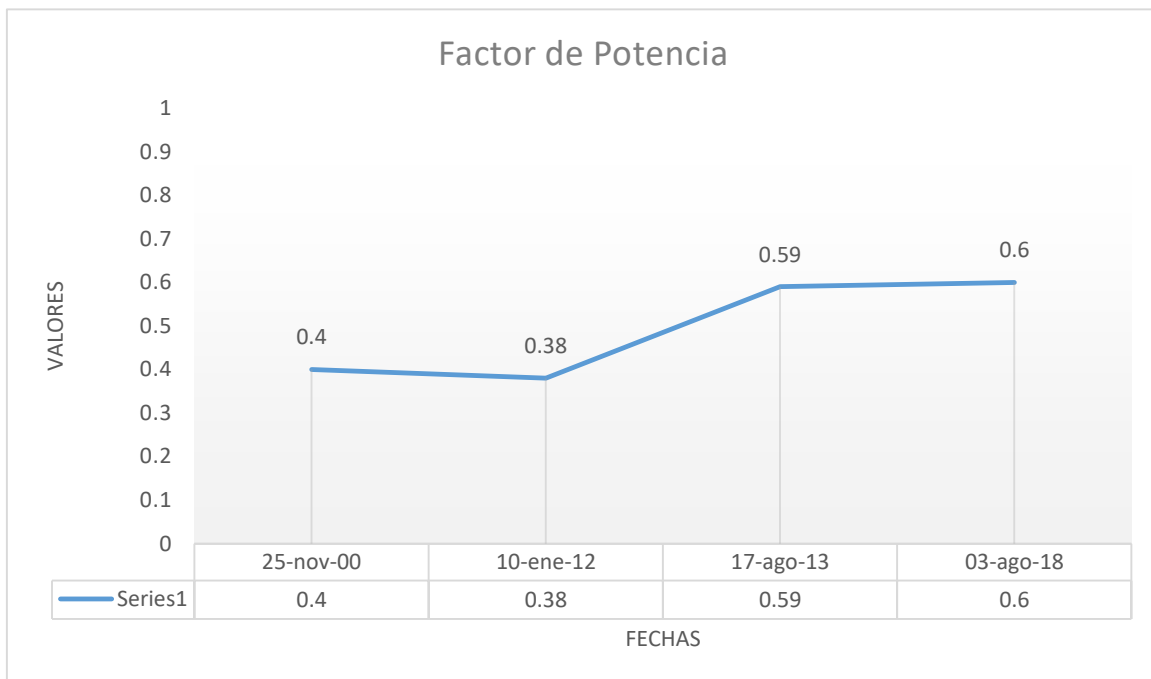
6.2.- Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte

Colum na1	Conexión de prueba	Conexión de prueba2	Conexión de prueba3	FP			
				Medid o	Colu mna4	Colu mna5	Colu mna6
Prueb a	Devanado Energizado	Devanado Tierra	a Devanado Guarda	a 25- nov-00	10- ene- 12	17- ago- 13	03- ago- 18
	Alta-Baja	Terciario		0.4	0.32	0.521	0.718
	Alta-Baja		Terciario	0.4	0.38	0.59	0.6
	terciario	alta-baja		0.4	0.47	0.524	0.41
	terciario		alta-baja	0.5	0.52	0.586	0.489
	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.3	0.41	0.464	0.52
	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.3	0.41	0.464	0.48

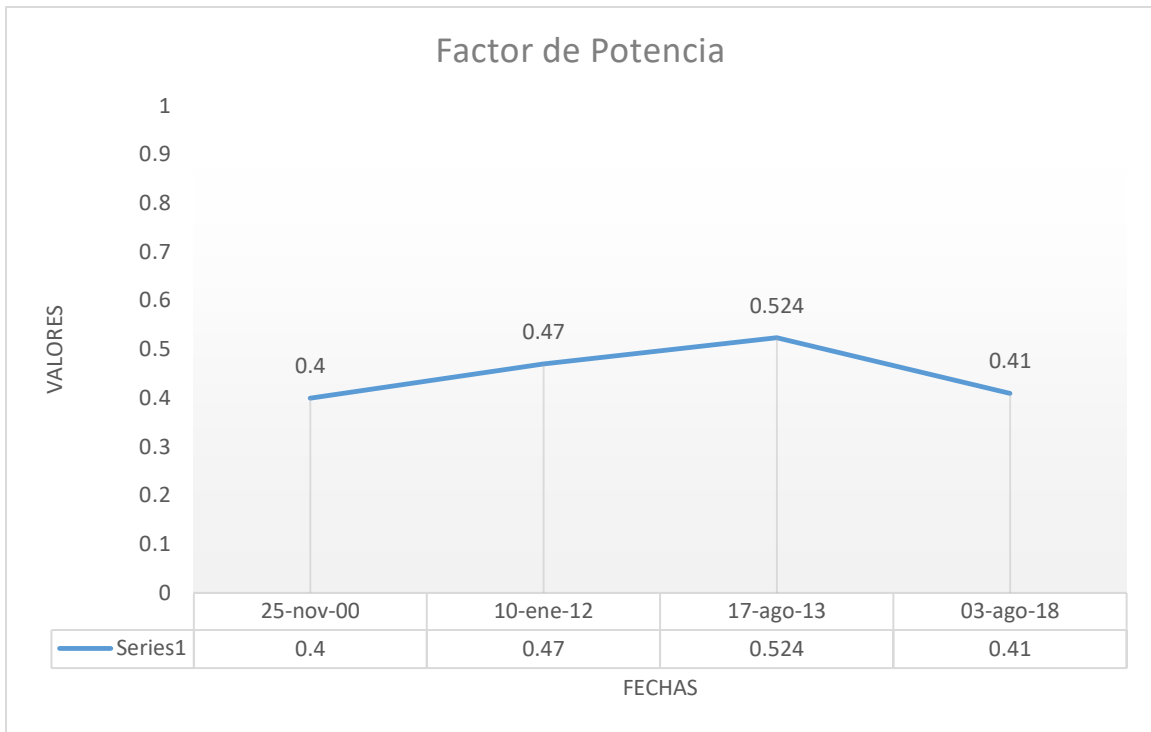
6.2.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte



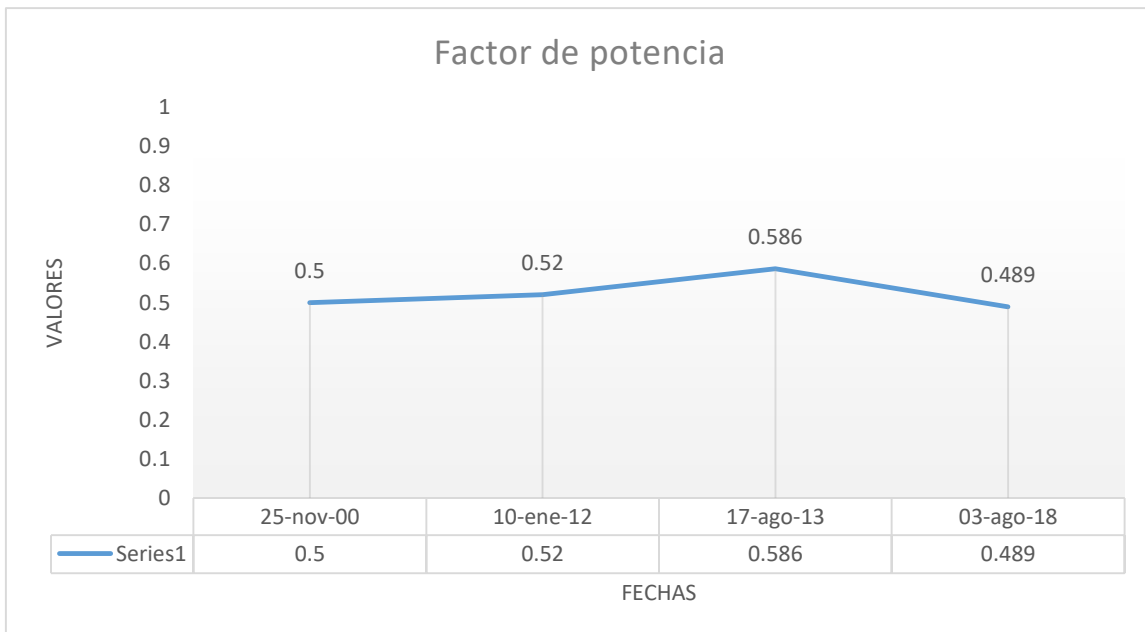
6.3.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte



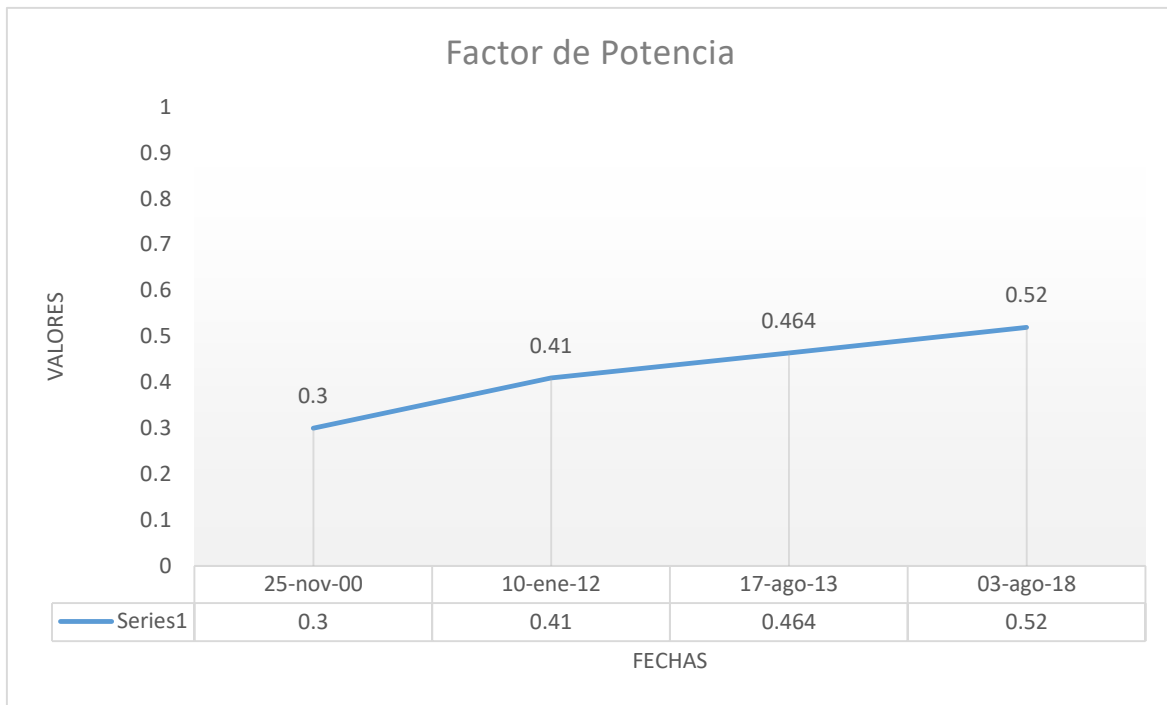
6.4.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte



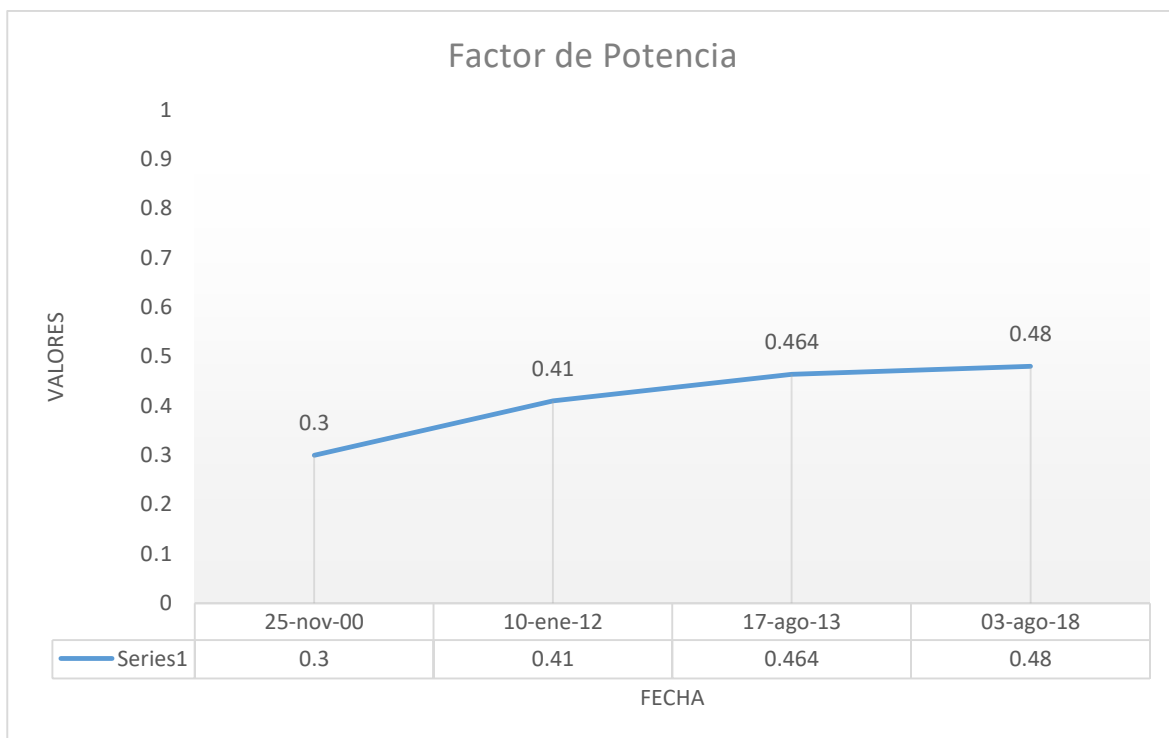
6.5.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte



6.6.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte



6.7.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Kilometro Veinte



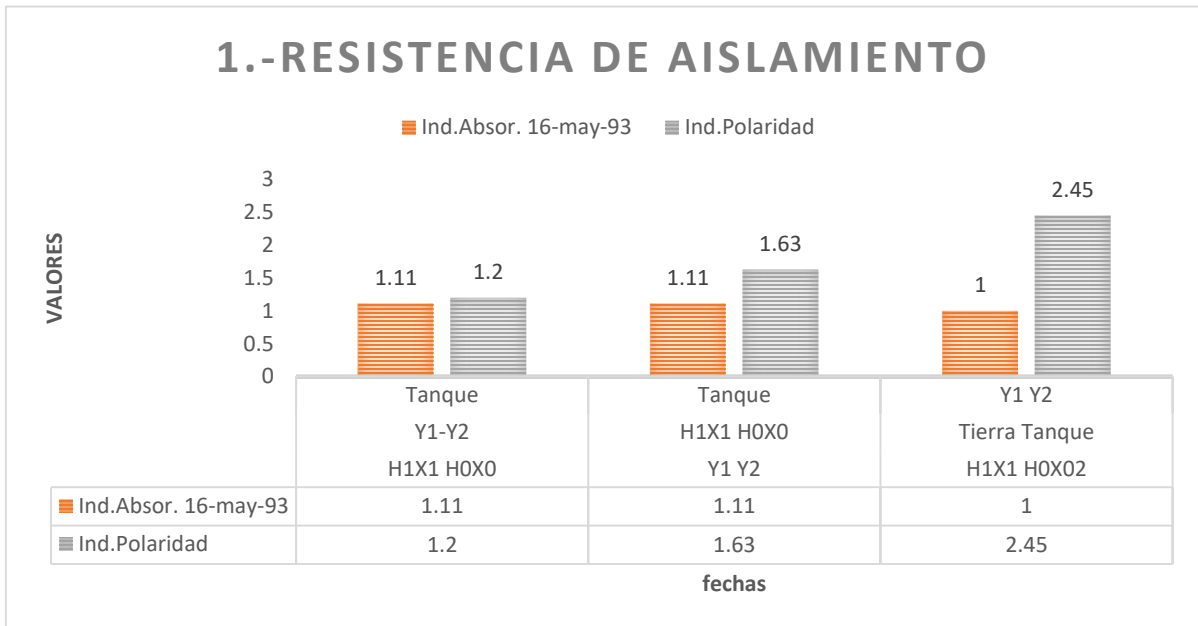
Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia. El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1, como es el caso que se nos presenta, donde en ninguna de las gráficas el valor sobrepasa el valor indicado, todas están por debajo, y como se puede apreciar en la mayoría de las gráficas la mayoría sigue una tendencia estable casi en línea horizontal con una ligera inclinación a subir, esto es aceptable ya que con el paso del tiempo se puede ir perdiendo sus propiedades, pero en este caso mientras más cercano este el valor de la lectura a 0, esta es aún mejor y las lecturas obtenidas serán aceptables y el equipo se dará por un equipo en buenas condiciones mientras no rebase el valor de 1.

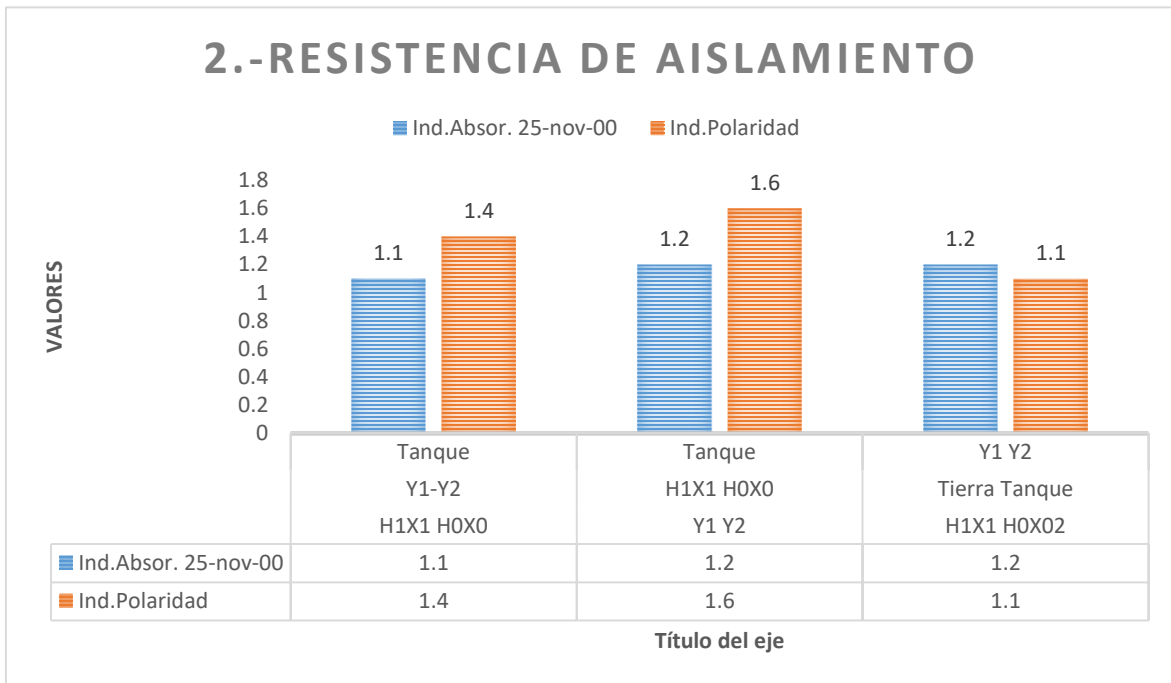
6.3.-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Kilometro Veinte

Conexión	línea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X02
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.	16-may-93	1.11	1.11	1
Ind.Polaridad		1.2	1.63	2.45
Ind.Absor.	25-nov-00	1.1	1.2	1.2
Ind.Polaridad		1.4	1.6	1.1
Ind.Absor.	21-ene-12	1.5	1	0.99
Ind.Polaridad		2.23	0.99	0.98
Ind.Absor.	03-ago-18	1.254	1.005	1.919
Ind.Polaridad		1.464	0.001	2.475

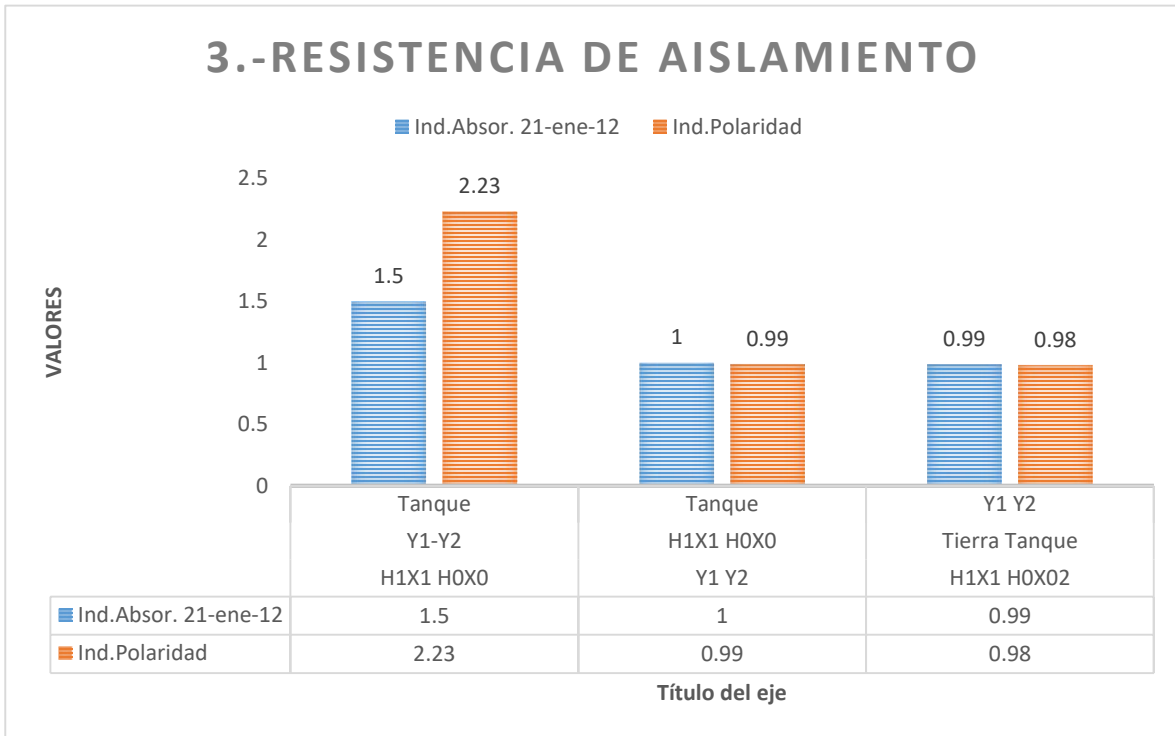
6.8.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Kilometro Veinte



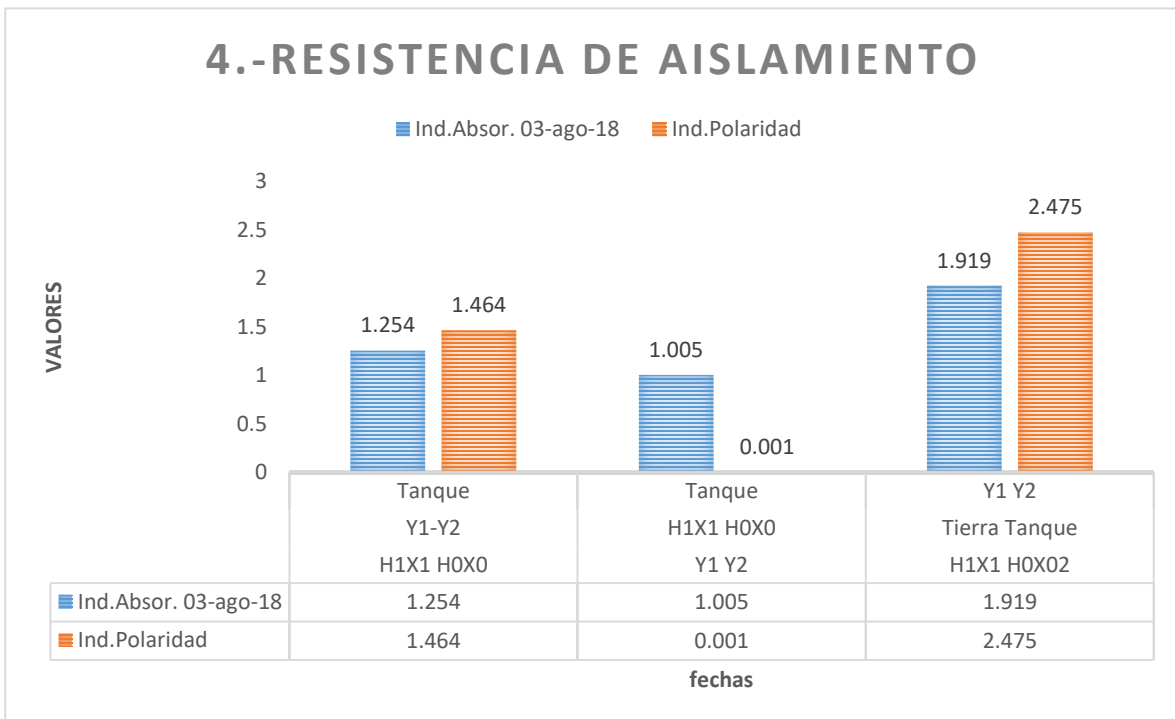
6.9.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Kilometro Veinte



6.10.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Kilometro Veinte



6.11.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Kilometro Veinte



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

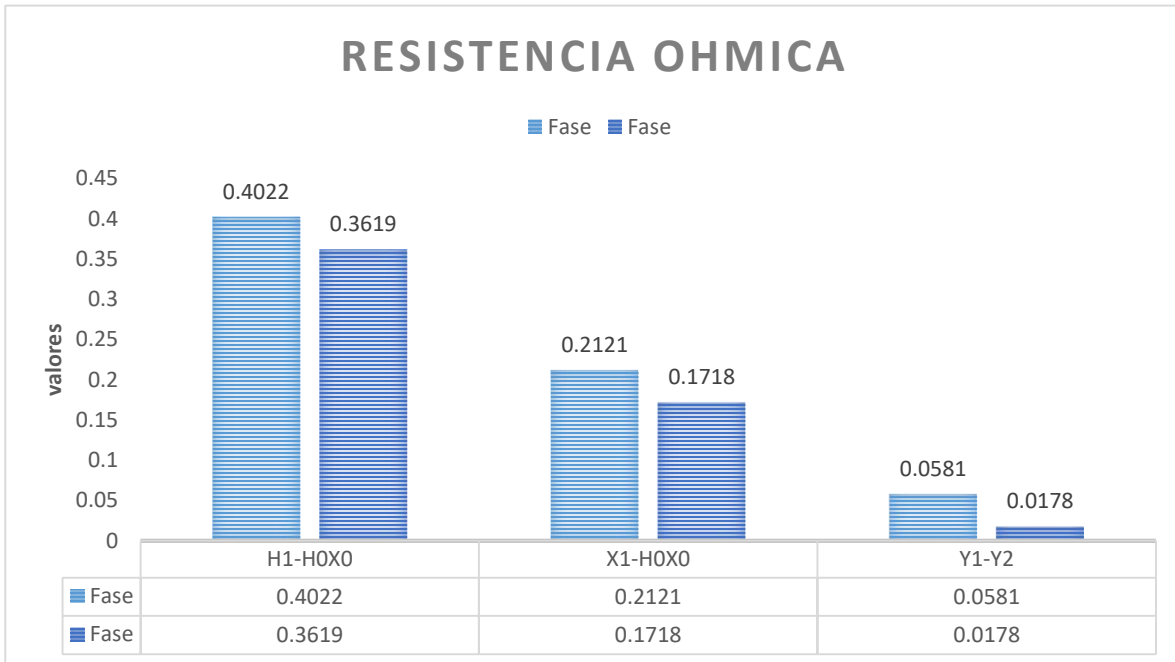
El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

Dando el análisis de las gráficas de resistencia de aislamiento nos podemos percatar de cómo se encuentra el estado del equipo mediante pruebas específicas en este caso, la mayoría de los valores que se obtuvieron están por debajo de lo permitido dando pie a que se necesite una revisión del equipo, ya que esta podría llegar a presentar fallos y si llegaran a ser valores muy bajos se recomienda que el equipo se retirara de operación, pero los valores aun así al estar por debajo de lo permitido pero son valores constantes se puede llegar a pasar por una prueba en “buen” estado, sin embargo se necesita que se investigue la causa del porque están bajos, pudiendo ser una de las causas una mala conexión del equipo para medición o que el equipo donde se probó tenga alguna capa de suciedad.

6.4.-Gráfica de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Kilometro Veinte

Devanado A.T.H(Deriv.Nominal)	de Lectura K	Devanado B.T.X(Deriv.Nominal)	Lectura K2	valore s2
Fase	Lectura K	Fase	Lectura K	Ohms
H1-H0X0	0.4022	H1-H0X0		0.361 9
X1-H0X0	0.2121	X1-H0X0		0.171 8
Y1-Y2	0.0581	Y1-Y2		0.017 8

6.12.-Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Kilometro Veinte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia óhmica, teniendo como finalidad la medición de la resistencia óhmica de los devanados para verificar la continuidad de las bobinas y así evitar falsos contactos o espiras en corto circuito.

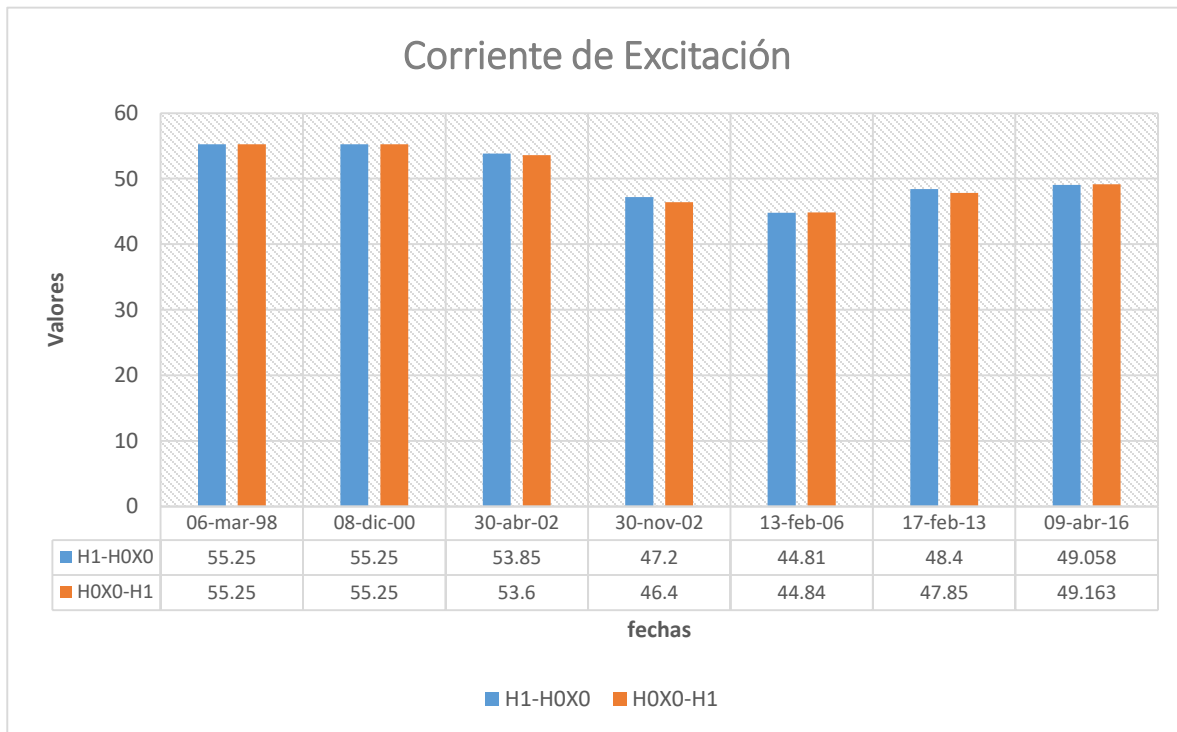
Los resultados de las pruebas pueden verificarse si se cuenta con un historial de pruebas o con los valores que se tengan de la misma prueba de su puesta en servicio, como se puede percatar en la gráfica que se tiene las mediciones que se obtuvieron fueron aceptables, por lo tanto el equipo está libre de alguna espira en falso contacto o en corto circuito y así también los devanados estén en continuidad de las bobinas. Los datos que se obtengan de las mediciones hechas en las pruebas tienen que ser menor a $\pm 2\%$, en este caso ya que los valores están en valores que son aceptables no se necesita ningún tipo de medidas correctivas.

Pruebas a Autotransformador Fase B-KLV

6.5.- Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase B Kilometro Veinte

Prueba	AT	AT2	AT3	Fechas	Colu mna	Colu mna	Colu mna	Colu mna	Colu mna	Colu mna
	Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	06-mar-98	08-dic-00	30-abr-02	30-nov-02	13-feb-06	17-feb-13	09-abr-16
1	H1		H0X0	55.25	55.25	53.85	47.2	44.81	48.4	49.058
2	H0X0		H1	55.25	55.25	53.6	46.4	44.84	47.85	49.163

6.13.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Fase B Kilometro Veinte



Análisis

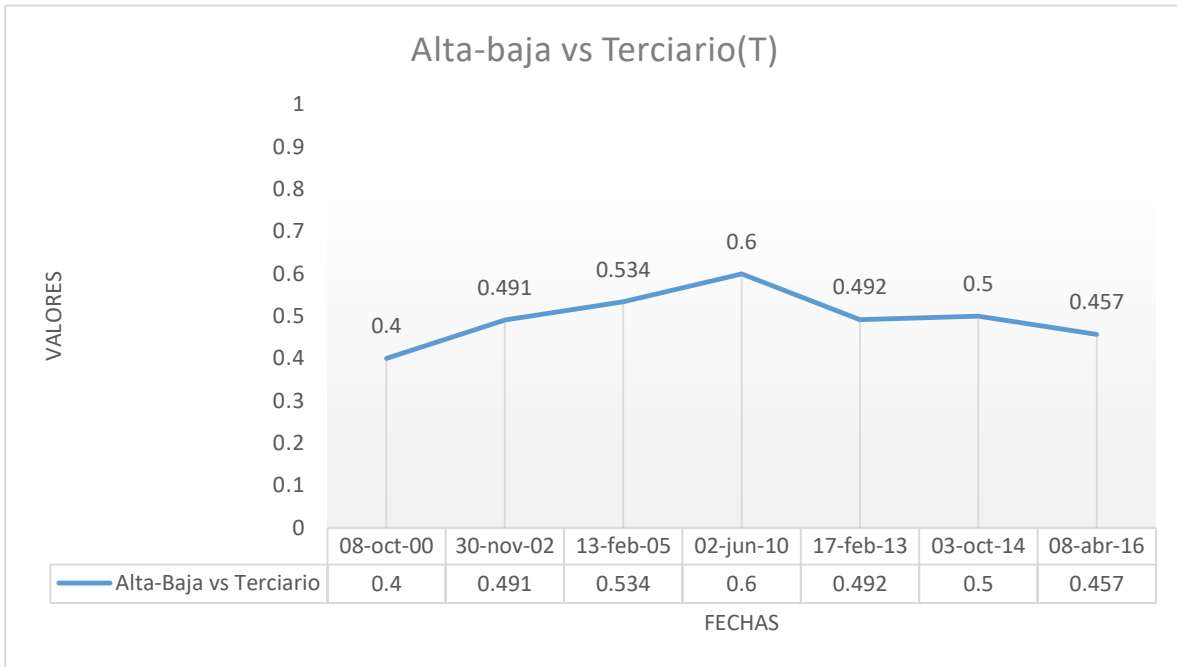
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de

comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, en el único dato donde presentamos un problema es en el análisis entre el resultado medido del 30 de noviembre de 2002 contra el resultado anterior del 30 de abril de 2002, donde el valor sobre pasa el 10% el cual es aceptable siendo arriba del 11%, en estos casos donde el valor es arriba de lo normal, se procede a una investigación para saber cuál es la causa de este error, que podría llegar hacer una mala medición o algún inconveniente en el equipo.

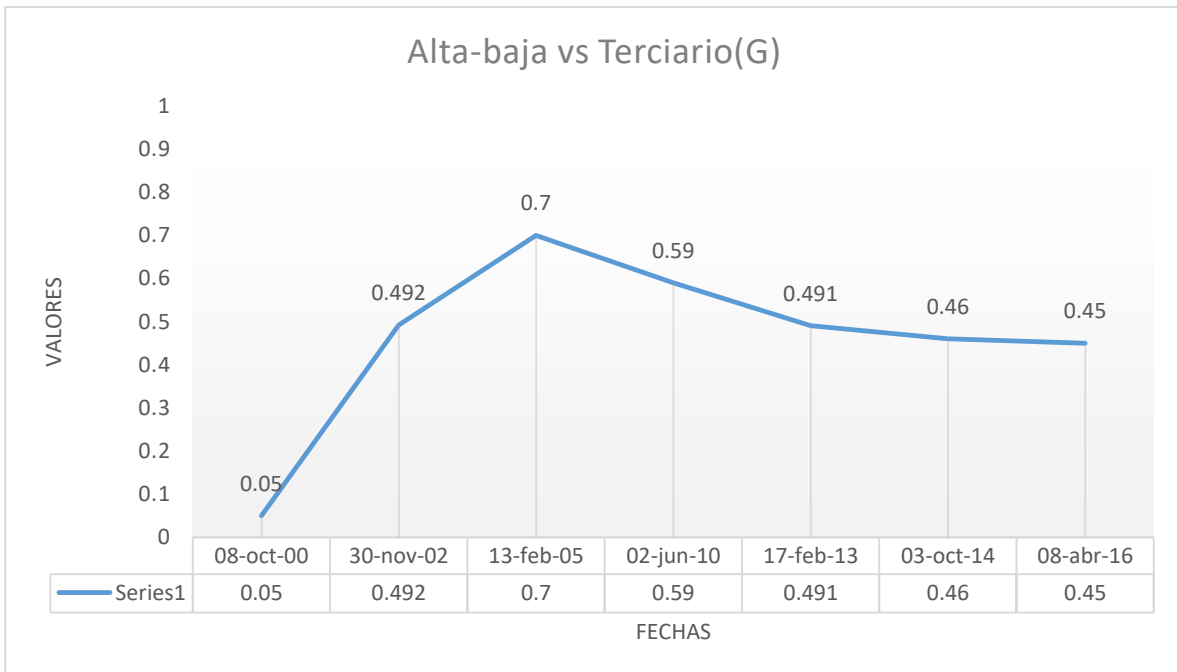
6.6.-Tabla de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte

Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	08- oct- 00	30- nov- 02	13- feb- 05	02- jun- 10	17- feb- 13	03- oct- 14	08- abr- 16
Alta-Baja	Terciario		0.4	0.491	0.534	0.6	0.492	0.5	0.457
Alta-Baja		Terciario	0.05	0.492	0.7	0.59	0.491	0.46	0.45
terciario	alta-baja		0.02	0.548	0.607	0.69	0.555	0.573	0.52
terciario		alta-baja	0.6	0.631	0.738	0.74	0.634	0.638	0.56
Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.6	0.487	0.558	0.62	0.47	0.692	0.462
terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.1	0.515	0.505	0.62	0.47	0.501	0.462

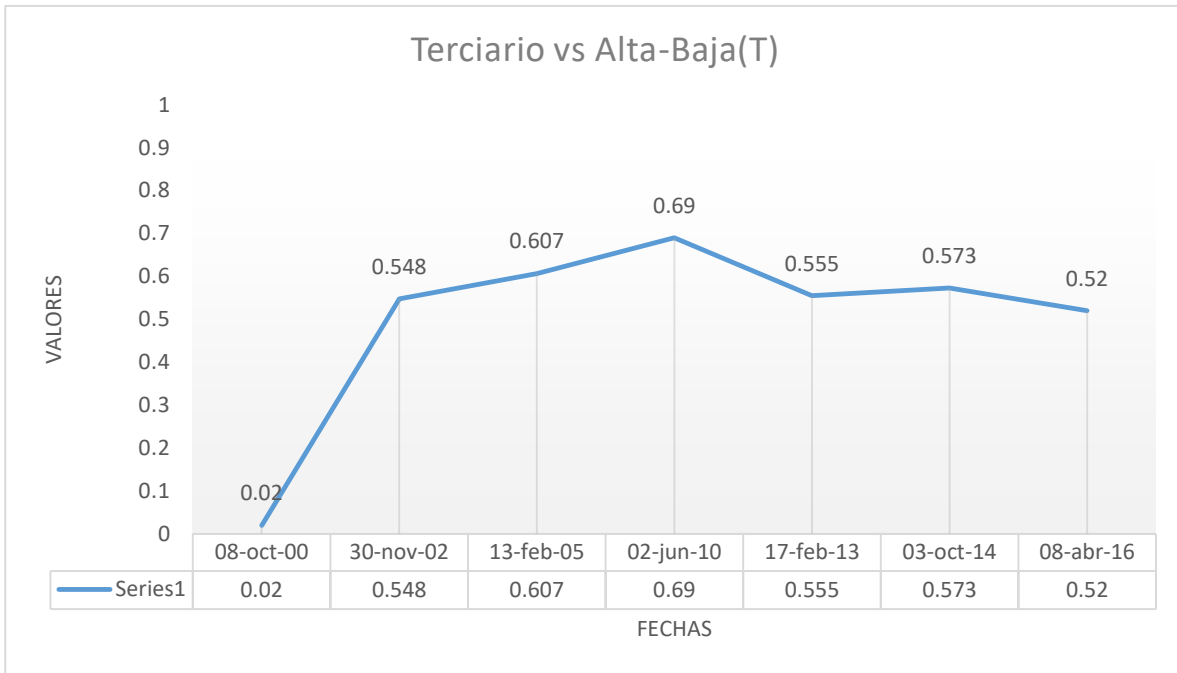
6.14.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte



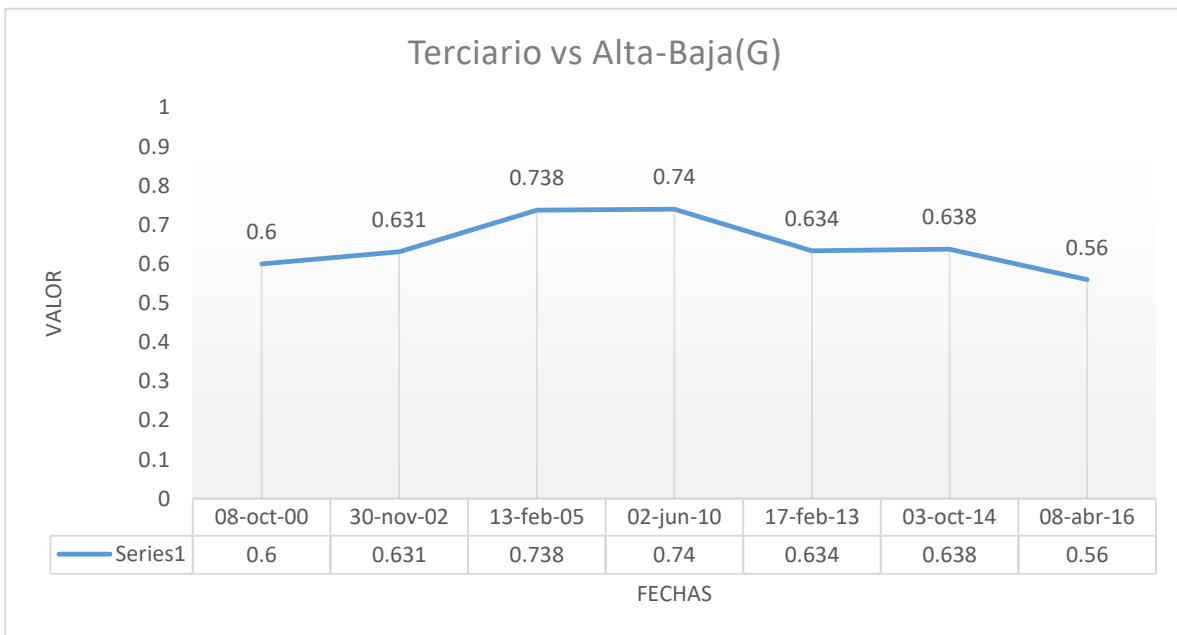
6.15.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte



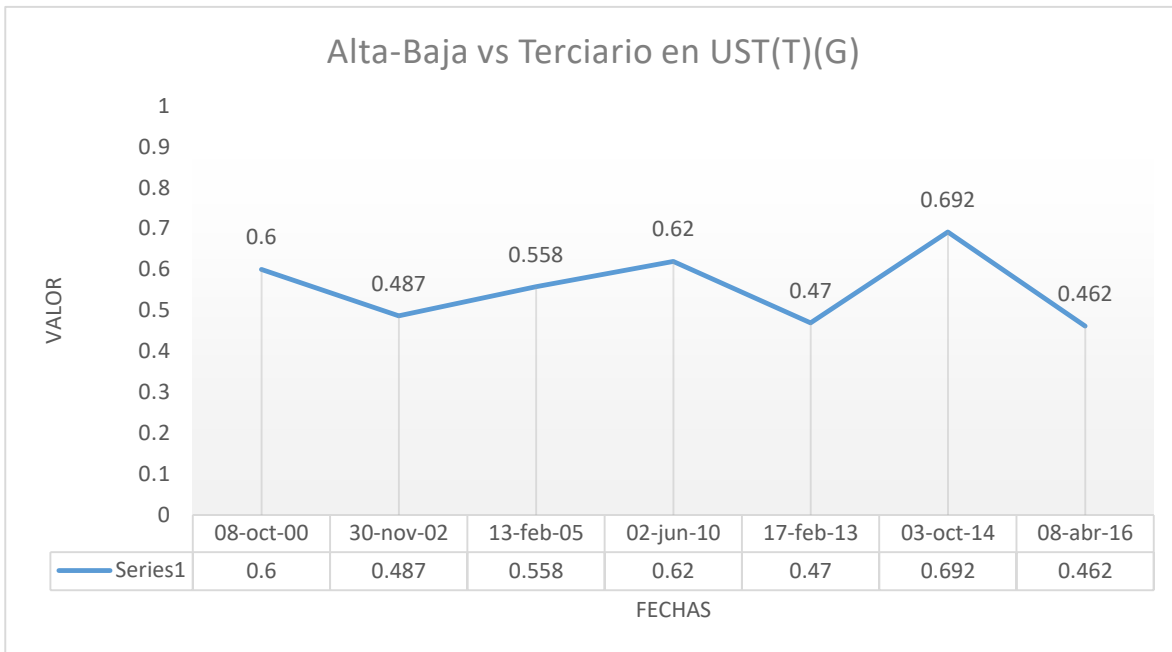
6.16.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte



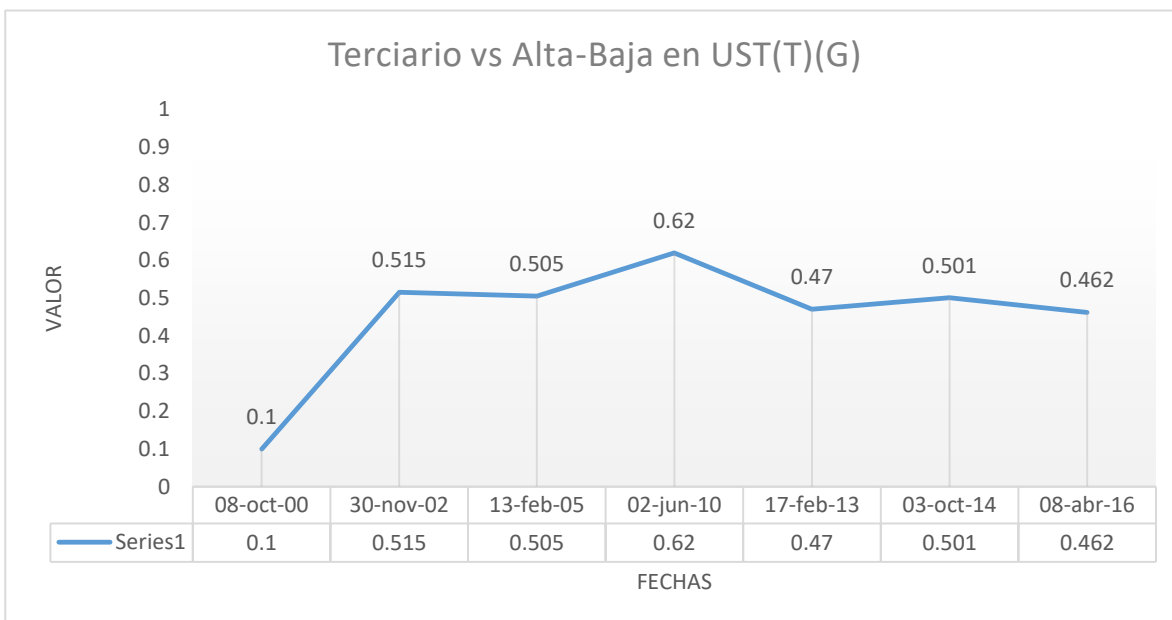
6.17.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte



6.18.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte



6.19.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B Kilometro Veinte



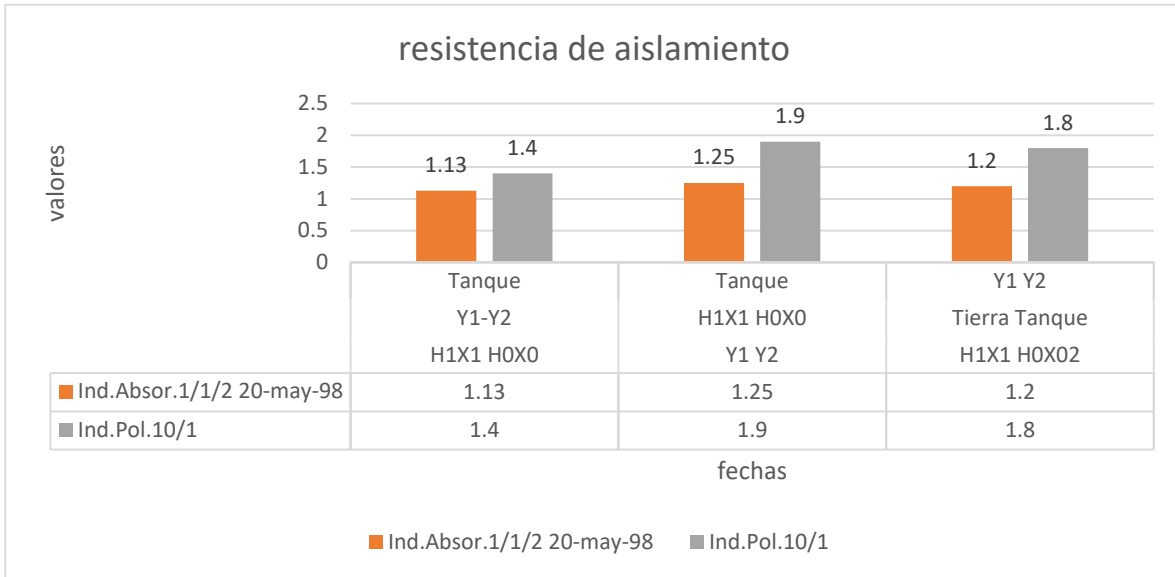
Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. En las gráficas podemos constatar que la línea de la gráfica se mantiene en horizontal, con un ligero incremento en la media de la línea donde se produce un aumento hasta llegar a 0.7 en el factor de potencia, aun así los valores se encuentran estables y por lo tanto el equipo no requiere de ningún tipo de revisión especial o de algún problema crítico del cual alarmarse.

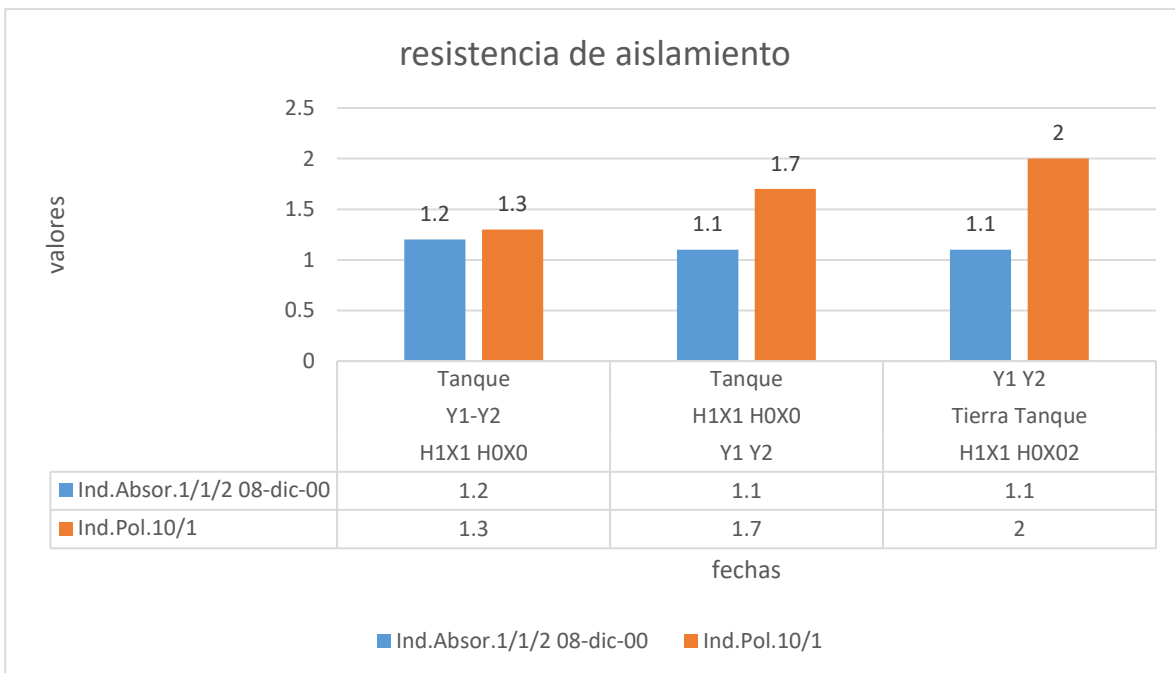
6.7.-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase B Kilometro Veinte

Conexión	linea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X02
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.1/1/2	20-may-98	1.13	1.25	1.2
Ind.Pol.10/1		1.4	1.9	1.8
Ind.Absor.1/1/2	08-dic-00	1.2	1.1	1.1
Ind.Pol.10/1		1.3	1.7	2
Ind.Absor.1/1/2	27/05/2003	1.2	1.6	1.3
Ind.Pol.10/1		2	1.5	1.8
Ind.Absor.1/1/2	13-feb-05	1.14	1.27	1.21
Ind.Pol.10/1		1.44	1.57	1.39
Ind.Absor.1/1/2	27-abr-16	1.153	1.28	1.219
Ind.Pol.10/1		1.365	1.519	1.7

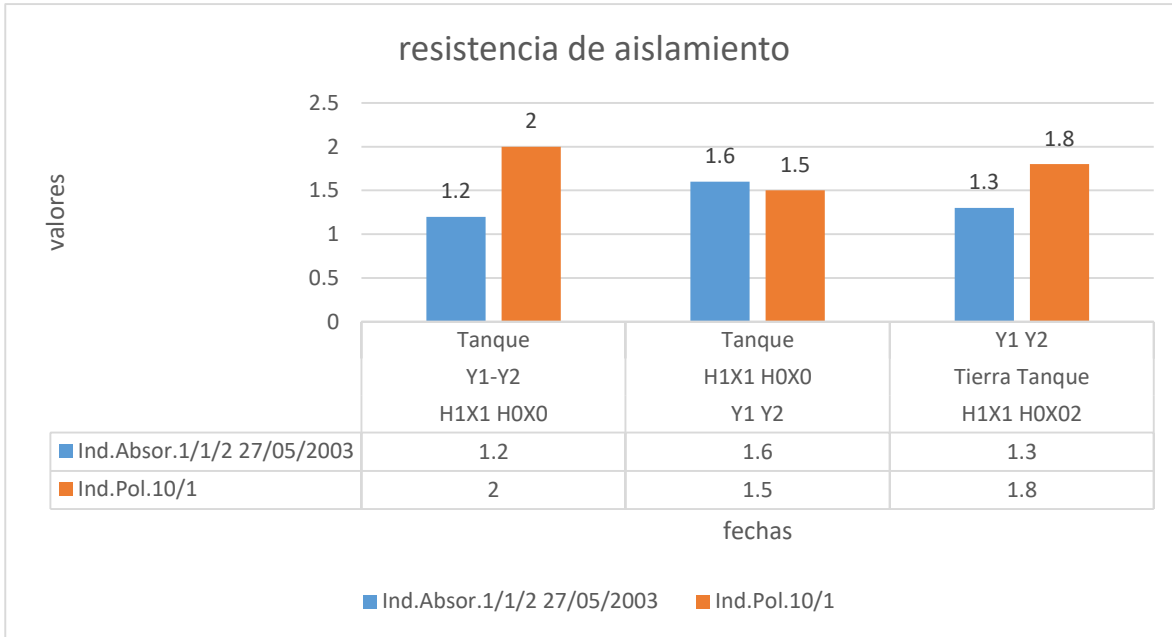
6.20.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase B Kilometro Veinte



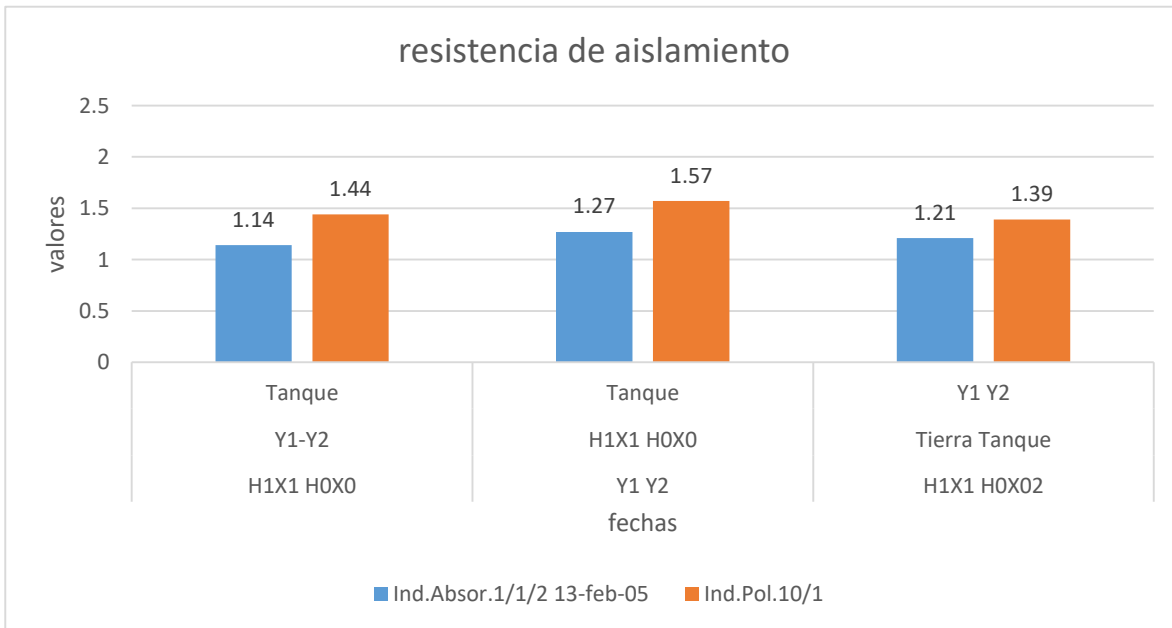
6.21.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase B Kilometro Veinte



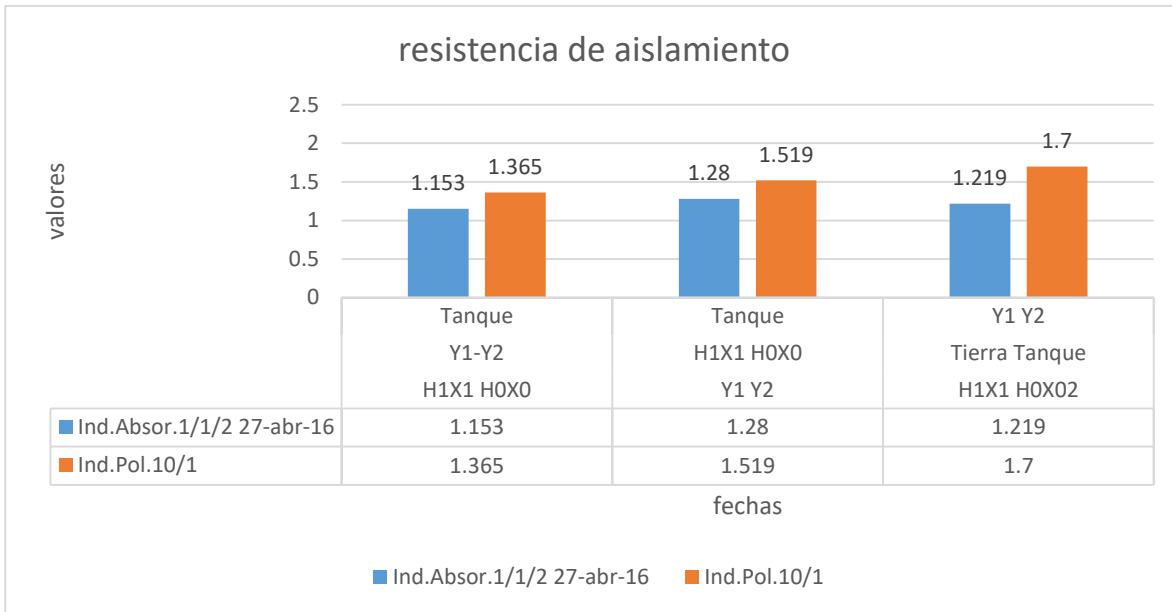
6.22.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase B Kilometro Veinte



6.23.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase B Kilometro Veinte



6.24.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase B Kilometro Veinte



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

En este caso el análisis hecho mediante los datos de las tablas y la gráficas, nos demuestran que el equipo está en buen estado con valores que son permisibles ya que se encuentran en un prácticamente son valores constantes, sin embargo en el índice de absorción nos dan valores que son bajos a pesar de que son valores que son constantes, en este caso se tendría que verificar el equipo y ver cuál es la razón del porque los resultados pueden ser más abajo de lo permisible, por lo tanto las fallas que se podrían haber presentado pueden ser por mala conexión del equipo y un mal diagnostico o que el equipo presente algún tipo de contaminación.

6.8-Tabla de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase B Kilometro Veinte

Conexiones						
Devanado de A.T.H(DERIV.NOMINAL)	LECTURA	OHMS	Devanado de B.T. X(DERIV. NOMINAL)			FECHA
Fase	Lectura K	Ohm				
H1-H0X0	0.392	0.384				13-02-05
X1-H0X0	0.196	0.196				
Y1-Y2	0.042	0.04				
H1-H0X0	0.394	0.395	0.189	0.189		03-jun-10
X1-H0X0	0.2905		0.0165			
Y1-Y2	0.034					

Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

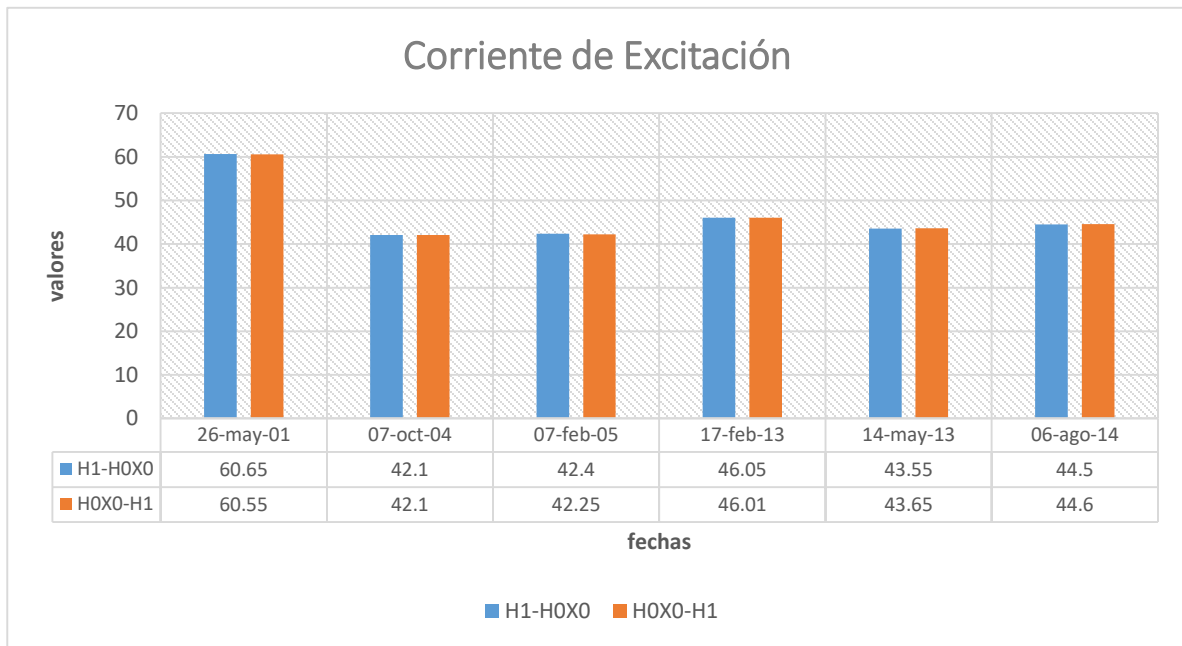
La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenías en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compara con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, con esto nos podemos dar cuenta que las pruebas de la tabla de resistencia óhmica son permisibles y aceptables ya que no pasan el rango del cual es aceptable el valor, por lo tanto el funcionamiento de este es correcto.

Pruebas a Autotransformador AT-1 Fase C-KLV

6.9.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase C Kilometro Veinte

Prueba	AT	AT2	AT3	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados	Resultados
	Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	26-may-01	07-oct-04	07-feb-05	17-feb-13	14-may-13	06-ago-14
1	H1		H0X0	60.65	42.1	42.4	46.05	43.55	44.5
2	H0X0		H1	60.55	42.1	42.25	46.01	43.65	44.6

6.25.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Fase C Kilometro Veinte



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de

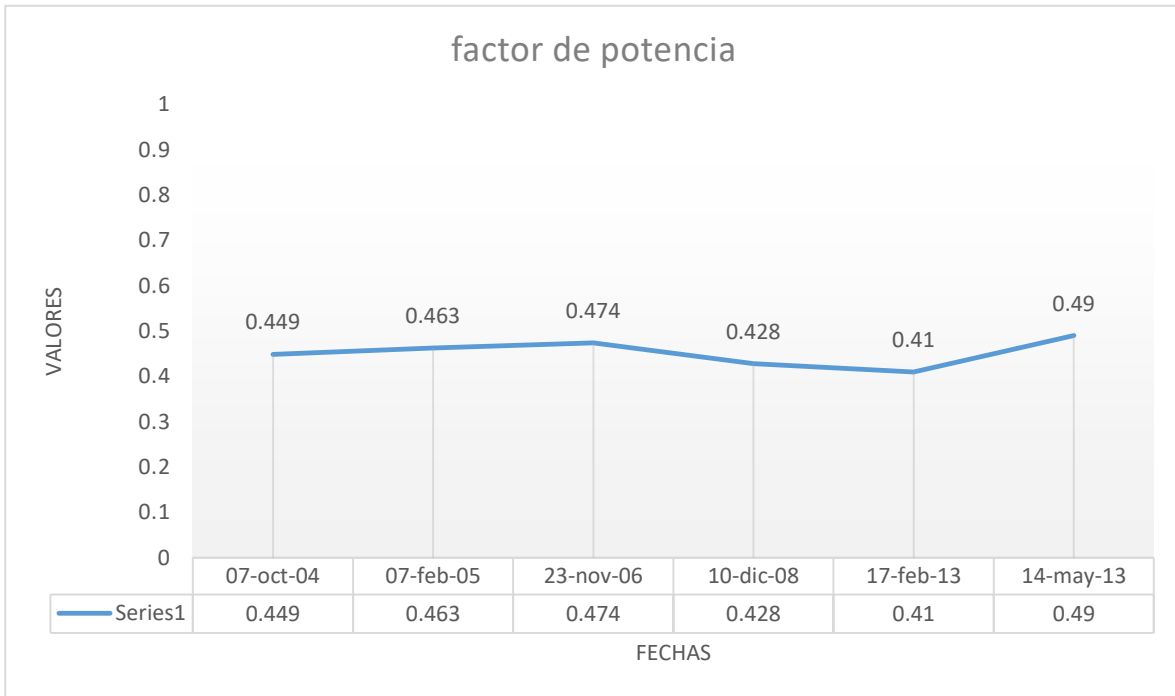
corriente de excitación (P-SES-18), el método de corriente directa consiste en medir la corriente del devanado al ser energizado con una tensión de 10Kv a 60Hz.

Para el análisis y verificación las pruebas que están en la tabla de datos se tiene que dividir, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que deben de estar por debajo del 5% para que sean aceptables y a subes hacer lo mismo pero entre las pruebas anteriores y que estas estén por debajo del 10%, si los dos valores son correctos la prueba será una prueba aceptable, en este caso la diferencia entre la prueba principal y la inversa son aceptables ya que ninguna rebasa el valor de 5%, mientras que la diferencia entre la prueba anterior y la prueba reciente que en este caso la del 26-mayo-01 y la 07-oct-04 da un valor de arriba del 10%, por lo tanto se necesitaría saber cuál es el origen de que la prueba anterior y la prueba reciente den un valor arriba de lo aceptable.

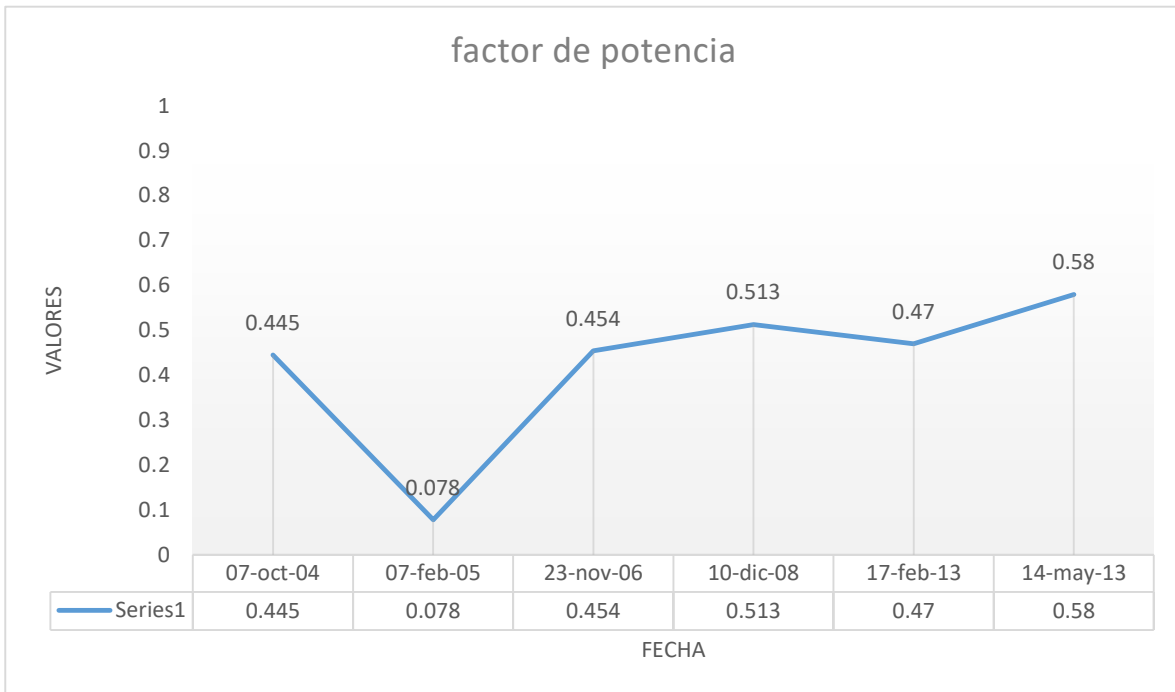
6.10.-Tabla de Pruebas de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte

Pru eba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	07-oct-04	07-feb-05	23-nov-06	10-dic-08	17-feb-13	14-may-13
	Alta-Baja	Terciario		0.449	0.463	0.474	0.428	0.41	0.49
	Alta-Baja		Terciario	0.445	0.078	0.454	0.513	0.47	0.58
	terciario	alta-baja		0.404	0.54	0.559	0.56	0.53	0.55
	terciario		alta-baja	0.543	0.615	0.625	0.635	0.61	0.64
	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.626	0.46	0.486	0.484	0.4	0.45
	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.455	0.436	0.484	0.966	0.42	0.46

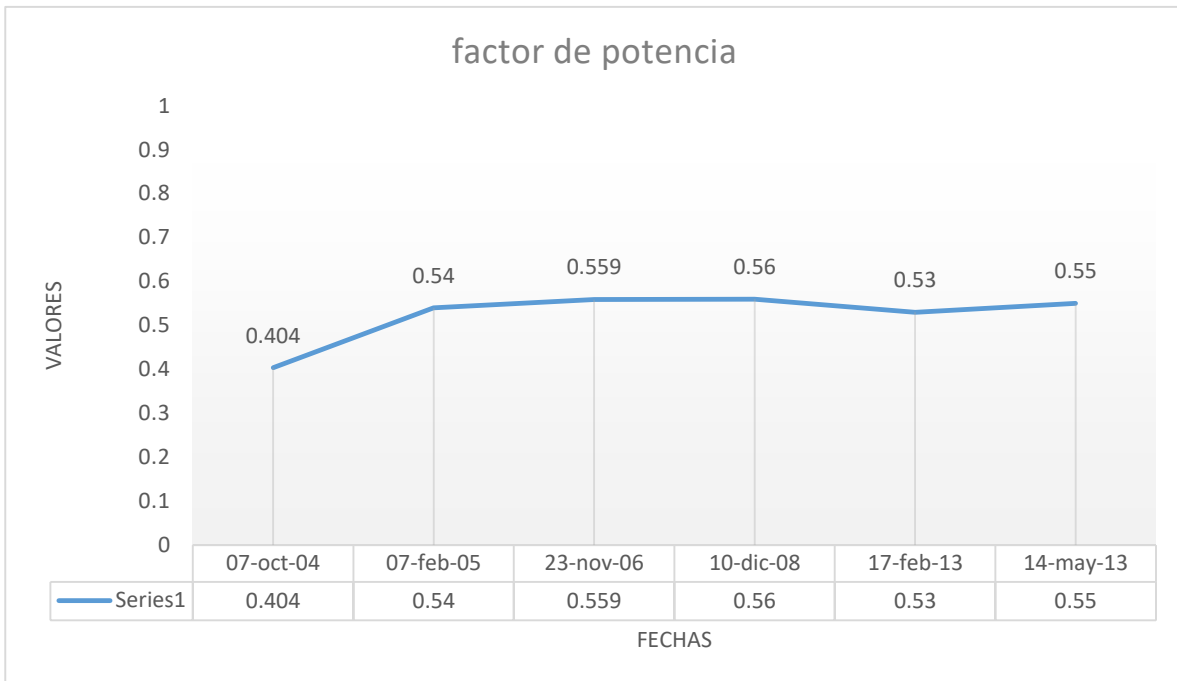
6.26.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte



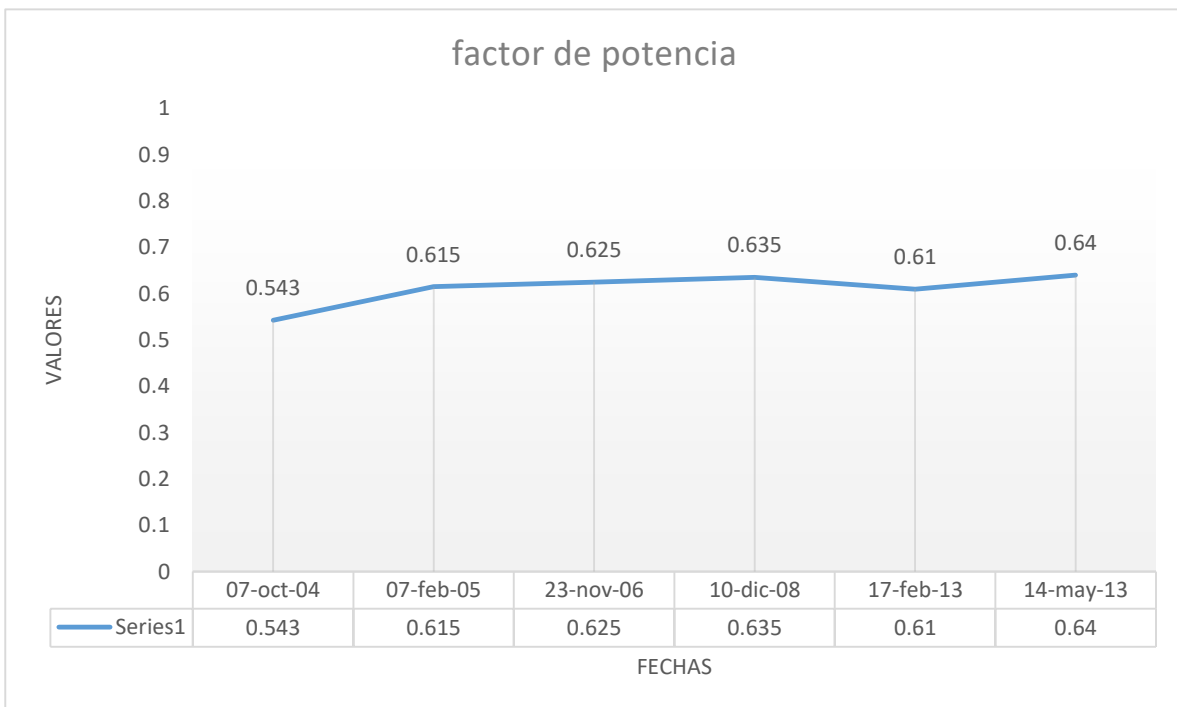
6.27.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte



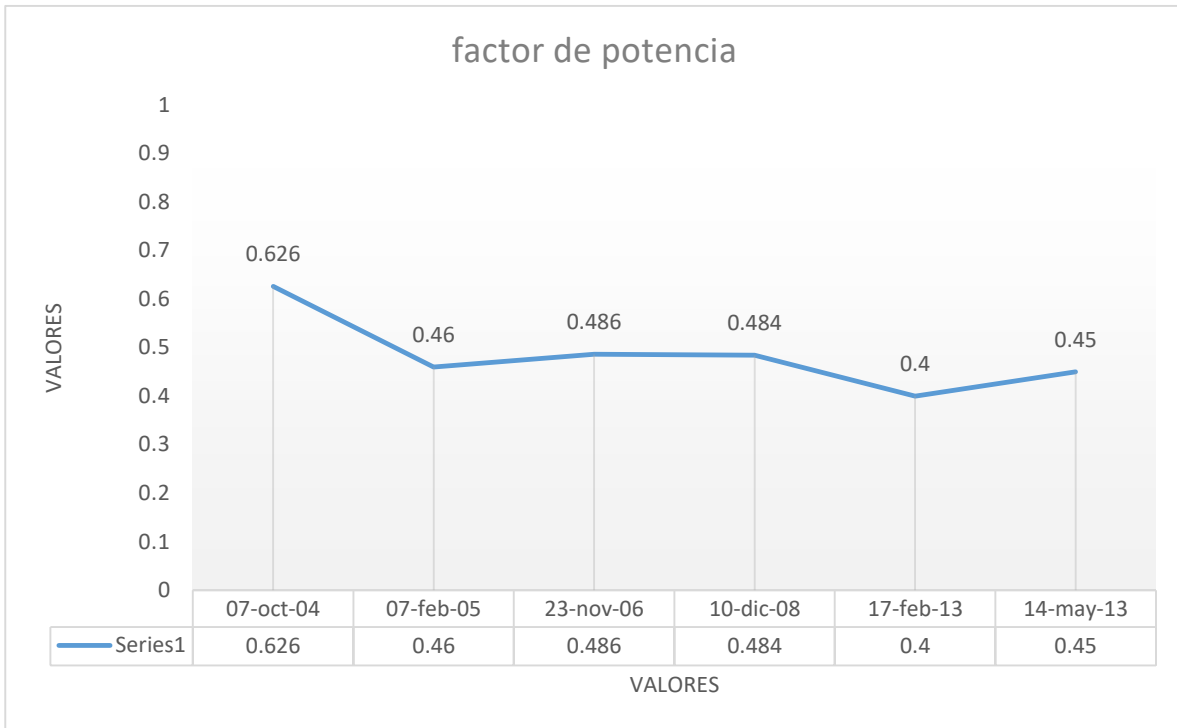
6.28.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte



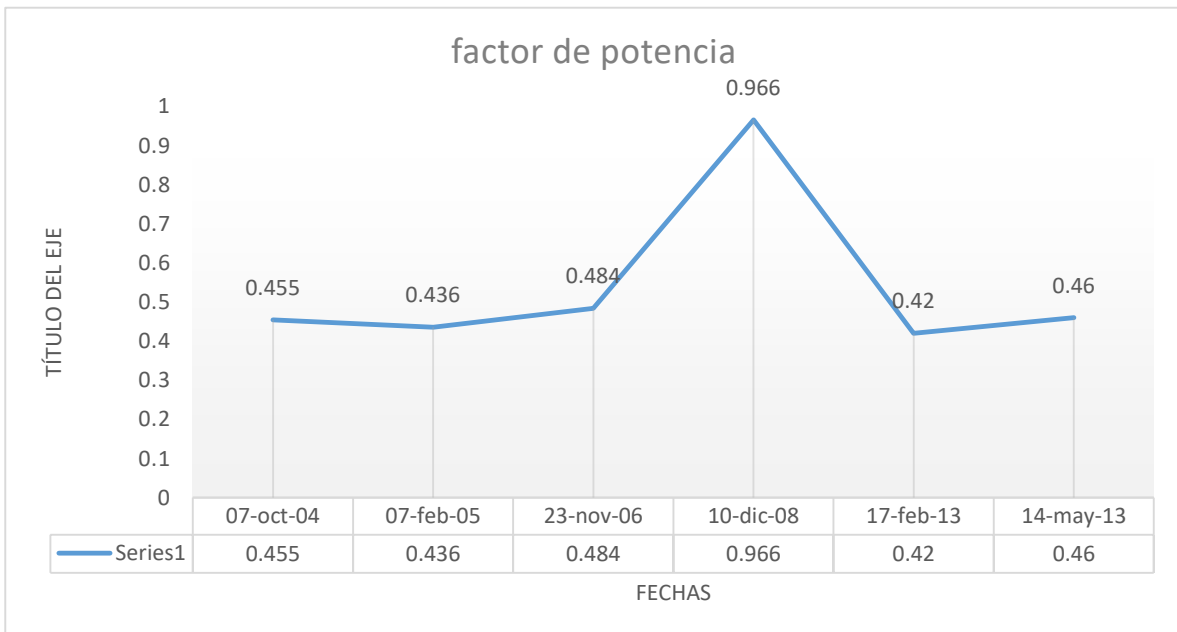
6.29.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte



6.30.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte



6.31.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase C Kilometro Veinte



Análisis

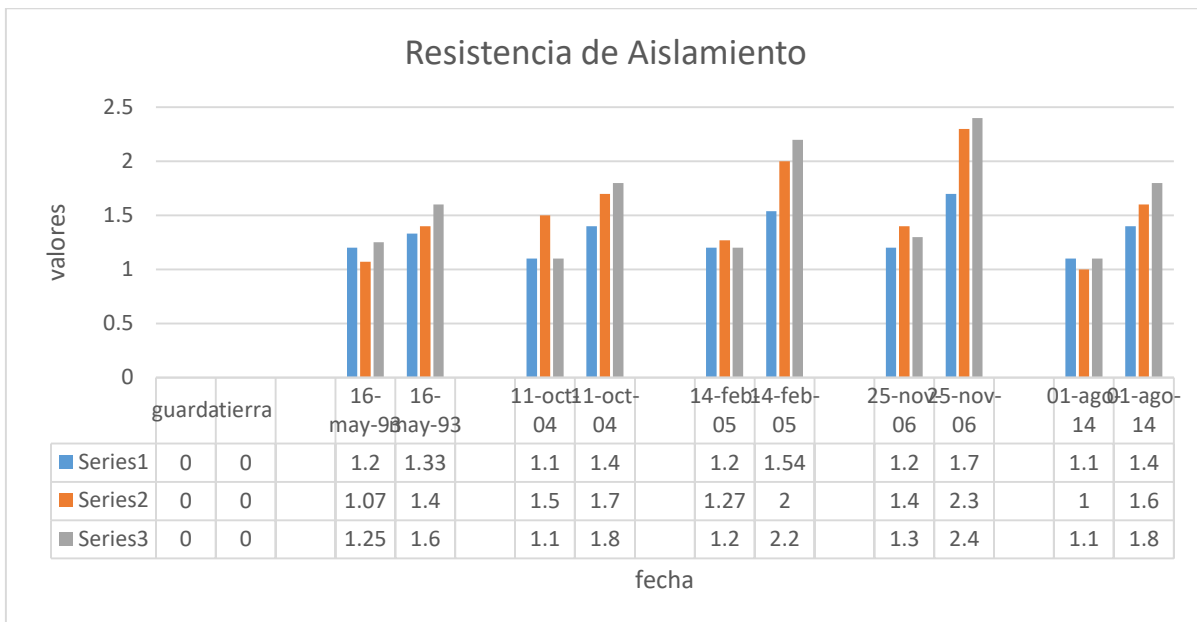
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia. El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, para su análisis tenemos que tomar en cuenta los valores de las tablas y también de la tendencia mediante las gráficas, con las gráficas nos podemos dar cuenta del estado del equipo, por lo tanto podemos observar claramente que los valores arrojados son favorables y por lo tanto son aceptables, ya que en la mayoría de las gráficas la tendencia es aun valor más o menos constante que solo varia por unas milésimas, mientras que en una de las gráficas se presenta una caída del resultado del factor de potencia, esto se puede deber tal vez a una mala medición o el equipo en verdad se encuentra en ese estado que no es malo, mientras que en otra grafica nos podemos percatar que un valor sube abruptamente hasta un valor que llega casi al 1%, sin embargo no es para alarmarse, ya que está en un valor que es aceptable sin embargo se tendrá que estar monitoreando por si llegara a fallar.

6.11.-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase C Kilometro Veinte

Conexión	línea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X02
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.	16-may-93	1.2	1.07	1.25
Ind.Polaridad	16-may-93	1.33	1.4	1.6
Ind.Absor.	11-oct-04	1.1	1.5	1.1
Ind.Polaridad	11-oct-04	1.4	1.7	1.8
Ind.Absor.	14-feb-05	1.2	1.27	1.2
Ind.Polaridad	14-feb-05	1.54	2	2.2

Ind.Absor.	25-nov-06	1.2	1.4	1.3
Ind.Polaridad	25-nov-06	1.7	2.3	2.4
Ind.Absor.	01-ago-14	1.1	1	1.1
Ind.Polaridad	01-ago-14	1.4	1.6	1.8

6.32.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase C Kilometro Veinte



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

En este caso el análisis hecho mediante los datos de las tablas y las gráficas, se puede apreciar que los valores no está en una constante, ya que los valores bajan y suben por lo consecuente el valor no es constante, esto da a entender que tiene

algún problema y se tiene que localizar y eliminar la causa de que es lo que está afectando la medición.

6.12.-Tabla de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase C Kilometro Veinte

Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna	Columna
Devanado de A.T.H(DERIV.NOMINAL)			DEVANADO DE B.T.X(DERIV.NOMINAL)			DEVANADO TERCARIO	
Fase	Lectura K	Ohms	Fase	Lectura K	Ohms		
H1-H0X0	0.000635	0.635	X1-H0X0	0.000241	0.241	Y1-Y2	0.062 oct-78
H1-H0X0	0.0003341	0.3341	X1-H0X0	0.0001637	0.1637	Y1-Y2	0.0151 17-feb-13
H1-H0X0	0.3496	0.3496	H0X0-H1	0.3502	0.3502	Y1-Y2	0.0141 13-may-13
X1-H0X0	0.1658	0.1658	H0X0-X1	0.1657	0.1657		

Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados

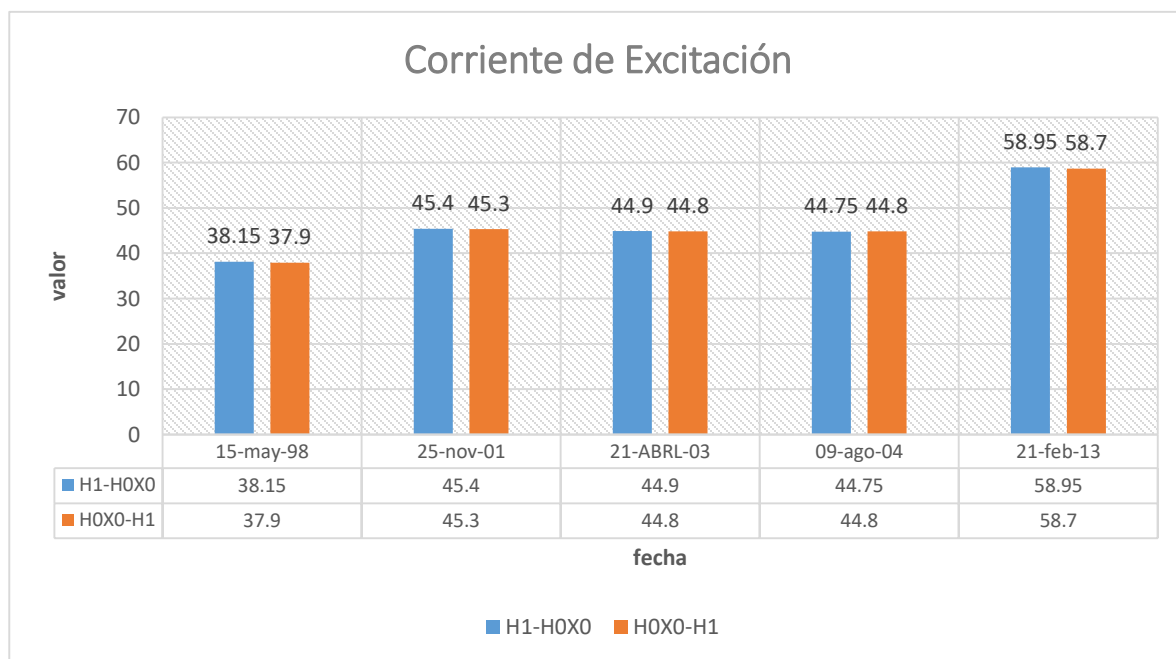
sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenías en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compara con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como se puede observar en la tabla de datos, los datos que se tienen son de tres pruebas hechas en diferentes años, se encuentra que los valores de la tabla son aceptables por lo tanto el equipo está en buen estado y se puede dar por pruebas aceptables ya que ninguno de los valores sobre pasa el valor de 2%.

Pruebas a Transformadores Fase R-KLV

6.13.-Tabla de Prueba de Corriente de Excitación Fase R-Kilometro Veinte

Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	15- may- 98	25- nov- 01	21- ABRL- 03	09- ago- 04	21- feb-13
H1		H0X0	38.15	45.4	44.9	44.75	58.95
H0X0		H1	37.9	45.3	44.8	44.8	58.7

6.33.-Grafica de Corriente de Excitación AT Fase R Kilometro Veinte



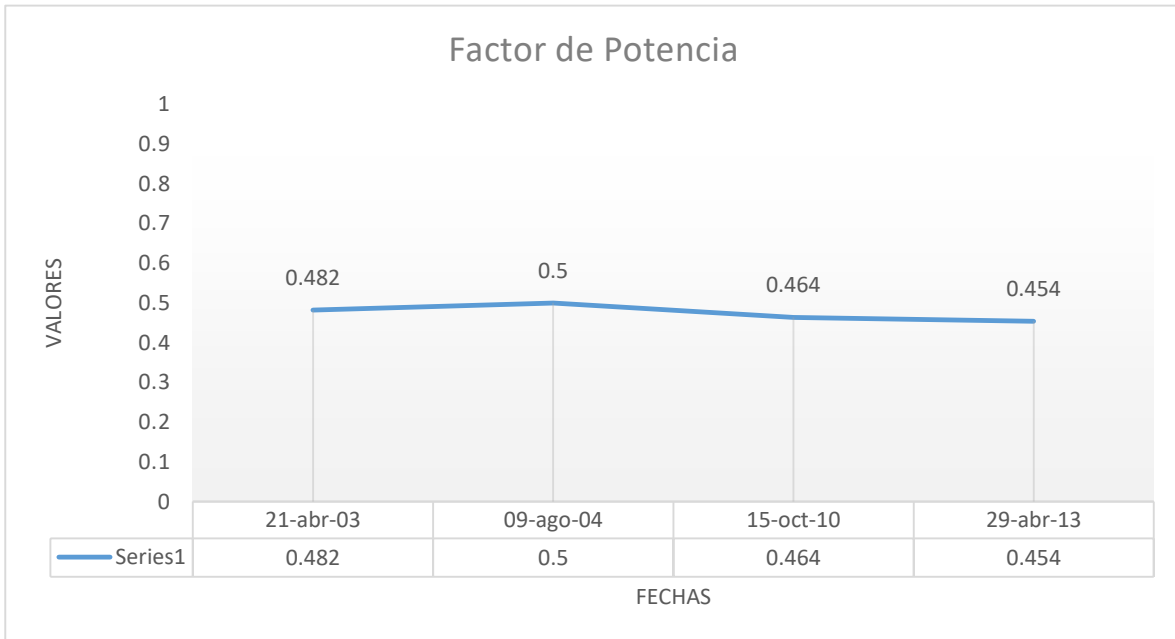
Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, en este caso los valores que se tienen son aceptables, ya que en la comparación con las mediciones históricas no presenta prácticamente ninguna anomalía, mientras que en la medición de la comparación y comprobación de la corriente excitación por fase comparando la medición directa y la medición inversa, nos arroja valores por debajo del 5%, lo cual es un requerimiento para tomar como valores aceptables.

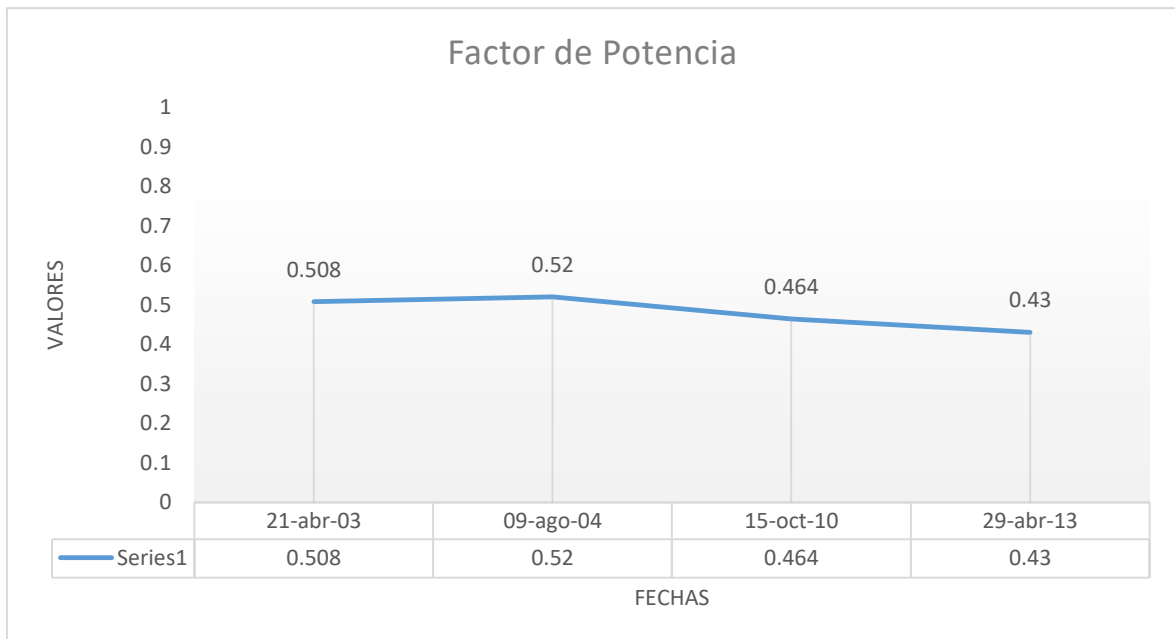
6.14.-Tabla de Prueba de Factor de Potencia Fase R-Kilometro Veinte

Columna	Conexión de prueba	Conexión de prueba	conexión de prueba	FP	FP	FP	FP
Prueba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	21-abr-03	09-ago-04	15-oct-10	29-abr-13
1	Alta-Baja	Terciario		0.482	0.5	0.464	0.454
2	Alta-Baja		Terciario	0.508	0.52	0.464	0.43
3	terciario	alta-baja		0.481	0.57	0.528	0.484
4	terciario		alta-baja	0.525	0.58	0.583	0.518
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.385	0.43	0.443	0.436
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.393	0.44	0.447	0.432

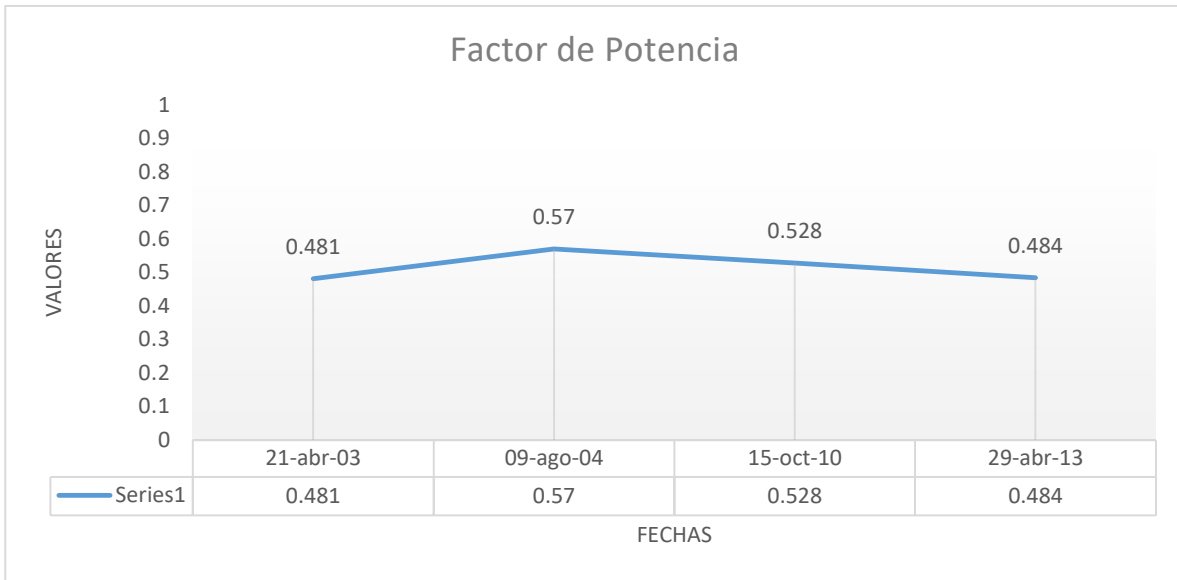
6.34.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT Fase R Kilometro Veinte



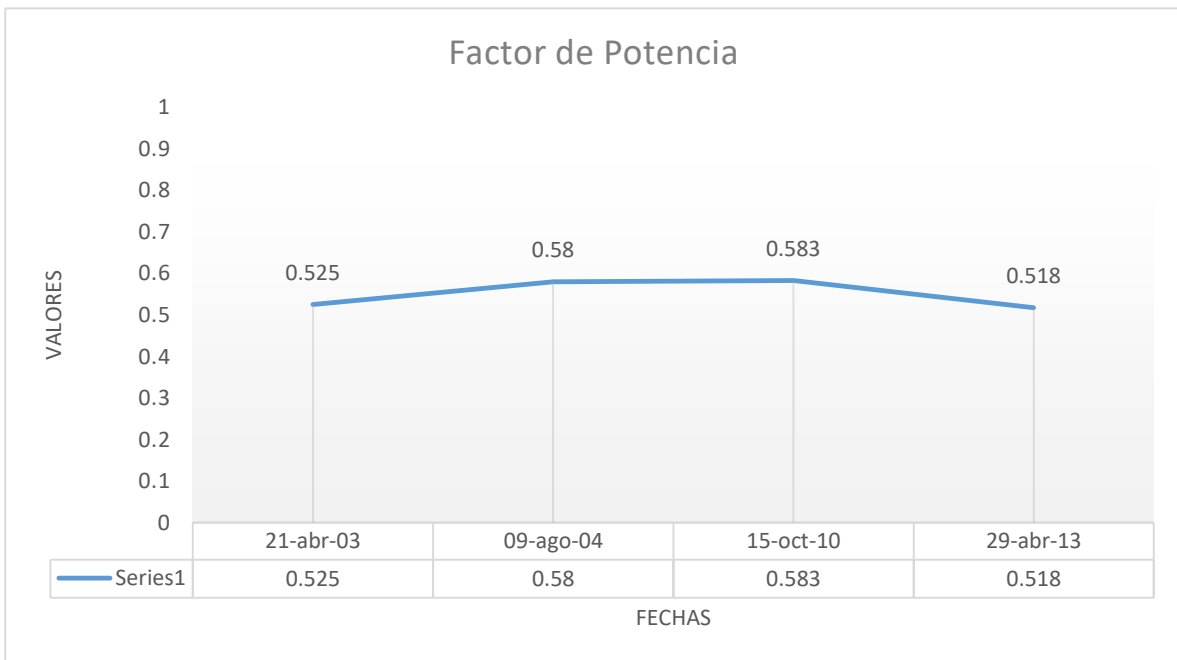
6.35.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT Fase R Kilometro Veinte



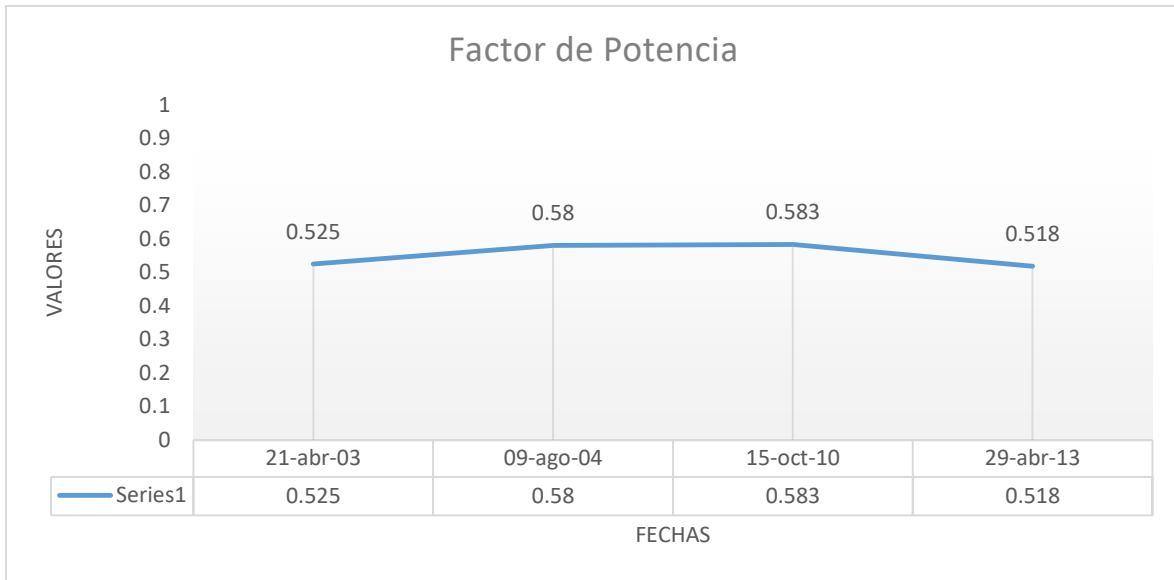
6.36.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT Fase R Kilometro Veinte



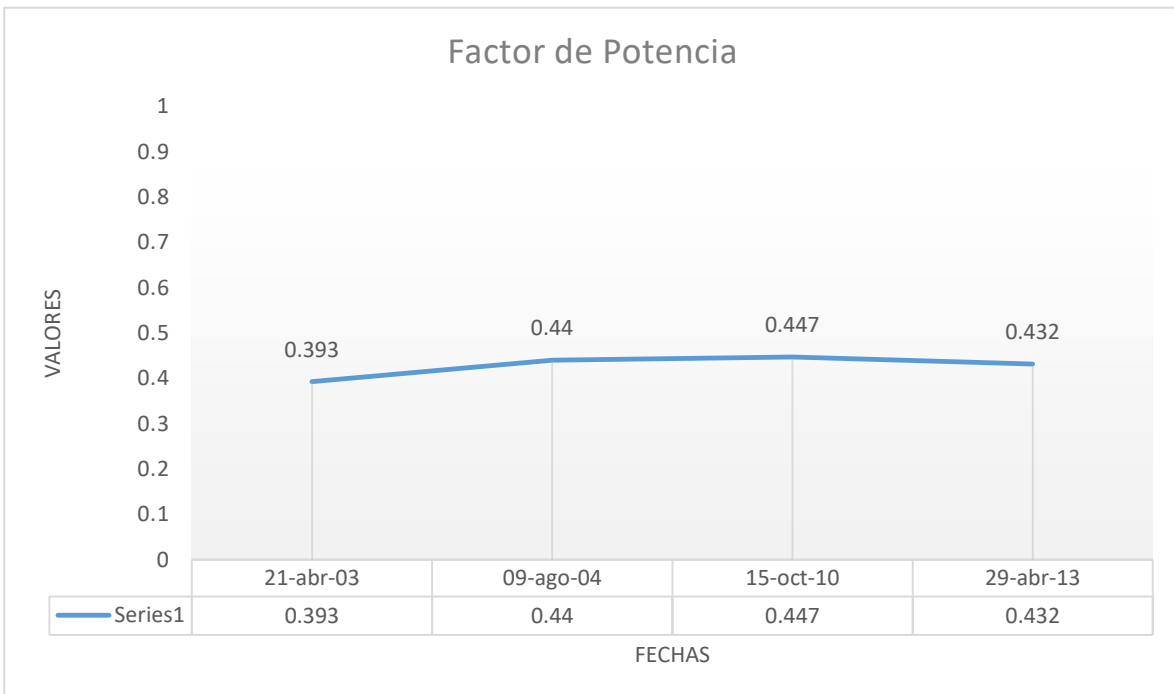
6.37.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT Fase R Kilometro Veinte



6.38.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT Fase R Kilometro Veinte



6.39.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT Fase R Kilometro Veinte



Análisis

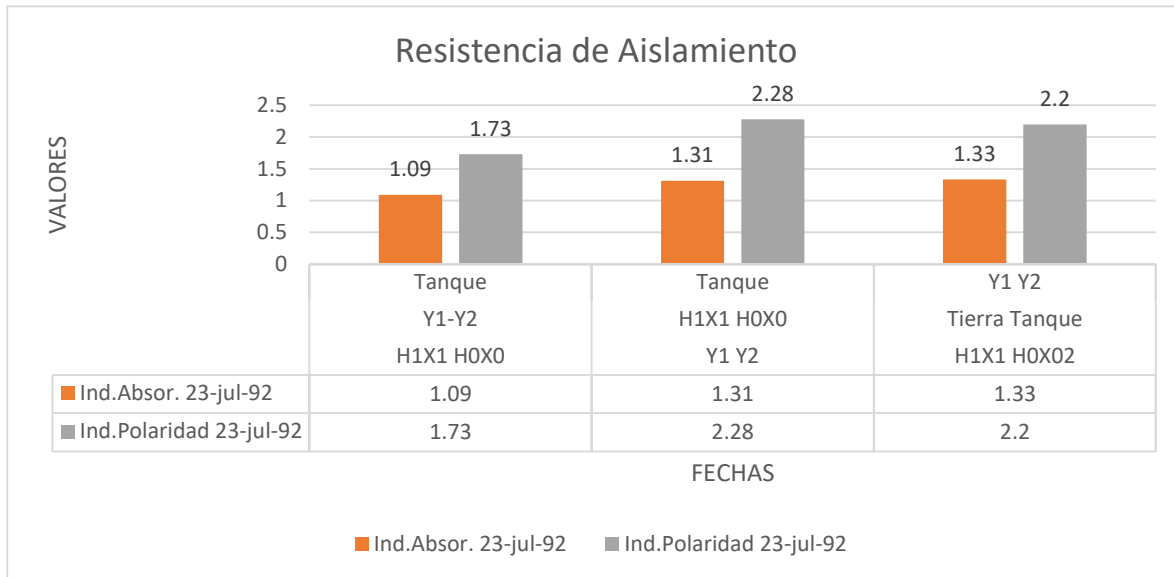
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de

Factor de potencia. El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, para su análisis tenemos que tomar en cuenta los valores de las tablas y también de la tendencia mediante las gráficas, con las gráficas nos podemos dar cuenta del estado del equipo, para equipos que ya están en operación los valores a tener en cuenta son de 0.5 a 1.0%, y como se puede observar tanto en la tabla con los valores específicos y en las gráficas, observando la tendencia de esta, podemos apreciar que el transformador está en perfectas condiciones con valores prácticamente constantes de una forma horizontal, por lo tanto los valores obtenidos pueden ser considerados como aceptables sin ningún riesgo.

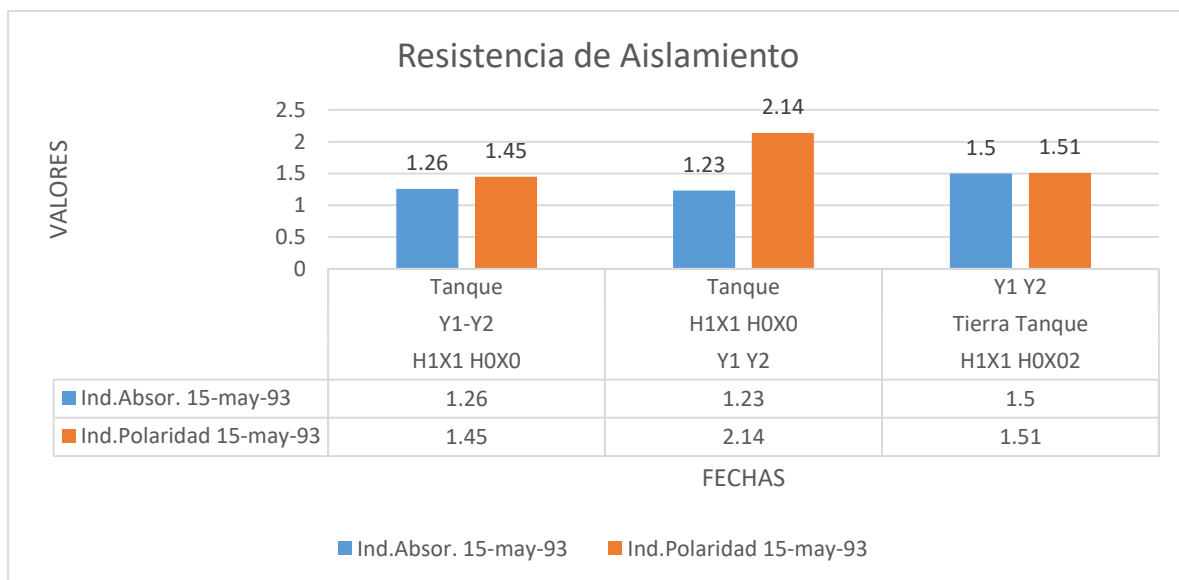
6.15.- Prueba de Resistencia de aislamiento AT Fase R-Kilometro Veinte

Conexión	línea	H1X1 H0X0	Y1 Y2	H1X1 H0X02
Conexión	guarda	Y1-Y2	H1X1 H0X0	Tierra Tanque
Conexión	tierra	Tanque	Tanque	Y1 Y2
Ind.Absor.	23-jul-92	1.09	1.31	1.33
Ind.Polaridad	23-jul-92	1.73	2.28	2.2
Ind.Absor.	15-may-93	1.26	1.23	1.5
Ind.Polaridad	15-may-93	1.45	2.14	1.51
Ind.Absor.	25-nov-01	1.16	1	1
Ind.Polaridad	25-nov-01	2	1	1
Ind.Absor.	14-may-03	1.1	1.2	1.2
Ind.Polaridad	14-may-03	1.29	2	1.8
Ind.Absor.	10-ago-04	1.2	1.28	1.24
Ind.Polaridad	10-ago-04	1.5	1.9	1.9
Ind.Absor.	02-may-13	1.05	1.08	1.06
Ind.Polaridad	02-may-13	1.12	1.2	1.18

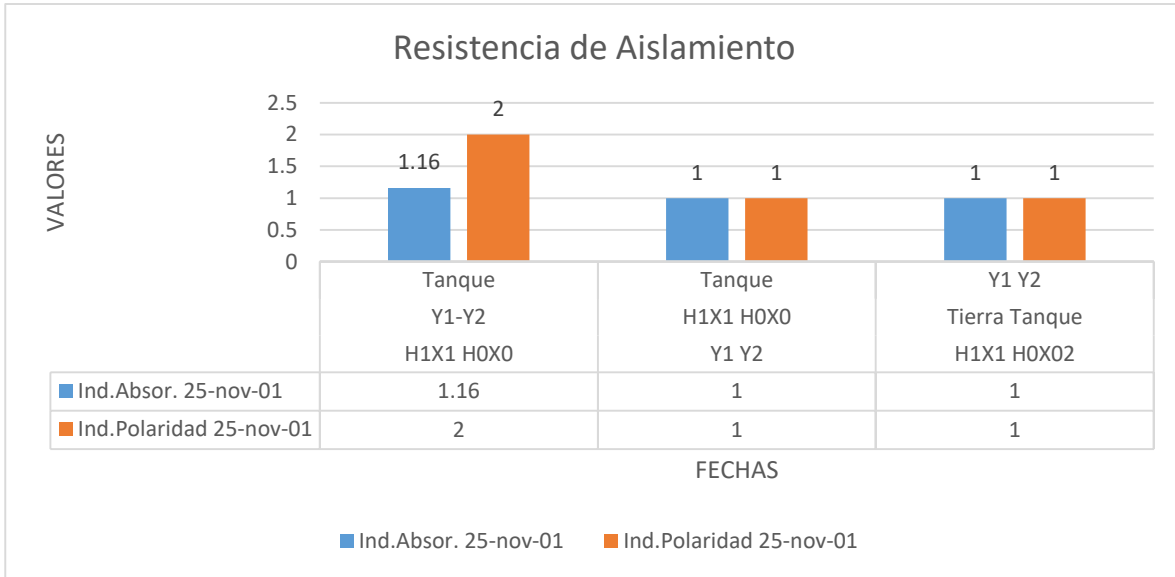
6.40.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT Fase R Kilometro Veinte



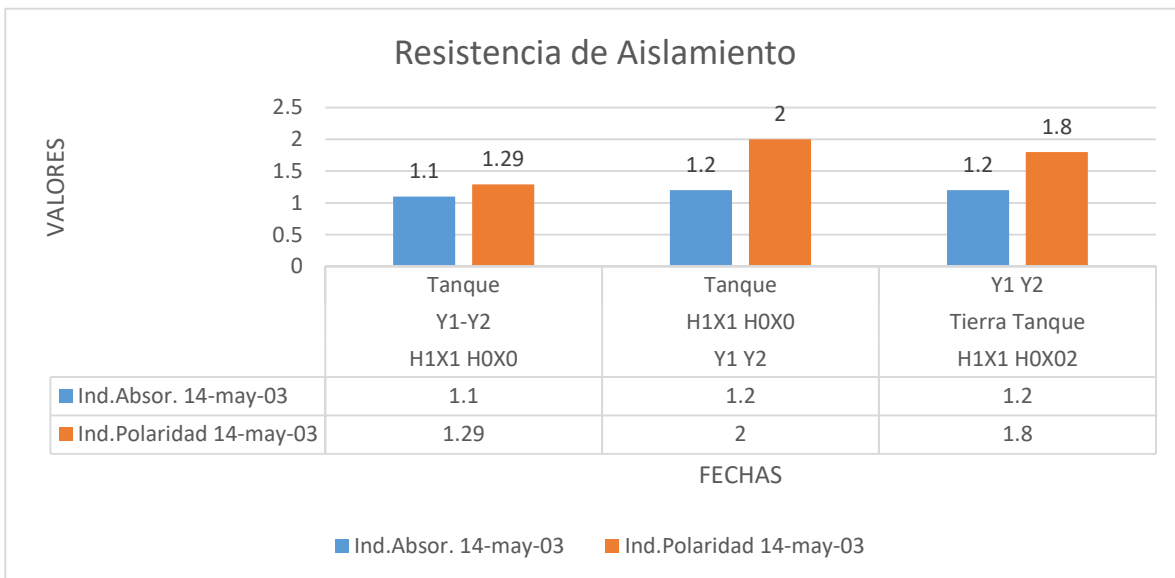
6.41.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT Fase R Kilometro Veinte



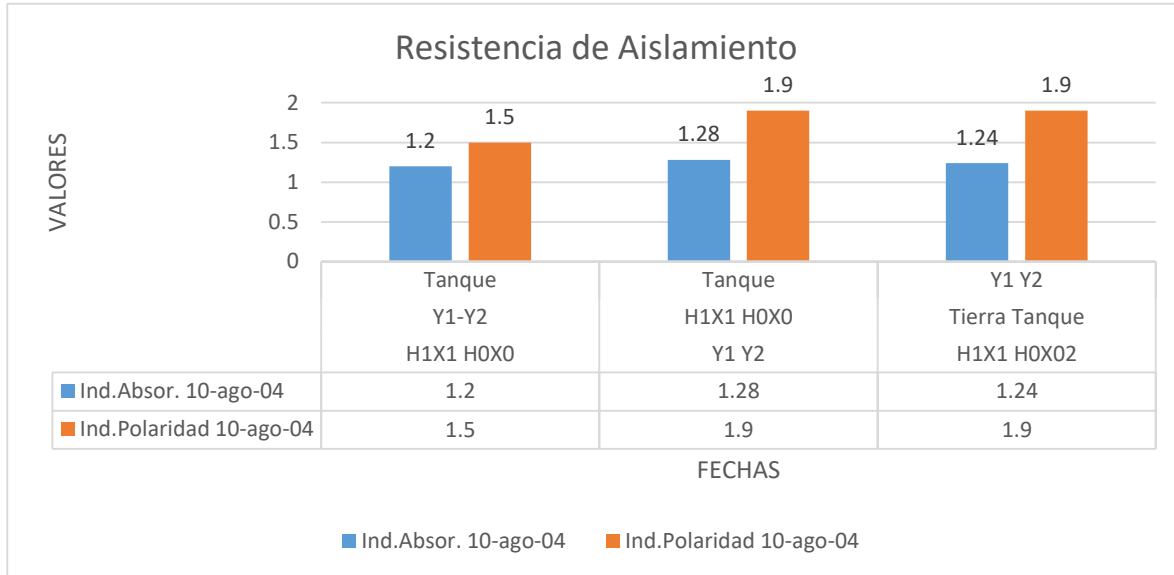
6.42.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase C Kilometro Veinte



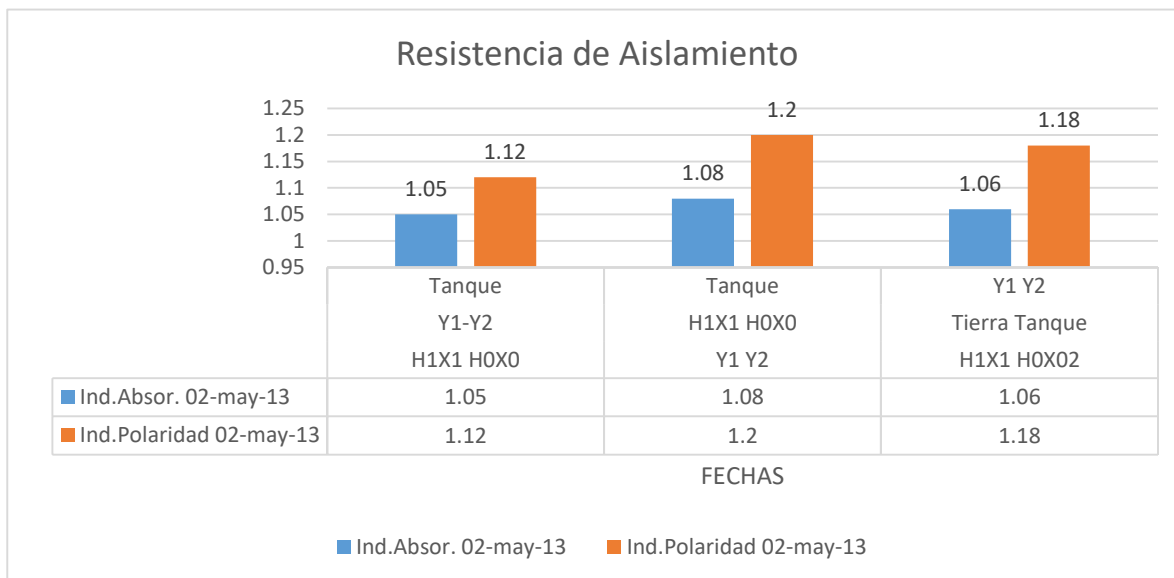
6.43.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT-1 Fase C Kilometro Veinte



6.44.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT Fase R Kilometro Veinte



6.45.-Grafica de prueba de resistencia de aislamiento AT Fase R Kilometro Veinte



Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de resistencia de aislamiento, donde los valores que serán principalmente corroborados son los de Índice de Absorción y el de Índice Polaridad.

El Índice de Absorción básicamente es la relación entre el valor de resistencia de aislamiento a 1 minuto y el valor a 30 segundos. El índice de Polarización es la relación entre el valor de la resistencia de aislamiento a los 10 minutos y la medición a 1 min a partir de la aplicación del voltaje.

Con el análisis se puede observar que el índice de absorción se encuentra con valores que varían, que no mantienen una constante, mientras que con el índice de polaridad, los valores que manejan son constante aunque son bajos, sin embargo se pueden tomar como medidas aceptables, pero con estos resultados del análisis arrojados nos da a entender que el equipo necesita ser inspeccionado para encontrar alguna solución al problema que se tiene por los valores bajos y variables que se tienen. Esto puede llegar a ser causa por una mala conexión o por algún tipo de contaminante que se tenga.

6.16.-Tabla de Prueba de Resistencia Óhmica Fase R-Kilometro Veinte

Devanado de A.T.H(Deriv .Nominal)			TA P 1		TAP 2				TAP 3					
Fase	Lectura K	Ohms			Lectura K	Ohms			Lectura K	Ohms				
H1-H0X0	0.40 40- 0.03 65=	0.26 7 5	% DI F= 0.8		0.40 7- 0.03 65=	0.37 0 5	% DI F= 1.6		0.40 2- 0.03 65=	0.36 5	% DI F= 0.8			
H0X0-H1	0.40 10- 0.03 65=	0.36 4 5			0.40 1- 0.03 65=	0.36 4 5			0.40 3- 0.03 65=	0.36 8 5				

X1-H0X0	0.20 8- 0.03 65=	0. 1 7 1 5	% DI F= 1.7		0.20 4- 0.03 65=	0.1 67 5	% DI F= 1.7		0.20 6- 0.03 65=	0.1 68 5	% DI F= 1.7		
	0.20 5- 0.03 65=	0. 1 6 8 5			0.20 7- 0.03 65=	0.1 70 5			0.20 8- 0.03 65=	0.1 77 5			
Y1-Y2	0.05 33- 0.03 65=	0. 0 1 6 8	% DI F= 0.5		0.05 32- 0.03 65=	2.0 16 7	% DI F= 0.5		0.05 53- 0.03 65=	0.0 16 8	% DI F= 0.5		
Y2-Y1	0.05 32- 0.03 65=	0. 0 1 6 7			0.05 31- 0.03 65=	0.0 16 6			0.05 32- 0.03 65=	0.0 16 7			
	TAP 4			TAP 5				TAP 6				TAP 7	
Fase	Lect ura K	O h m s		Lect ura K	Ohm s			Lect ura K	Ohm s			Lect ura K	O h m s
H1-H0X0	0.40 2- 0.03 65=	0. 3 6 5 5		0.40 2- 0.03 65=	0.36 55	% DI F= 0		0.40 0- 0.03 65=	0.36 35	% DI F= 0		0.40 92- 0.03 65=	0. 3 7 2 7
H0X0-H1	0.40 3- 0.03 65=	0. 3 6 5		0.40 2- 0.03 65=	0.36 55			0.40 0- 0.03 65=	0.36 35			0.40 92- 0.03 65=	0. 3 7 2 7
X1-H0X0	0.20 6- 0.03 65=	0. 1 6 9 5		0.20 1- 0.03 65=	0.16 45	% DI F= 0		0.20 0- 0.03 65=	0.16 35	% DI F= 0		0.20 5- 0.03 65=	0. 1 6 8 5
	0.20 8- 0.03 65=	0. 0 1		0.20 1- 0.03 65=	0.16 45			0.20 0- 0.03 65=	0.16 35			0.20 3- 0.03 65=	0. 0 1

	0.03 65=	7 1 5		0.03 65=				0.03 65=				0.03 65=	6 8 5	
Y1-Y2	0.05 33- 0.03 65=	0. 0 1 6 8		0.05 33- 0.03 65=	0.01 68	% DI F= 0.5		0.05 33- 0.03 65=	0.01 68	% DI F= 0.5		0.05 32- 0.03 65=	0. 1 6 3	% DI F= 0.5
Y2-Y1	0.05 32- 0.03 65=	0. 0 1 6 7		0.05 32- 0.03 65=	0.01 67			0.05 32- 0.03 65=	0.01 67			0.05 31- 0.03 65=	0. 1 6 6	

Análisis.

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

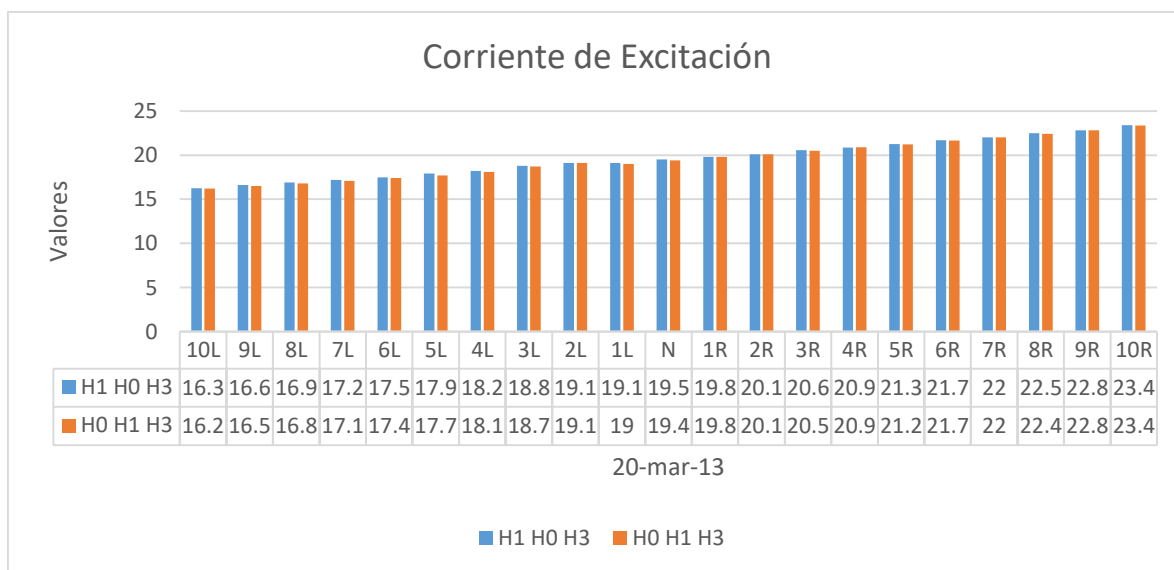
La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como se puede ver en la tabla de datos de resistencia Óhmica los valores y los porcentajes no rebasan el 2% que se aplica para que las pruebas sean aceptables por lo tanto el transformador es poco probable que pueda llegar a presentar algún tipo de fallo.

Prueba a Transformadores: Autotransformador AT-1 Subestación Eléctrica Los Ríos (LRS)

7.1.-Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Los Ríos

20-mar-13													
Devanado Energizado	Devanado A UST	Devanado a Tierra	10 L	9L	8L	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L	
H1	H0	H3	16.25	16.6	16.9	17.2	17.5	17.9	18.2	18.8	19.1	19.1	
H0	H1	H3	16.2	16.5	16.8	17.1	17.4	17.7	18.1	18.7	19.1	19.1	
		%DIF	0.3	0.6	0.59	0.58	0.57	1.11	0.54	0.53	0	0.52	
Devanado Energizado	Devanado A UST	Devanado a Tierra	N	1 R	2 R	3R	4R	5R	6R	7 R	8 R	9 R	10 R
H1	H0	H3	19.5	19.8	20.1	20.55	20.85	21.25	21.7	22	22.5	22.8	23.4
H0	H1	H3	19.4	19.8	20.1	20.5	20.9	21.2	21.65	22	22.4	22.8	23.5
		%DIF	0.5	0	0	0.4	0.23	0.23	0.23	0	0.44	0	0.21

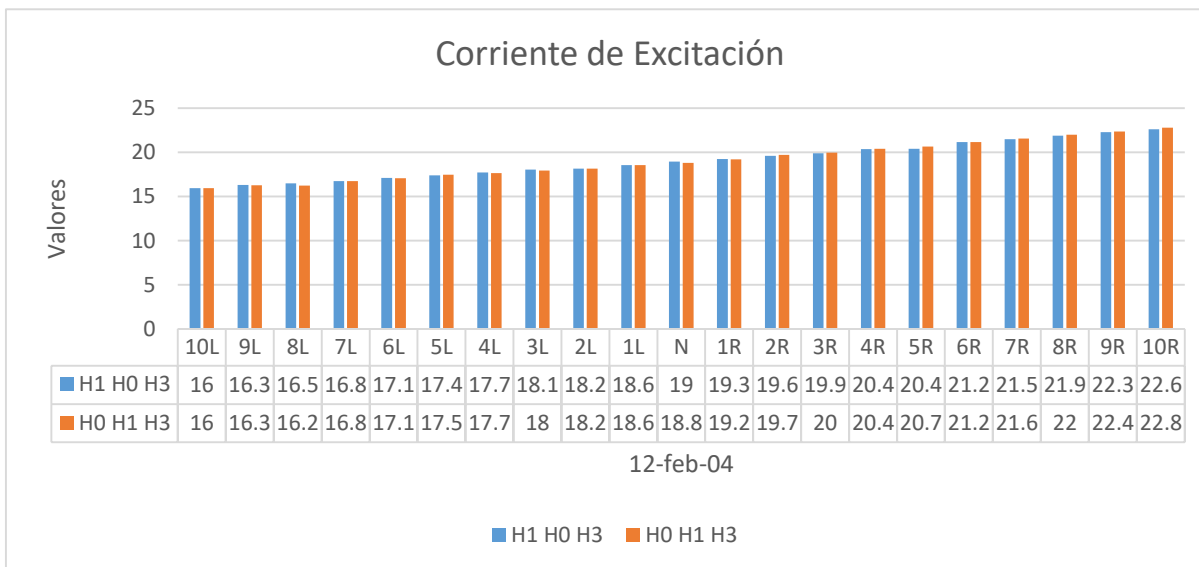
7.1.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Los Ríos



7.2.-Prueba de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Los Ríos

Devanado Energizado	Devanado A UST	Devanado a Tierra	10L	9L	8L	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L	
H1	H0	H3	15.95	16.3	16.5	16.75	17.1	17.4	17.7	18.05	18.15	18.55	
H0	H1	H3	15.95	16.25	16.15	16.75	17.05	17.45	17.65	17.95	18.15	18.55	
		%DIF	0	0.06	0.03	0	0.02	0.02	0.02	0.05	0	0	
Devanado Energizado	Devanado A UST	Devanado a Tierra	N	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	8R	9R	10R
H1	H0	H3	18.95	19.25	19.6	19.9	20.35	20.4	21.15	21.5	21.9	22.3	22.6
H0	H1	H3	18.8	19.2	19.7	19.95	20.4	20.65	21.15	21.55	22.22	22.35	22.8
		%DIF	0.781	0.259	0.307	0.205	0.245	1.21	0	0.232	0.454	0.223	0.877

7.2.-Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Fase A-Los Ríos



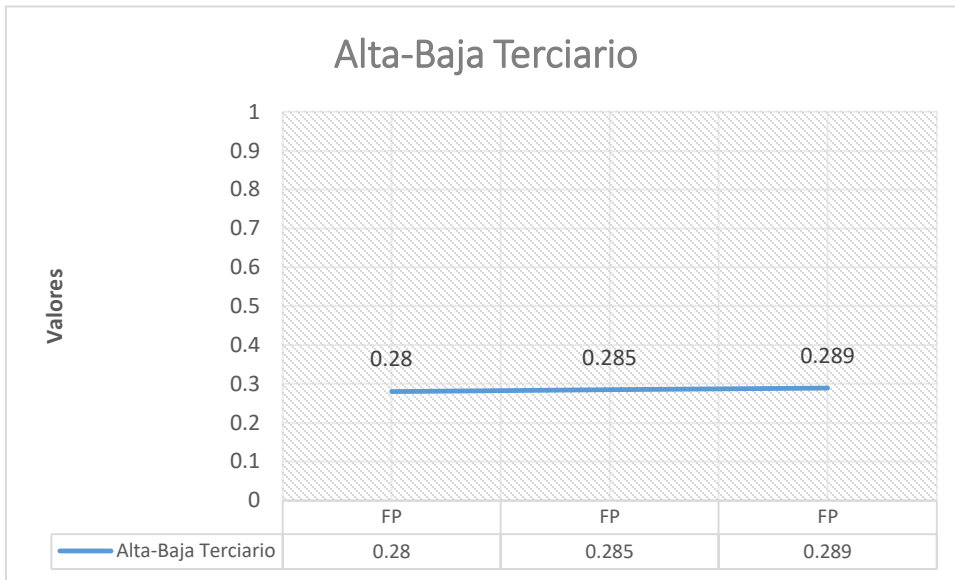
Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como podemos analizar y ver en las tablas y en las gráficas los valores y la tendencia en la gráfica, donde, como primer punto tomamos como referencia las medidas en las tablas, donde para verificar las condiciones del equipo mediante las pruebas de corriente de Excitación, donde la diferencia entre la prueba original y la inversa tienen que dar un porcentaje menor de 5%, y como podemos darnos cuenta los valores que arroja son valores por debajo del 5%, por lo tanto podemos dar como aceptable las pruebas, también en las tablas podemos ver la continuidad y como esta va incrementando mediante se va cambiando de posición.

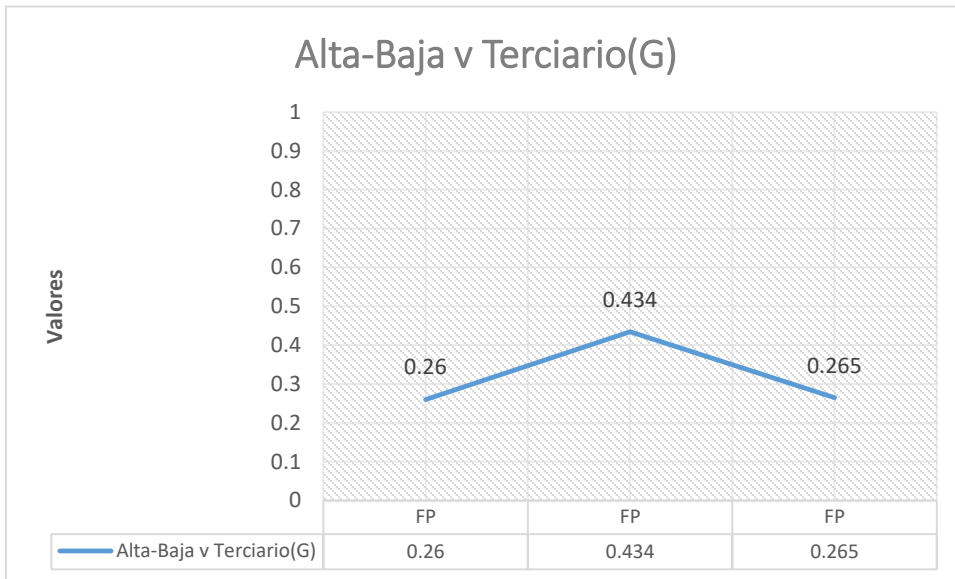
7.3.- Prueba de Factor de potencia AT-1 Fase A-Los Ríos

Columna1	Conexión de prueba	de Conexión prueba2	de conexión prueba3	de 10-feb-04	12-feb-04	12-jun-12
Prueba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	FP	FP	FP
1	Alta-Baja	Terciario		0.28	0.285	0.289
2	Alta-Baja		Terciario	0.26	0.434	0.265
3	terciario	alta-baja		0.474	0.372	0.331
4	terciario		alta-baja	0.303	0.424	0.342
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.181	0.272	0.261
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.09	0.181	0.284

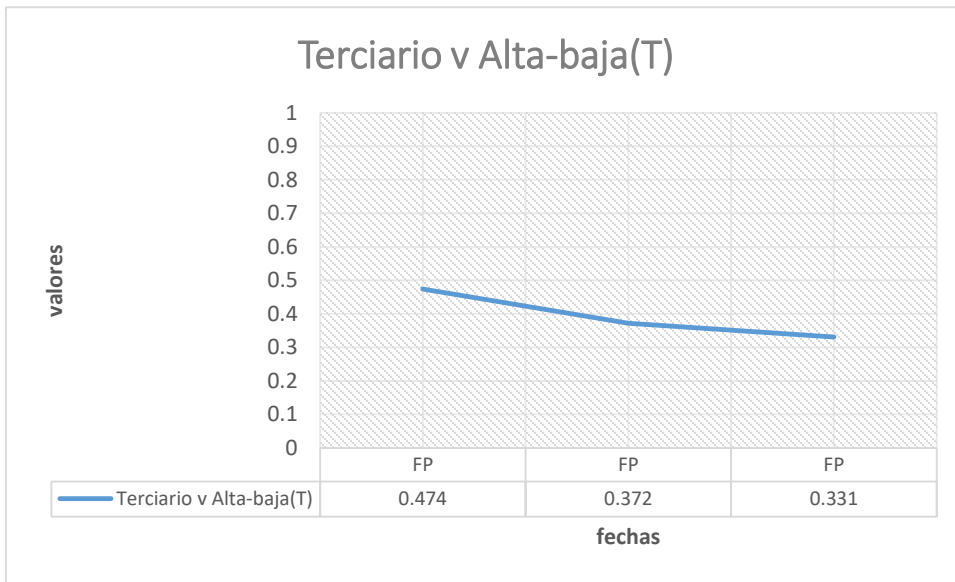
7.3.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A Los Ríos



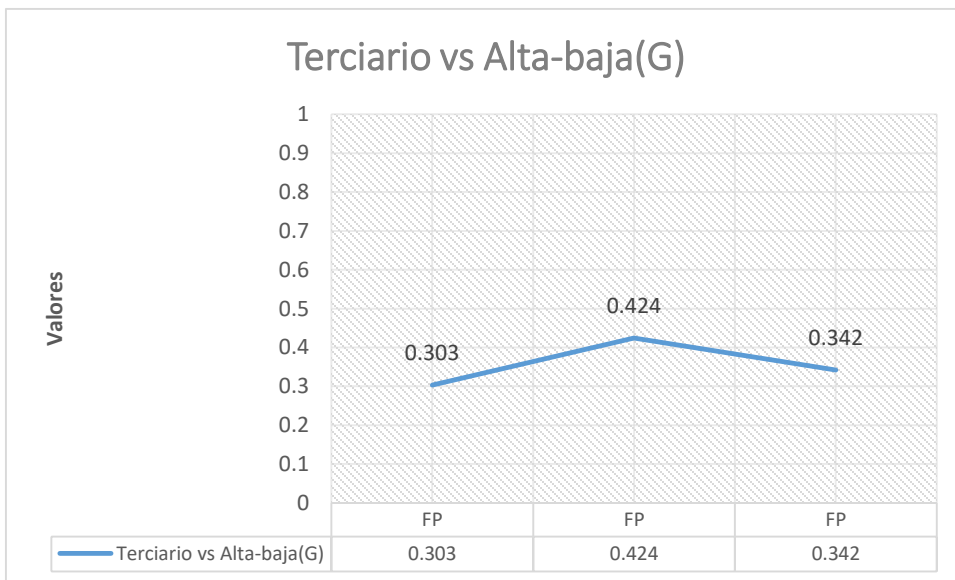
7.4.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A Los Ríos



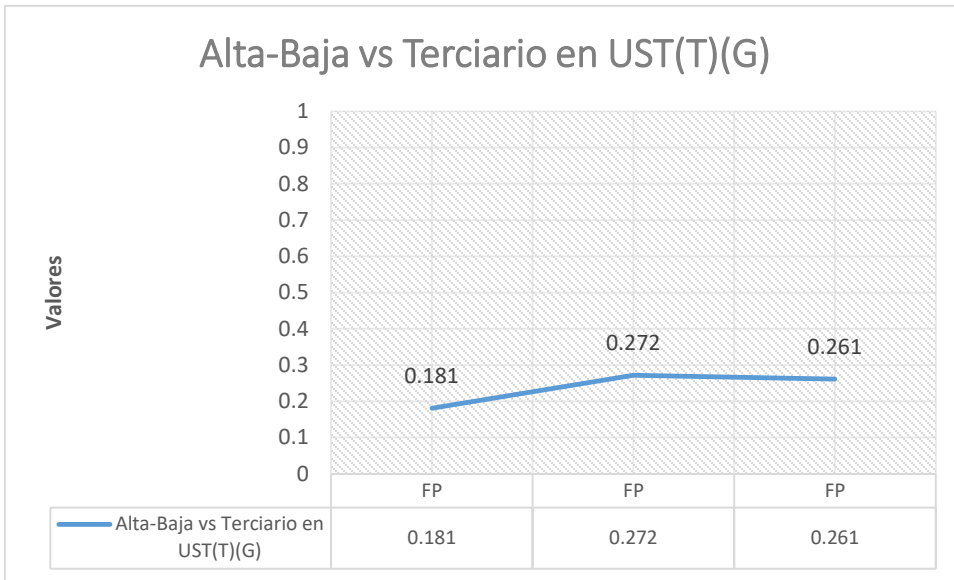
7.5.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A Los Ríos



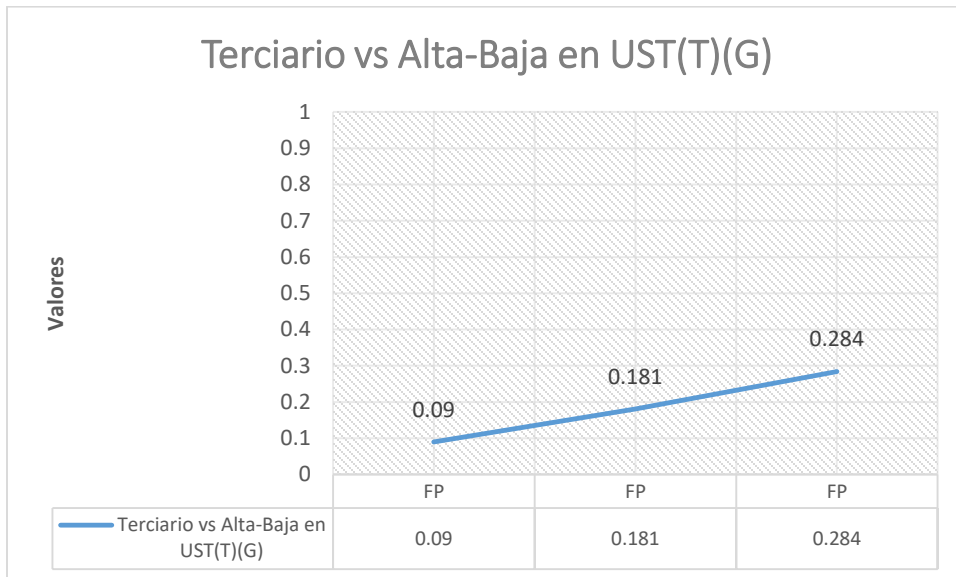
7.6.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A Los Ríos



7.7.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A Los Ríos



7.8.-Grafica de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase A Los Ríos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las

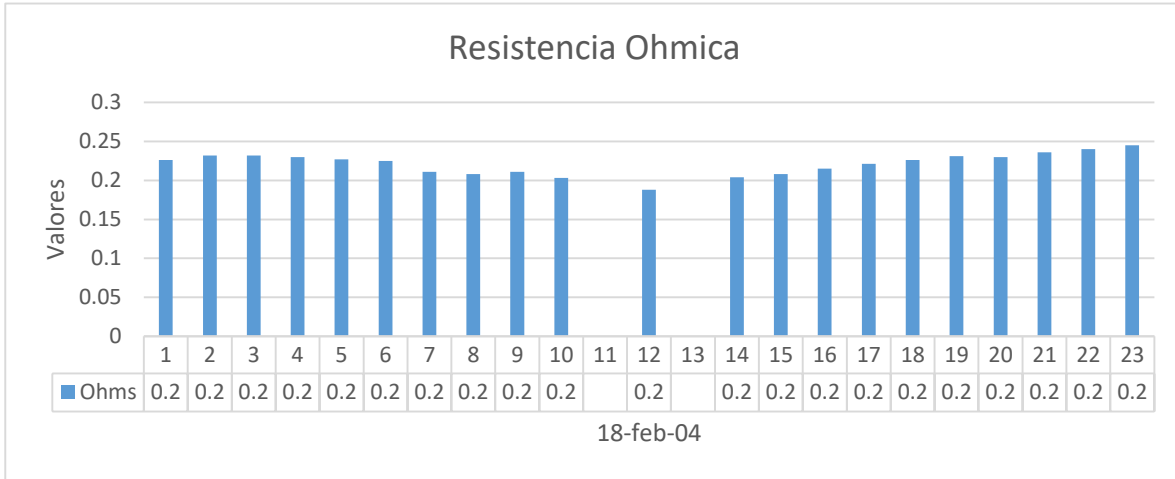
tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. Las pruebas de factor de potencia se hacen para saber el deterioro del aislamiento del equipo, por lo tanto es una de las pruebas más importantes del equipo, en este caso las pruebas obtenidas, donde se generan los valores podemos observar que los valores de las mediciones de las diferentes pruebas están por debajo de lo requerido que el valor permisible es de 1, además como se puede apreciar en las gráficas, donde nos damos una idea mediante el trazo de la tendencia, que el equipo muestra una tendencia estable donde, prácticamente su valor no ha incrementado, aceptación de la prueba del terciario contra alta-baja en UST, donde podemos apreciar un incremento con el paso del tiempo, sin embargo esta aún se encuentra en un rango de aceptación, donde todavía no se presenta un fallo como tal, sin embargo se debe tener en cuenta y estar monitoreando el equipo por si el valor llegase a crecer de manera rápida para así poder evitar algún problema en el equipo.

7.4.- Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase A-Los Ríos

H1-H0X0	Lectura K	Ohms
1	0.0257	0.226
2	0.0263	0.232
3	0.0263	0.232
4	0.0261	0.23
5	0.0258	0.227
6	0.0256	0.225
7	0.0242	0.211
8	0.0239	0.208
9	0.0242	0.211
10	0.0234	0.203
11		
12	0.0219	0.188
13		
14	0.0235	0.204
15	0.0239	0.208
16	0.0246	0.215
17	0.0252	0.221
18	0.0257	0.226
19	0.0262	0.231
20	0.0261	0.23

21	0.0267	0.236
22	0.0271	0.24
23	0.0276	0.245

7.9.-Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase A Los Ríos

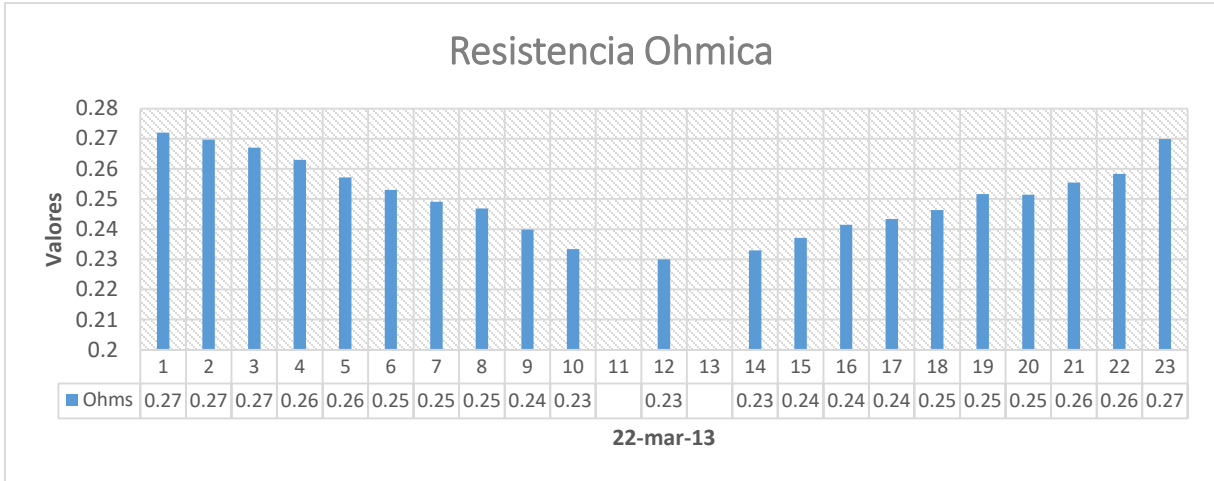


7.5.- Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase A-Los Ríos

H1-H0X0	Lectura K	Ohms
1	0.472	0.272
2	0.4697	0.2697
3	0.467	0.267
4	0.463	0.263
5	0.4571	0.2571
6	0.453	0.253
7	0.4491	0.2491
8	0.4469	0.2469
9	0.4398	0.2398
10	0.4334	0.2334
11		
12	0.43	0.23
13		
14	0.433	0.233
15	0.4371	0.2371
16	0.4414	0.2414
17	0.4434	0.2434
18	0.4463	0.2463
19	0.4516	0.2516
20	0.4514	0.2514

21	0.4554	0.2554
22	0.4583	0.2583
23	0.4699	0.2699

7.10.-Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase A Los Ríos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos analizar y comprobar en las tablas y graficas los datos, con esto podemos darnos cuenta de cómo está el equipo, donde las gráficas nos demuestran su buen estado, no pasando de valores muy lejanos, ya que todos los valores tienen una continuidad y a subes también subiendo en una forma continua y no tan diferencial, por lo tanto podemos dar cada una de las pruebas como aprobatorias.

Pruebas AT-1 Fase B-LRS

7.5.-Tabla de Prueba de Factor de Potencia AT-1 Fase B-Los Ríos

		Conexión de prueba	conexión de prueba	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	Columna1
Prueba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	TA P-1	TA P-2	TA P-3	TA P-4	TA P-5	TA P-6	TA P-7	TA P-8	TA P-9	TA P-10		
1	Alta-Baja	Terciarío		0.259	0.252	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256	0.256	
2	Alta-Baja		Terciarío	0.262	0.261	0.262	0.256	0.271	0.263	0.263	0.262	0.264	0.262		
3	terciario	alta-baja		0.299	0.304	0.299	0.303	0.305	0.299	0.305	0.298	0.297	0.297		
4	terciario		alta-baja	0.34	0.351	0.373	0.345	0.354	0.34	0.339	0.347	0.315	0.343		
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.277	0.263	0.27	0.261	0.262	0.261	0.279	0.27	0.276	0.279		
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.525	0.332	0.279	0.262	0.269	0.284	0.262	0.262	0.278	0.262		
Prueba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	09-feb-04	
1	Alta-Baja	Terciarío		TA P-12	TA P-14	TA P-15	TA P-16	TA P-17	TA P-18	TA P-19	TA P-20	TA P-21	TA P-22	TA P-23	
2	Alta-Baja		Terciarío	0.264	0.268	0.266	0.266	0.282	0.269	0.266	0.2651	0.268	0.267	0.282	
3	terciario	alta-baja		0.272	0.014	0.262	0.315	0.293	0.262	0.303	0.2898	0.306	0.271	0.284	
4	terciario		alta-baja	0.304	0.306	0.302	0.302	0.304	0.301	0.304	0.304	0.302	0.309	0.302	
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.351	0.352	0.354	0.3594	0.372	0.338	0.395	0.354	0.354	0.355	0.342	

6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.263	0.319	0.27	0.255	0.37	0.375	0.271	0.2692	0.254	0.264	0.263
				0.277	0.277	0.262	0.285	0.261	0.261	0.284	0.262	0.253	0.277	0.261

Análisis.

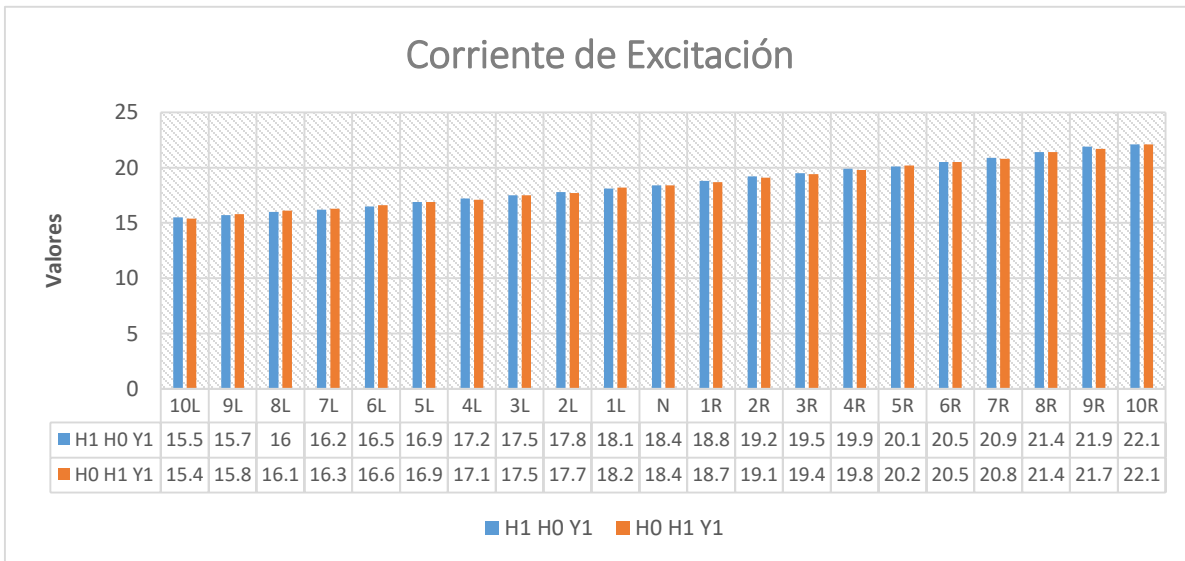
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia. El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1, en el caso de las pruebas de factor de potencia realizadas en los equipos de la subestación eléctrica los ríos, no se pudo obtener las gráficas, debido a que no tienen más fechas con las cuales hacer una tendencia, además que las mediciones hechas en el equipo no deberían hacer mediante cada uno de los taps del equipo, ya que se hace una prueba en general, pero como podemos detectar en la mayoría de los resultados la mayoría son iguales, no se contempla ninguna variación, además de que los valores se encuentran por debajo de lo requerido que es a bajo de 1, por lo tanto la prueba esta correcta y el equipo no presenta ningún problema el cual se deba atender.

Prueba a Transformadores: AT-1 Fase C-LRS

7.6.- Pruebas de Corriente de Excitación AT-1 Fase C-LRS

Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	10										Colu mna1										
			L	9L	8L	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L											
H1	H0	Y1	15.5	15.7	16	16.2	16.5	16.9	17.2	17.5	17.8	18.1	18.4	18.7	19.1	19.4	19.8	20.2	20.5	20.9	21.4	21.7	22.1
H0	H1	Y1	15.4	15.8	16.1	16.3	16.6	16.9	17.1	17.5	17.7	18.2	18.4	18.7	19.1	19.4	19.8	20.1	20.5	20.8	21.4	21.7	22.1
		%DIF	0.6	0.6	0.6	0	0.6	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.5	0	0.9	0	
Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	N	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	8R	9R	10R										
H1	H0	Y1	18.4	18.7	19.1	19.4	19.8	20.1	20.5	20.9	21.4	21.7	22.1										
H0	H1	Y1	18.4	18.7	19.1	19.4	19.8	20.1	20.5	20.9	21.4	21.7	22.1										
		%DIF	0	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0	0.9	0										

7.10.- Grafica de Corriente de Excitación AT-1 Fase C-Los Ríos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar acabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como podemos analizar y ver en las tablas y en las gráficas los valores y la tendencia en la grafía, donde, como primer punto tomamos como referencia las medidas en las tablas, donde para verificar las condiciones del equipo mediante las pruebas de corriente de Excitación, donde la diferencia entre la prueba original y la inversa tienen que dar un porcentaje menor de 5%, y domo podemos darnos cuenta los valores que arroja son valores por debajo del 5%, por lo tanto podemos dar como por aceptable las pruebas, también en las tablas podemos ver la continuidad y como esta va incrementando mediante se va cambiando de posición.

7.7.-Tabla de Pruebas de Factor de Potencia AT-1 Fase C-Los Ríos

Col um na 1	Conex ión de prueba	conexi ón de prueba	10- feb -04	10- feb 044	10- feb 045	10- feb 046	10- feb 047	10- feb 048	10- feb 049	10- feb- 041 0	10- feb- 041 1	10- feb- 041 2	
Prue ba	Devan ado Energiz ado	Devan ado a Tierra	Devan ado a Guard a	TA P- 1	TA P-2	TA P-3	TA P-4	TA P-5	TA P-6	TA P-7	TA P-8	TA P-9	TA P- 10
1	Alta- Baja	Terciar io		0.5 51	0.5 25	0.4 66	0.4 62	0.4 41	0.4 64	0.4 55	0.4 51	0.4 29	0.4 22
2	Alta- Baja		Terciar io	0.8 14	0.7 05	0.6 47	0.6 0.6	0.6 18	0.7 12	0.6 08	0.5 94	0.5 65	0.5 53
3	terciari o	alta- baja		0.3 54	0.3 05	0.3 64	0.3 63	0.3 63	0.3 73	0.3 65	0.3 84	0.3 69	0.3 67
4	terciari o		alta- baja	0.4 45	0.4 5	0.4 32	0.4 53	0.4 237	0.4 32	0.4 37	0.4 5	0.4 39	0.4 47
5	Alta- Baja	terciari o en UST	terciari o en UST	0.2 79	0.2 79	0.2 76	0.2 86	0.2 76	0.2 76	0.2 79	0.2 76	0.3 07	0.2 94
6	terciari o	alta- baja en UST	alta- baja en UST	0.3 04	0.2 88	0.2 79	0.2 79	0.2 76	0.2 79	0.3 02	0.2 71	0.3 1	0.2 81

	Conexión de prueba	Conexión de prueba	conexión de prueba	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04	10-feb-04
	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	TA P-12	TA P-14	TA P-15	TA P-16	TA P-17	TA P-18	TA P-19	TA P-20	TA P-21	TA P-22	TA P-23
1	Alta-Baja	Terciario		0.421	0.428	0.433	0.408	0.391	0.383	0.415	0.381	0.385	0.397	0.362
2	Alta-Baja		Terciario	0.568	0.542	0.532	0.521	0.507	0.482	0.514	0.485	0.474	0.406	0.503
3	terciario	alta-baja		0.374	0.375	0.382	0.375	0.395	0.309	0.383	0.398	0.384	0.393	0.404
4	terciario		alta-baja	0.445	0.458	0.465	0.458	0.476	0.469	0.466	0.489	0.468	0.489	0.502
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.281	0.302	0.279	0.289	0.281	0.317	0.279	0.286	0.271	0.283	0.279
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.271	0.281	0.304	0.271	0.276	0.302	0.279	0.279	0.286	0.279	0.271

Análisis.

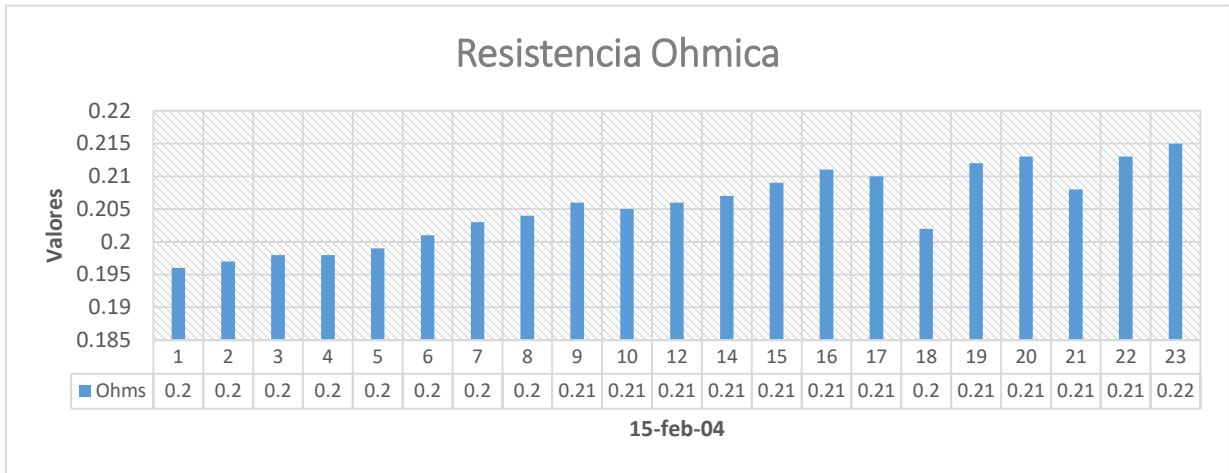
El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia. El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1, en el caso de las pruebas de factor de potencia realizadas en los equipos de la subestación eléctrica los ríos, no se pudo obtener las gráficas, debido a que no tienen más fechas con las cuales hacer una tendencia, además que las mediciones hechas en el equipo no deberían hacer mediante cada uno de los taps del equipo, ya que se hace una prueba en general, pero como podemos detectar en la mayoría de los resultados la mayoría son iguales, no se contempla ninguna variación, además de que los valores se

encuentran por debajo de lo requerido que es a bajo de 1, por lo tanto la prueba esta correcta y el equipo no presenta ningún problema el cual se deba atender.

7.8.- Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase C-Los Ríos

Devanado de B.T.X(Deriv.NOMINAL)	Lectura K	Ohms
Fase C		
X1-H0X0		
1	0.0239	0.196
2	0.024	0.197
3	0.0241	0.198
4	0.0241	0.198
5	0.0242	0.199
6	0.0244	0.201
7	0.0246	0.203
8	0.0247	0.204
9	0.0249	0.206
10	0.0248	0.205
12	0.0249	0.206
14	0.025	0.207
15	0.0252	0.209
16	0.0254	0.211
17	0.0253	0.21
18	0.0245	0.202
19	0.0255	0.212
20	0.0256	0.213
21	0.0251	0.208
22	0.0256	0.213
23	0.0258	0.215

7.11.-Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase C Los Ríos

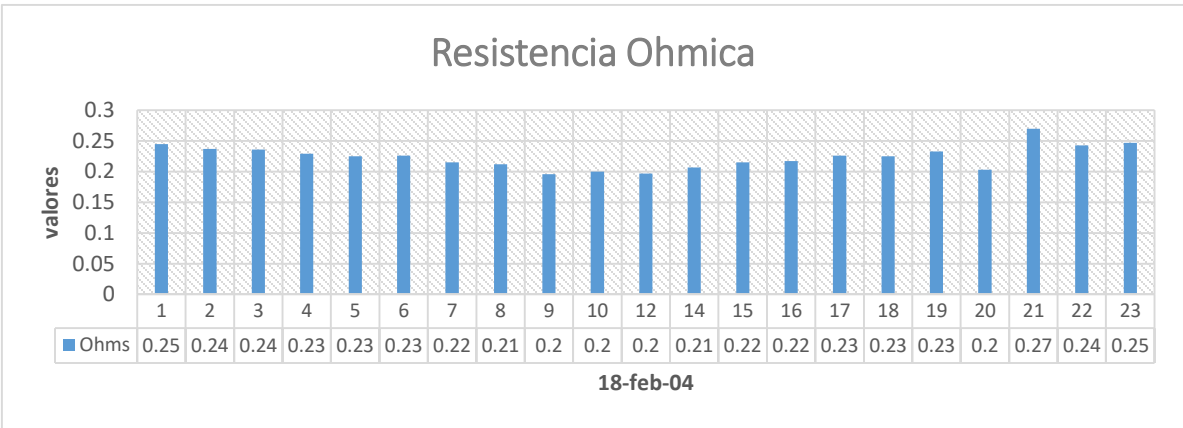


7.9.- Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase C-Los Ríos

Columna1	Columna2	Columna3
Devanado de A.T.H(Deriv. NOMINAL)		
Fase C	Lectura K	
H1-H0X0		Ohms
1	0.0287	0.245
2	0.028	0.237
3	0.0278	0.236
4	0.0271	0.229
5	0.0267	0.225
6	0.0268	0.226
7	0.0257	0.215
8	0.0254	0.212
9	0.0238	0.196
10	0.0242	0.2
12	0.0239	0.197
14	0.0249	0.207
15	0.0257	0.215
16	0.0259	0.217
17	0.0268	0.226
18	0.0267	0.225
19	0.0275	0.233
20	0.0275	0.203
21	0.0279	0.27
22	0.0285	0.243

23	0.02589	0.247
----	---------	-------

7.11.-Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT-1 Fase C Los Ríos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos analizar y comprobar en las tablas y graficas los datos, con esto podemos darnos cuenta de cómo está el equipo, donde las gráficas nos demuestran su buen estado a pesar de que en las gráficas nos demuestra un poco de variación donde hay aumento e incremento, debido a que es un aumento o un decremento muy bajo, donde no son valores que hagan la diferencia entre una medición y otra, son aceptables, no pasando de valores muy lejanos, ya que todos los valores tienen una continuidad y a veces también subiendo en una forma continua y no tan diferencial, por lo tanto podemos dar cada una de las pruebas como aprobatorias.

7.10-Tabla Prueba de Resistencia de Aislamiento AT-1 Fase C-Los Ríos

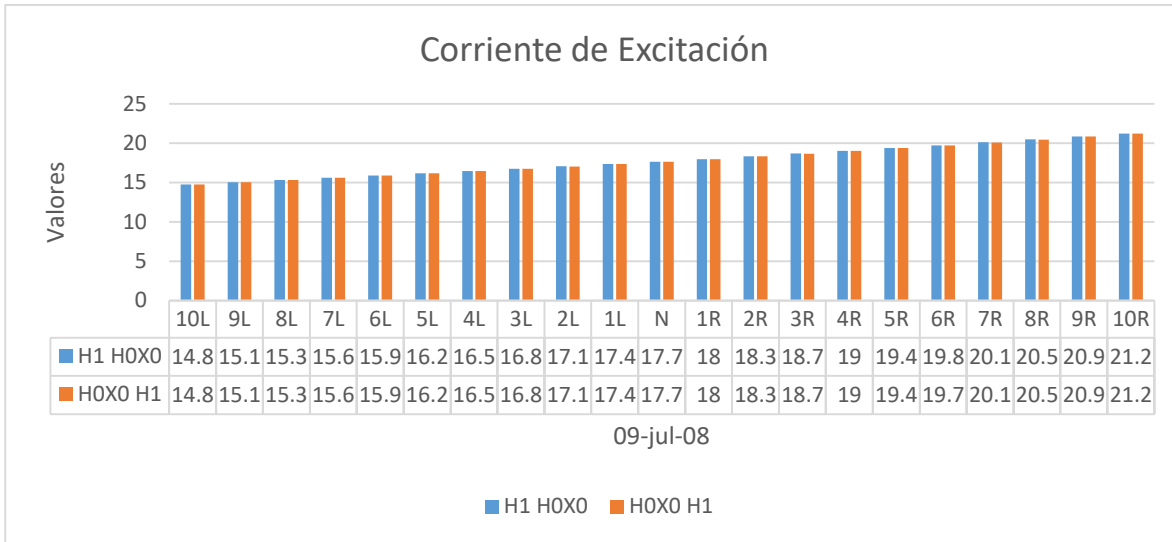
TAP 12							
Conexión	Línea	H	H	Y	H	Y	H+Y
Conexión	Guarda	Y	TIERRA	H	-	-	-
Conexión	Tierra	TIERRA	Y	TIERRA	Y+TIERRA	H+TIERRA	TIERRA
	Medición						
Ind. Absor. 1/1/2	19-feb-04	1.11	1.39	1.37	1.25	1.36	1.12
In. Pol. 10/1	19-feb-04	1.88	4.23	3.84	2.17	3.63	2.5

Pruebas a Transformadores: AT-1 Fase R

7.11.- Prueba de Corriente de Excitación Fase R-Los Ríos

Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	10L	9L	8L	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L	Columna 1
H1		H0X0	14.76	15.05	15.33	15.61	15.98	16.88	16.48	16.77	17.07	17.37	
H0X0		H1	14.78	15.05	15.33	15.62	15.99	16.88	16.48	16.76	17.06	17.36	
		%DIF	0.1	0	0	0.1	0	0	0	0.1	0.1	0.1	
Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	N	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	8R	9R	10R
H1		H0X0	17.66	18.18	18.44	18.77	19.44	19.44	19.75	20.22	20.49	20.66	21.24
H0X0		H1	17.55	18.18	18.44	18.83	19.33	19.44	19.75	20.11	20.49	20.66	21.23
		%DIF	0.1	0	0	0.1	0.1	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

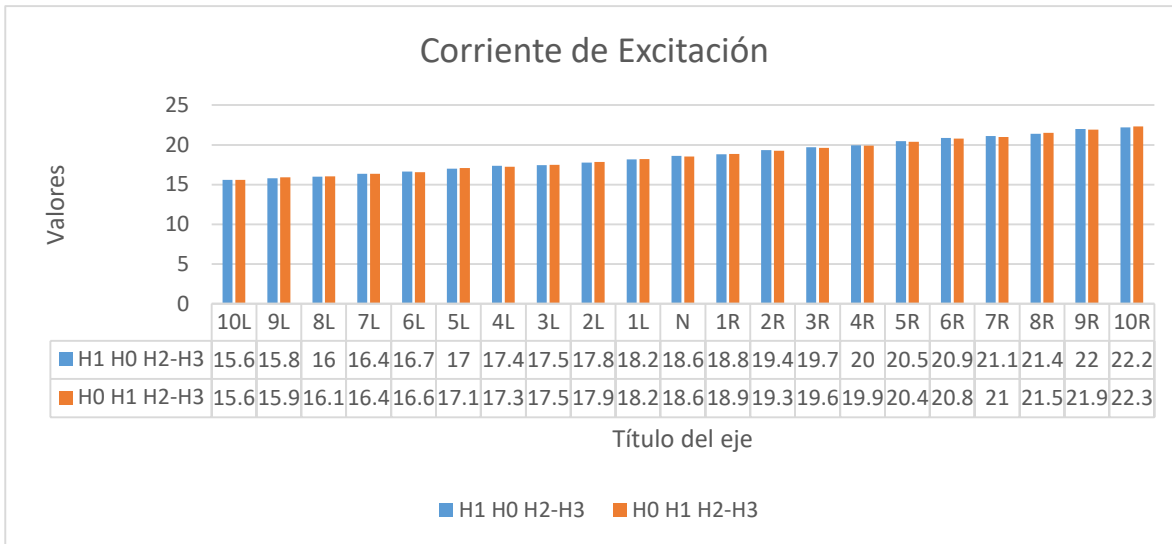
7.13.- Grafica de Corriente de Excitación AT Fase R-Los Ríos



7.12.- Prueba de Corriente de Excitación Fase R-Los Ríos

devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	10L	9L	8L	7L	6L	5L	4L	3L	2L	1L	Columna1
H1	H0	H2-H3	15.6	15.8	16	16.5	16.6	17	17.3	17.4	17.7	18	
H0	H1	H2-H3	15.6	15.9	16.5	16.6	17.1	17.2	17.5	17.8	18	18.2	
		%DIF	0	0.62	0.31	0	0.6	0.58	0.52	0.28	0.56	0.27	
Devanado Energizado	Devanado a UST	Devanado a Tierra	N	1R	2R	3R	4R	5R	6R	7R	8R	9R	10R
H1	H0	H2-H3	18.6	18.8	19.5	19.7	19.9	20.5	20.8	21.1	21.4	22	22.2
H0	H1	H2-H3	18.5	18.8	19.5	19.6	19.9	20.4	20.8	21.5	21.9	22.3	
		%DIF	0.26	0.26	0.51	0.50	0.25	0.24	0.23	0.42	0.46	0.45	0.448

7.14.-Grafica de Corriente de Excitación AT Fase R-Los Ríos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de corriente de excitación (P-SES-18), Con lo cual en el análisis de la tabla y de la gráfica adjunta, podemos identificar que los valores de los resultados son valores aceptables, ya que la diferencia entre la prueba principal (H1-H0X0) y la prueba de comprobación o inversa (H0X0-H1), son valores que están por debajo del 5%, como podemos observar y analizar tanto en la información brindada por las tablas, donde podemos ver los valores que se han obtenido mediante las pruebas y a su vez también poder ver la diferencia de la prueba principal y la prueba de comprobación o inversa, con este valor podemos así verificarlo junto con la prueba de aceptación, donde la prueba de aceptación nos dice que es el 5%, por lo que la prueba es aceptable, también podemos notar en la graficas los valores y también ver la diferencia, donde los valores no deben de tener una diferencia muy grande entre sí para ser aceptables, por lo tanto englobando la prueba, la prueba sería aceptable y por el momento sin ningún tipo de anomalía.

7.13.- Prueba de Factor de Potencia Fase R-Los Servicios

Columna1	Conexión prueba	de Conexión prueba2	de conexión prueba3	de 20-feb-04	20-oct-10
Prueba	Devanado Energizado	Devanado a Tierra	Devanado a Guarda	FP	FP
1	Alta-Baja	Terciario		0.413	0.11
2	Alta-Baja		Terciario	0.507	0.13
3	terciario	alta-baja		0.414	0.17
4	terciario		alta-baja	0.523	0.22
5	Alta-Baja	terciario en UST	terciario en UST	0.323	0.11
6	terciario	alta-baja en UST	alta-baja en UST	0.305	0.11

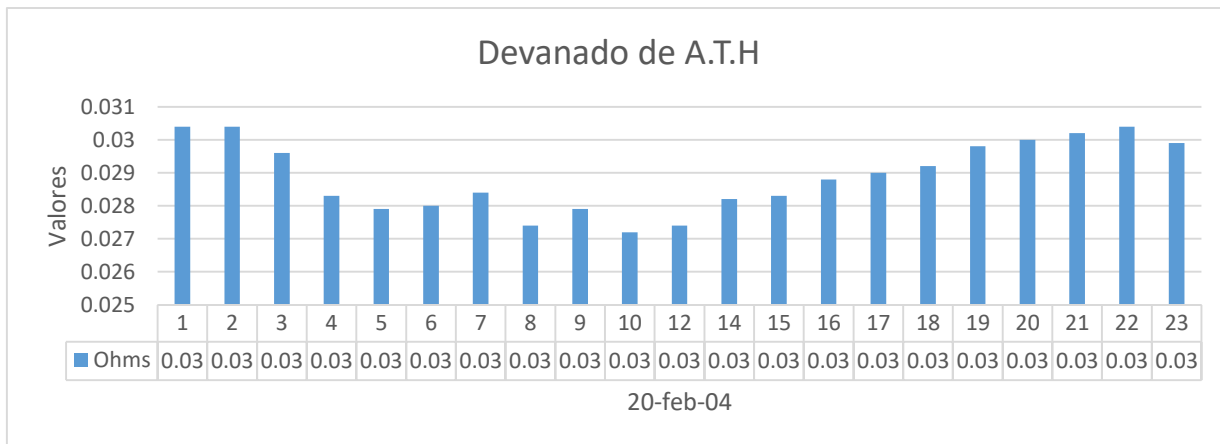
Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Factor de potencia (P-SES-14). El factor de potencia es un aislamiento en el coseno del Angulo entre el vector de la corriente de carga y el vector del voltaje aplicado, donde los valores que se obtienen y se ven plasmados tanto en la gráfica y en las tablas son conseguidos mediante la medición de miliamperes o microamperes, los valores que se obtienen dependerán del estado del equipo y se pueden ver afectados por la humedad, la ionización o la temperatura, donde el objetivo de la prueba es la detección de algunos cambios medibles en las características de los aislamientos, sin embargo para saber si las pruebas están en perfecto estado, las mediciones que se obtengan deberán de estar por debajo de 1. En el caso de esta Prueba no tenemos mucha información con la cual podamos hacer las gráficas, por lo tanto solo se hará el análisis mediante las tablas. Con los datos de la tabla y con los valores de aceptación ya dichos, podemos decir que los dos factores de potencia, son valores de pruebas aceptables, podemos notar que los valores de la primera están por arriba de la segunda prueba con una diferencia notable, aunque no pasando del valor de aceptación, esto se puede deber a una mala prueba hecha por el personal o por una mala conexión, también puede verse afectado por la humedad o el calor, sin embargo como se vuelve a repetir son valores aceptables.

7.14.- Prueba de Resistencia Óhmica Fase R-Los Ríos

Columna1	Columna2	Columna3
Devanado de A.T.H(DERIV. NOMINAL)		
H1X1		
Fase	Lectura K	Ohms
1	0.0304	0.0304
2	0.0304	0.0304
3	0.0296	0.0296
4	0.0283	0.0283
5	0.0279	0.0279
6	0.028	0.028
7	0.0284	0.0284
8	0.0274	0.0274
9	0.0279	0.0279
10	0.0272	0.0272
12	0.0274	0.0274
14	0.0282	0.0282
15	0.0283	0.0283
16	0.0288	0.0288
17	0.029	0.029
18	0.0292	0.0292
19	0.0298	0.0298
20	0.03	0.03
21	0.0302	0.0302
22	0.0304	0.0304
23	0.0299	0.0299

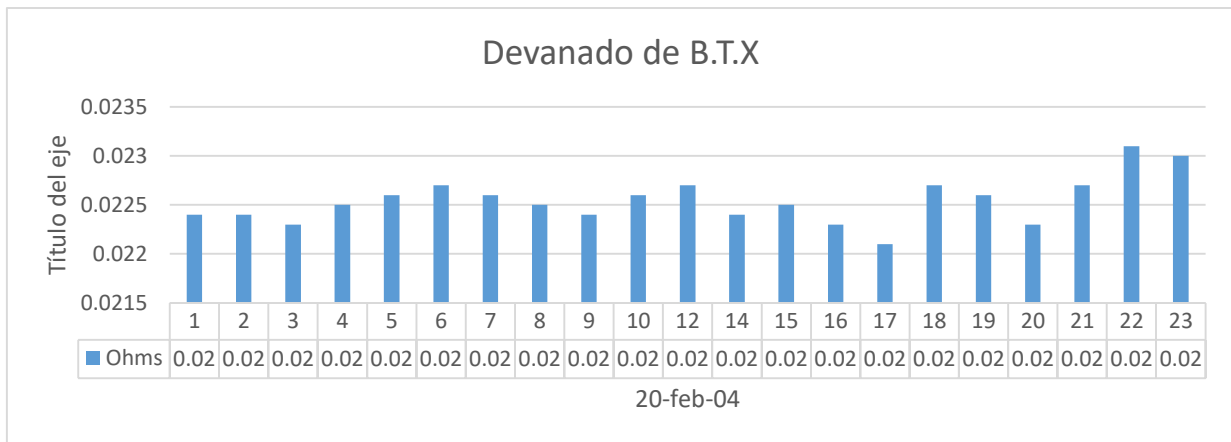
7.15.- Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT Fase R Los Ríos



7.15.- Prueba de Resistencia Óhmica Fase R-Los Ríos

Columna1	Columna2	Columna3
Devanado de B.T.X(DERIV.NOMINAL)		
X1 H0X0		
Fase	Lectura K	Ohms
1	0.0224	0.0224
2	0.0224	0.0224
3	0.0223	0.0223
4	0.0225	0.0225
5	0.0226	0.0226
6	0.0227	0.0227
7	0.0226	0.0226
8	0.0225	0.0225
9	0.0224	0.0224
10	0.0226	0.0226
12	0.0227	0.0227
14	0.0224	0.0224
15	0.0225	0.0225
16	0.0223	0.0223
17	0.0221	0.0221
18	0.0227	0.0227
19	0.0226	0.0226
20	0.0223	0.0223
21	0.0227	0.0227
22	0.0231	0.0231
23	0.023	0.023

7.16.-Grafica de Prueba de Resistencia Óhmica AT Fase R Los Ríos



Análisis

El objetivo de estas pruebas y junto con ellas con el procedimiento es estandarizar y normalizar los criterios para llevar a cabo las pruebas y las evaluaciones, para esto la guía para los resultados de las pruebas son tomadas de los procedimientos de Resistencia Óhmica (P-SES-19).

La resistencia eléctrica es la oposición al paso de la corriente en un circuito eléctrico cerrado, con esta prueba nos permite detectar falsos contactos, entre conductores y terminales, espiras en corto circuito o alta resistencia de contacto en cambiadores de derivación, las mediciones que se hacen mediante los procedimientos nos sirven para mantener el equipo en buen estado y llegar a que el equipo no presente ninguna falla, para poder cotejar los resultados se hacen con un historial de mediciones o con las mediciones de puesta en servicio y para que los resultados sean lo más exacto posible se necesita restar el valor de las resistencias obtenidas en la medición que se hizo y la resistencia del cable. Después de esto para poder comparar los valores se necesita compararlo con la prueba anterior lo cual al compararlo no debe pasar de $\pm 2\%$, como podemos analizar y comprobar en las tablas y graficas los datos, con esto podemos darnos cuenta de cómo está el equipo, donde las gráficas nos demuestran su buen estado a pesar de que en las gráficas nos demuestra un poco de variación donde hay aumento e incremento, debido a que es un aumento o un decremento muy bajo, donde no son valores que hagan la diferencia entre una medición y otra, son aceptables, no pasando de valores muy lejanos, ya que todos los valores tienen una continuidad y a veces también subiendo en una forma continua y no tan diferencial, por lo tanto podemos dar cada una de las pruebas como aprobatorias.

8.1.- Subestación Eléctrica Tabasco Potencia (TSP)

Especificaciones.

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2443-01	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión B(kV)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	10/15/10
Litros de aceite totales	79,971		

8.1.-Tabla de Prueba de Resistencia de Aislamiento (Puesta en servicio)

Tiempo	H+X/Y+T(M OHMS)	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MO HMS)	H+X/Y+T(MO HMS)2	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MO HMS)3
15 Seg	15000	7760	8510	30754.5	15910.328	17448.053
30 Seg	15700	8620	9620	32189.71	17673.586	19723.886
45 Seg	16400	9160	11100	33624.92	18780.748	22758.33
1 Min	17000	9830	12400	34855.1	20154.449	25423.72
2 Min	19000	13100	15100	38955.7	26858.93	30959.53
3 Min	20600	16300	17100	42236.18	33419.89	35060.13
4 Min	22300	19500	18600	45721.69	39980.85	38135.58
5 Min	23900	22700	19800	49002.17	46541.81	40595.94
6 Min	25100	25700	21100	51462.53	52692.71	43261.33
7 Min	25700	28400	22100	52692.71	58228.52	45311.63
8 Min	27800	31800	23300	56998.34	65199.54	47771.99
9 Min	29100	34500	24300	59663.73	70735.35	49822.29

10 Min	30100	37800	25000	61714.03	77501.34	51257.5
-----------	-------	-------	-------	----------	----------	---------

8.2.- Prueba de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo Temperatura(°C)
Pos	H1X1	
1	0.17854	24
2	0.17539	24
3	0.17224	24
4	0.16907	24
5	0.16596	24
6	0.16278	24
7	0.15976	24
8	0.15648	24
9	0.15345	24
10	0.15023	24
11	NA	24
12	0.14686	24
13	NA	24
14	0.15041	24
15	0.1534	24
16	0.15673	24
17	0.1597	24
18	0.16308	24
19	0.16602	24
20	0.16941	24
21	0.17229	24
22	0.17475	24
23	0.1787	24

8.3.- Prueba Corriente de Excitación (Puesta Servicio)

Tension de Prueba(Sitio) (Kv)	10	Tension Prueba(Fabrica)(kV)	de 102
Posicion del cambiador	I Exc (mA)	Posicion del Cambiador	
1	44.3	13	NA
2	44.7	14	51.6
3	45.6	15	51.8
4	46.4	16	52.9
5	46.9	17	53.8
6	47.2	18	54.7
7	48.1	19	55.8
8	48.8	20	56.7
9	49.3	21	57.7
10	50.1	22	58.8
11	NA	23	59.2
12	51.3		

Análisis.

Las pruebas eléctricas a los transformadores o autotransformadores, son una manera de identificar el estado del equipo, con lo cual las diversas pruebas que existen para esto, son de suma importancia para poder mantenerlos en el mejor estado posible, al no contar con pruebas actualizadas de las subestación eléctrica tabasco potencia, nos delimitamos a el análisis de las pruebas de su puesta en servicio, al tener la información de las pruebas que se realizan en su puesta en servicio, no hay tantas opciones para poder dar un veredicto del estado del equipo, ya que por simple lógica, al ser un equipo nuevo, que está saliendo de fábrica, las pruebas efectuadas en el equipo son de suponer que están en buenas condiciones, al menos que llegase a tener algún error de fábrica, que es muy poco probable, por lo tanto solo podemos guiarnos de las pruebas de aceptación que la misma fabrica le hace, como era de esperarse las pruebas que se hicieron al equipo arrojan que este se encuentra en perfectas condiciones, teniendo que pasar como aprobatorio los criterios de evaluación que a este se le efectúan como son; en el caso de la prueba de resistencia de aislamiento que el criterio de aceptación es de mínimo 2,000 MegaOhms además de que es corregido a 20°C a una duración de prueba de 10 minutos, después tenemos la prueba de resistencia Óhmica nos dice que para que la prueba sea aceptada debe de cumplir con que las lecturas de resistencia en campo vs las lecturas tomadas en planta referenciadas a la misma temperatura no deben variar en más de un 5%, luego tenemos que en la corriente de Excitación los criterios de aceptación son que los resultados de la fase A y la fase deberán ser aproximadamente el doble de la fase central uniforme en todas las posiciones, con estos datos podemos verificar que los valores estén en óptimas condiciones, lo único que se hace es volver a verificar ya que las pruebas son revisadas por los fabricantes los cuales tienen como objetivo que su producto cumpla con el mejor estándar de calidad posible en el mercado.

Especificación Técnicas

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2443-02	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión BT8kV)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	79,971		

8.4.-Prueba de Resistencia de Aislamiento (Puesta en servicio)

Temperatura del Aislamiento	31	Humedad Relativa (%):	33	Tensión de Prueba(Kv):	2.5	Columna 1
Tiempo(s)	H+X/Y+T(MOHMS)	Y/H+X+T(MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)	H+X/Y+T(MOHMS)	Y/H+X+T(MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)
15	19600	16800	9000	37657.48	32277.84	17291.7
30	21800	20000	10100	41884.34	38426	19405.13
45	22600	22300	11300	43421.38	42844.99	21710.69
1	23000	24800	13000	44189.9	47648.24	24976.9
2	26300	27800	15000	50530.19	53412.14	28819.5
3	29700	29300	17000	57062.61	56294.09	32662.1
4	33400	30400	18800	64171.42	58407.52	36120.44
5	39800	33200	22300	76467.74	63787.16	42844.99
6	49000	36400	25400	94143.7	69935.32	48801.02
7	44500	39300	26300	85497.85	75507.09	50530.19
8	46800	42800	27400	89916.84	82231.64	52643.62
9	47400	45300	29200	91069.62	87034.89	56101.96

10	48300	47900	31200	92798.79	92030.27	59944.5 6
----	-------	-------	-------	----------	----------	--------------

8.5.- Prueba de Resistencia Óhmica (Puestas en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo	Temperatura(°C)
Pos	H1X1		
1	0.17842	25	
2	0.17592	25	
3	0.17255	25	
4	0.16945	25	
5	0.16623	25	
6	0.16315	25	
7	0.16015	25	
8	0.15687	25	
9	0.15376	25	
10	0.1507	25	
11	NA	25	
12	0.14704	25	
13	NA	25	
14	0.15033	25	
15	0.15366	25	
16	0.1565	25	
17	0.15992	25	
18	0.16273	25	
19	0.16607	25	
20	0.16888	25	
21	0.17226	25	
22	0.17521	25	
23	0.1785	25	

Análisis.

Las pruebas eléctricas a los transformadores o autotransformadores, son una manera de identificar el estado del equipo, con lo cual las diversas pruebas que existen para su análisis son de suma importancia para poder mantenerlos en condiciones aceptables, al no contar con pruebas actualizadas de las subestación eléctrica tabasco potencia, nos delimitamos a el análisis de las pruebas de su puesta en servicio, al tener la información de las pruebas que se realizan en su puesta en servicio, no hay opciones para poder dar un veredicto del estado del autotransformador, ya que por simple lógica, al ser un equipo nuevo, que está

saliendo de fábrica, las pruebas efectuadas en el equipo están en condiciones aceptables, por lo tanto solo podemos guiarnos de las pruebas de aceptación que la misma fabrica hace, como se espera las pruebas que se hechas al equipo arrojan que este se encuentra en perfectas condiciones, teniendo que pasar como aprobatorio los criterios de evaluación que a este se le efectúan como son; en el caso de la prueba de resistencia de aislamiento que el criterio de aceptación es de mínimo 2,000 MegaOhms además de que es corregido a 20°C a una duración de prueba de 10 minutos, después tenemos la prueba de resistencia Óhmica nos dice que para que la prueba sea aceptada debe de cumplir con que las lecturas de resistencia en campo vs las lecturas tomadas en planta referenciadas a la misma temperatura no deben variar en más de un 5%, luego tenemos que en la corriente de Excitación los criterios de aceptación son que los resultados de la fase A y la fase deberán ser aproximadamente el doble de la fase central uniforme en todas las posiciones, con estos datos podemos verificar que los valores estén en óptimas condiciones, lo único que se hace es volver a verificar ya que las pruebas son revisadas por los fabricantes los cuales tienen como objetivo que su producto cumpla con el mejor estándar de calidad posible en el mercado.

Especificaciones Técnicas

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2443-03	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión BT8kv)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	de ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	79,971		

8.6.-Pruebas de Resistencia de Aislamiento (Puesta en Servicio)

Temperatura de aislamiento(°C):	32	Humedad relativa (%):	30	Tensión de prueba(Kv):	2.5	Columna 1
Tiempo	H+X/Y+T (MOHMS)	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MOHMS)	H+X/Y+T(M OHMS)	Y/H+X+T (MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)
15 Seg	29300	15200	18100	60073.79	31164.56	37110.43

30 Seg	30800	17000	20100	63149.24	34885.1	41211.0 3
45 Seg	31400	18400	22300	64379.42	37725.52	45721.6 9
1 Min	32300	19300	23800	66224.69	39570.79	48797.1 4
2 Min	34300	23300	28100	70325.29	47771.99	57613.4 3
3 Min	35800	27000	30500	73400.74	55358.1	62534.1 5
4 Min	38200	31200	32400	78321.46	63969.36	66429.7 2
5 Min	39800	35100	34100	81601.94	71965.53	69915.2 3
6 Min	41400	37900	35500	84882.42	77706.37	72785.6 5
7 Min	42800	42100	36800	87752.84	86317.63	75451.0 4
8 Min	44200	45600	38100	90623.26	93493.68	78116.4 3
9 Min	46000	48800	39100	94313.8	100054.6 4	80166.7 3
10 Min	46800	51300	40400	95954.04	105180.3 9	82832.1 2

8.7.- Prueba de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo Temperatura(°C)
Pos	H1X1	
1	0.17887	24
2	0.176	24
3	0.17262	24
4	0.16982	24
5	0.16635	24
6	0.16348	24
7	0.16013	24
8	0.15741	24
9	0.1539	24
10	0.15101	24
11	NA	24
12	0.14695	24
13	NA	24

14	0.15046	24
15	0.15372	24
16	0.15699	24
17	0.16002	24
18	0.16312	24
19	0.16639	24
20	0.16962	24
21	0.17265	24
22	0.17568	24
23	0.17898	24

8.8.- Prueba de Corriente de Excitación (Puesta en Servicio)

Tensión de Prueba(Sitio) (Kv)	10	Tensión Prueba(Fabrica)(kV)	de 102
Posición del cambiador	I Exc (mA)	Posición del Cambiador	
1	17	13	NA
2	17.3	14	20.5
3	17.6	15	21.2
4	18	16	21.4
5	18.3	17	21.9
6	18.7	18	22.2
7	18.9	19	22.8
8	19.2	20	23.2
9	19.7	21	23.8
10	20	22	24.3
11	NA	23	24.8
12	20.3		

Análisis.

Las pruebas eléctricas a los transformadores o autotransformadores, son una manera de identificar el estado del equipo, con lo cual las diversas pruebas que existen para su análisis son de suma importancia para poder mantenerlos en condiciones aceptables, al no contar con pruebas actualizadas de las subestación eléctrica tabasco potencia, nos delimitamos a el análisis de las pruebas de su puesta en servicio, al tener la información de las pruebas que se realizan en su puesta en servicio, no hay opciones para poder dar un veredicto del estado del autotransformador, ya que por simple lógica, al ser un equipo nuevo, que está saliendo de fábrica, las pruebas efectuadas en el equipo están en condiciones aceptables, por lo tanto solo podemos guiarnos de las pruebas de aceptación que

la misma fabrica hace, como se espera las pruebas que se hechas al equipo arrojan que este se encuentra en perfectas condiciones, teniendo que pasar como aprobatorio los criterios de evaluación que a este se le efectúan como son; en el caso de la prueba de resistencia de aislamiento que el criterio de aceptación es de mínimo 2,000 MegaOhms además de que es corregido a 20°C a una duración de prueba de 10 minutos, después tenemos la prueba de resistencia Óhmica nos dice que para que la prueba sea aceptada debe de cumplir con que las lecturas de resistencia en campo vs las lecturas tomadas en planta referenciadas a la misma temperatura no deben variar en más de un 5%, luego tenemos que en la corriente de Excitación los criterios de aceptación son que los resultados de la fase A y la fase deberán ser aproximadamente el doble de la fase central uniforme en todas las posiciones, con estos datos podemos verificar que los valores estén en óptimas condiciones, lo único que se hace es volver a verificar ya que las pruebas son revisadas por los fabricantes los cuales tienen como objetivo que su producto cumpla con el mejor estándar de calidad posible en el mercado.

Especificaciones Técnicas.

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2443-04	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión BT8kV)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	79,971		

8.9.- Prueba de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo Temperatura(°C)
Pos	H1X1	
1	0.17895	24
2	0.17608	24
3	0.17271	24
4	0.16979	24
5	0.16678	24
6	0.16378	24
7	0.16054	24

8	0.15759	24
9	0.15431	24
10	0.1522	24
11	NA	24
12	0.1473	24
13	NA	24
14	0.15146	24
15	0.15478	24
16	0.157652	24
17	0.16084	24
18	0.16357	24
19	0.16687	24
20	0.16985	24
21	0.17273	24
22	0.17539	24
23	0.17753	24

8.10.- Prueba de Resistencia de Aislamiento (Puesta en Servicio)

Temperatura de aislamiento(°C):	Humedad relativa (%):		Tensión de prueba(Kv):	Columna 1		
	25	61		2.5	Columna 1	
Tiempo	H+X/Y+T (MOHMS)	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MOHMS)	H+X/Y+T(M OHMS)	Y/H+X+T (MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)
15 Seg	26900	13500	12400	35508	17820	16368
30 Seg	29000	15200	14600	38280	20064	19272
45 Seg	29900	16500	16500	39468	21780	21780
1 Min	30700	17500	17000	40524	23100	22440
2 Min	32500	20400	17600	42900	26928	23232
3 Min	34900	23500	18900	46068	31020	24948
4 Min	37000	23600	19700	48840	31152	26004
5 Min	38500	24200	20200	50820	31944	26664
6 Min	39900	25700	21500	52668	33924	28380
7	42000	27500	22800	55440	36300	30096
8	44000	27700	23000	58080	36564	30360
9	45500	28300	23800	60060	37356	31416
10	47200	30800	24300	62304	40656	32076

8.11.- Prueba de Corriente de Excitación (Puesta en Servicio)

Tensión de Prueba(Sitio) (Kv)	10	Tensión Prueba(Fabrica)(kV)	de 102
Posición del cambiador	I Exc (mA)	Posición del Cambiador	
1	17.2	13	NA
2	17.5	14	20.7
3	17.8	15	21
4	18.1	16	21.3
5	18.4	17	21.5
6	18.6	18	22.1
7	19	19	22.6
8	19.3	20	22.9
9	19.6	21	23.3
10	20	22	23.7
11	NA	23	24.1
12	20.5		

Análisis.

Las pruebas eléctricas a los transformadores o autotransformadores, son una manera de identificar el estado del equipo, con lo cual las diversas pruebas que existen para su análisis son de suma importancia para poder mantenerlos en condiciones aceptables, al no contar con pruebas actualizadas de las subestación eléctrica tabasco potencia, nos delimitamos a el análisis de las pruebas de su puesta en servicio, al tener la información de las pruebas que se realizan en su puesta en servicio, no hay opciones para poder dar un veredicto del estado del autotransformador, ya que por simple lógica, al ser un equipo nuevo, que está saliendo de fábrica, las pruebas efectuadas en el equipo están en condiciones aceptables, por lo tanto solo podemos guiarnos de las pruebas de aceptación que la misma fabrica hace, como se espera las pruebas que se hechas al equipo arrojan que este se encuentra en perfectas condiciones, teniendo que pasar como aprobatorio los criterios de evaluación que a este se le efectúan como son; en el caso de la prueba de resistencia de aislamiento que el criterio de aceptación es de mínimo 2,000 MegaOhms además de que es corregido a 20°C a una duración de prueba de 10 minutos, después tenemos la prueba de resistencia Óhmica nos dice que para que la prueba sea aceptada debe de cumplir con que las lecturas de resistencia en campo vs las lecturas tomadas en planta referenciadas a la misma temperatura no deben variar en más de un 5%, luego tenemos que en la corriente de Excitación los criterios de aceptación son que los resultados de la fase A y la fase deberán ser aproximadamente el doble de la fase central uniforme en todas las posiciones, con estos datos podemos verificar que los valores estén en óptimas

condiciones, lo único que se hace es volver a verificar ya que las pruebas son revisadas por los fabricantes los cuales tienen como objetivo que su producto cumpla con el mejor estándar de calidad posible en el mercado.

Especificaciones Técnicas

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2443-05	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión BT8kV)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	79,971		

8.12.- Pruebas de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo Temperatura(°C)
Pos	H1X1	
1	0.17812	24
2	0.17555	24
3	0.17195	24
4	0.16912	24
5	0.16574	24
6	0.16285	24
7	0.15977	24
8	0.15671	24
9	0.15325	24
10	0.1505	24
11	NA	24
12	0.14679	24
13	NA	24
14	0.15078	24
15	0.15383	24
16	0.15688	24
17	0.16012	24
18	0.16302	24
19	0.1665	24
20	0.16944	24

21	0.17261	24
22	0.1755	24
23	0.17842	24

8.13.- Pruebas de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Temperatura de aislamiento(°C):	32	Humedad relativa (%):	30	Tensión de prueba(Kv):	2.5	Columna 1
Tiempo(s)	H+X/Y+T (MOHMS)	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MOHMS)	H+X/Y+T(M OHMS)	Y/H+X+T (MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)
15 Seg	39000	21800	19500	58020.3	32431.86	29010.15
30 Seg	46000	27200	24000	68434.2	40465.44	35704.8
45 Seg	48900	29300	27600	72748.53	43589.51	41060.52
1 Min	51000	31000	31200	75872.7	46118.7	46416.24
2 Min	54300	36600	37600	80782.11	54449.82	55937.52
3 Min	56600	41400	40300	84203.82	61590.78	59954.31
4 Min	59800	45800	42600	78321.46	68136.66	63376.02
5 Min	61300	49100	44300	91196.01	73046.07	65905.11
6 Min	62600	52900	46700	93130.02	78699.33	69475.59
7	65200	56000	47800	96998.04	83311.2	71112.06
8	65400	60500	48100	97295.58	90005.85	71558.37
9	67900	62100	50100	101014.83	92386.17	74533.77
10	69900	64300	51600	103990.23	95659.11	76765.32

8.14.-Prueba de Corriente de Excitación (Puestas en Servicio)

Tensión de Prueba(Sitio) (Kv)	10	Tensión Prueba(Fabrica)(kV)	de 102
Posición del cambiador	I ^{Exc} (mA)	Posición del Cambiador	
1	17.2	13	NA
2	17.5	14	20.6
3	17.9	15	21.3
4	18.1	16	21.5
5	18.3	17	21.8
6	18.6	18	22.3
7	19	19	22.7
8	19.2	20	23.1
9	19.5	21	23.6
10	19.8	22	24
11	NA	23	24.4
12	20.4		

Análisis.

Las pruebas eléctricas a los transformadores o autotransformadores, son una manera de identificar el estado del equipo, con lo cual las diversas pruebas que existen para su análisis son de suma importancia para poder mantenerlos en condiciones aceptables, al no contar con pruebas actualizadas de las subestación eléctrica tabasco potencia, nos delimitamos a el análisis de las pruebas de su puesta en servicio, al tener la información de las pruebas que se realizan en su puesta en servicio, no hay opciones para poder dar un veredicto del estado del autotransformador, ya que por simple lógica, al ser un equipo nuevo, que está saliendo de fábrica, las pruebas efectuadas en el equipo están en condiciones aceptables, por lo tanto solo podemos guiarnos de las pruebas de aceptación que la misma fabrica hace, como se espera las pruebas que se hechas al equipo arrojan que este se encuentra en perfectas condiciones, teniendo que pasar como aprobatorio los criterios de evaluación que a este se le efectúan como en el caso de la prueba de resistencia de aislamiento; que el criterio de aceptación es de mínimo 2,000 MegaOhms además de que es corregido a 20°C a una duración de prueba de 10 minutos, después tenemos la prueba de resistencia Óhmica nos dice que para que la prueba sea aceptada debe de cumplir con que las lecturas de resistencia en campo vs las lecturas tomadas en planta referenciadas a la misma temperatura no

deben variar en más de un 5%, luego tenemos que en la corriente de Excitación los criterios de aceptación son que los resultados de la fase A y la fase deberán ser aproximadamente el doble de la fase central uniforme en todas las posiciones, con estos datos podemos verificar que los valores estén en óptimas condiciones, lo único que se hace es volver a verificar ya que las pruebas son revisadas por los fabricantes los cuales tienen como objetivo que su producto cumpla con el mejor estándar de calidad posible en el mercado.

Especificaciones Técnicas

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2443-06	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión BT8kV)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	79,971		

8.15.- Pruebas de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo Temperatura(°C)
Pos	H1X1	
1	0.17879	26
2	0.17619	24
3	0.1725	24
4	0.16974	24
5	0.16625	24
6	0.16335	24
7	0.15999	24
8	0.15743	24
9	0.15379	24
10	0.15055	24
11	NA	24
12	0.14703	24
13	NA	24
14	0.15052	24
15	0.15374	24
16	0.15684	24

17	0.15971	24
18	0.16294	24
19	0.16629	24
20	0.16973	24
21	0.17266	24
22	0.17529	24
23	0.17853	24

8.16.- Pruebas de Resistencia de Aislamiento (Puesta en Servicio)

Temperatura de aislamiento(°C):	25	Humedad relativa (%):	61	Tensión de prueba(Kv):	2.5	Columna 1
Tiempo(s)	H+X/Y+T (MOHMS)	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MOHMS)	H+X/Y+T(M OHMS)	Y/H+X+T (MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)
15	38000	21500	16700	60169.2	34043.1	26442.78
30	44100	25600	21500	69827.94	40535.04	34043.1
45	46400	27800	24100	73469.76	44018.52	38159.94
1	48700	29200	26400	77111.58	46235.28	41801.76
2	52700	33500	31300	83445.18	53043.9	49560.42
3	56000	36200	33500	88670.4	57319.08	53043.9
4	57600	39000	35600	91203.84	61752.6	56369.04
5	60000	43000	36400	95004	68086.2	57635.76
6	61500	45100	36700	97379.1	71411.34	58110.78
7	63100	47500	37200	99912.54	75211.5	58902.48
8	63600	50400	38000	100704.24	79803.36	60169.2
9	66100	51200	38400	104662.74	81070.08	60802.56
10	67600	54200	39200	107037.84	85820.28	62069.28

8.17.- Prueba Corriente Excitación (Puesta Servicio)

Tensión de Prueba(Sitio) (Kv)	10	Tensión Prueba(Fabrica)(kV)	de 102
Posición del cambiador	I (mA)	Exc Posición del Cambiador	
1	17.6	13	NA
2	17.8	14	21.1
3	18.2	15	21.5
4	18.5	16	21.8
5	18.9	17	22.3
6	19.1	18	22.7
7	19.3	19	22.9
8	19.6	20	23.3
9	20.1	21	23.6
10	20.5	22	24.2
11	NA	23	24.9
12	20.9		

Análisis.

Las pruebas eléctricas a los transformadores o autotransformadores, son una manera de identificar el estado del equipo, con lo cual las diversas pruebas que existen para esto, son de suma importancia para poder mantenerlos en el mejor estado posible, al no contar con pruebas actualizadas de las subestación eléctrica tabasco potencia, nos delimitamos a el análisis de las pruebas de su puesta en servicio, al tener la información de las pruebas que se realizan en su puesta en servicio, no hay tantas opciones para poder dar un veredicto del estado del equipo, ya que por simple lógica, al ser un equipo nuevo, que está saliendo de fábrica, las pruebas efectuadas en el equipo son de suponer que están en buenas condiciones, al menos que llegase a tener algún error de fábrica, que es muy poco probable, por lo tanto solo podemos guiarnos de las pruebas de aceptación que la misma fabrica le hace, como era de esperarse las pruebas que se hicieron al equipo arrojan que este se encuentra en perfectas condiciones, teniendo que pasar como aprobatorio los criterios de evaluación que a este se le efectúan como son; en el caso de la prueba de resistencia de aislamiento que el criterio de aceptación es de mínimo 2,000 MegaOhms además de que es corregido a 20°C a una duración de prueba de 10 minutos, después tenemos la prueba de resistencia Óhmica nos dice que para que la prueba sea aceptada debe de cumplir con que las lecturas de resistencia en campo vs las lecturas tomadas en planta referenciadas a la misma temperatura no deben variar en más de un 5%, luego tenemos que en la corriente de Excitación los criterios de aceptación son que los resultados de la fase A y la fase deberán ser aproximadamente el doble de la fase central uniforme en todas las posiciones, con

estos datos podemos verificar que los valores estén en óptimas condiciones, lo único que se hace es volver a verificar ya que las pruebas son revisadas por los fabricantes los cuales tienen como objetivo que su producto cumpla con el mejor estándar de calidad posible en el mercado.

Especificaciones Técnicas

Datos Principales	Datos Principales2	Datos Principales3	Datos Principales4
Número de serie:	G2443-07	Numero de Fases y tipo de Unidad:	1
			Subestación
Capacidad(MVA):	75/100/125	Sobre elevación de temperatura(°C)	55/65°C
Tensión AT(Kv)	400	Tensión BT8kV)	230
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN,ONAF,ONAF 1, ONAF 2	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	79,971		

8.18.-Pruebas de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado:	Terminales Prueba	Bajo Temperatura(°C)
Pos	H1X1	
1	0.1787	24
2	0.17575	24
3	0.17229	24
4	0.16941	24
5	0.16602	24
6	0.16308	24
7	0.1597	24
8	0.15673	24
9	0.1534	24
10	0.13044	24
11	NA	24
12	0.14686	24
13	NA	24
14	0.15023	24
15	0.15345	24
16	0.15648	24
17	0.15976	24
18	0.16278	24
19	0.16596	24

20	0.16907	24
21	0.17224	24
22	0.17539	24
23	0.17854	24

8.19.- Prueba de Resistencia de Aislamiento (Puesta de Servicio)

Temperatura de aislamiento(°C):	30	Humedad relativa (%):	58	Tensión de prueba(Kv):	2.5	Columna 1
Tiempo(s)	H+X/Y+T (MOHMS)	Y/H+X+T(M OHMS)	H+X/Y(MOHMS)	H+X/Y+T(M OHMS)	Y/H+X+T (MOHMS)	H+X/Y(MOHMS)
15 Seg	44900	22300	22700	80820	40140	40860
30 Seg	49700	26900	27100	89460	48420	48780
45 Seg	52100	29400	32800	93780	52920	59040
1 Min	53700	31300	34900	96660	56340	62820
2 Min	57900	37100	39600	104220	66780	71280
3 Min	58100	42100	44700	104580	75780	80460
4 Min	61300	47200	50100	110340	84960	90180
5 Min	62400	50300	50800	112320	90540	91440
6 Min	63100	54200	51200	113580	97560	92160
7	66300	57900	51800	119340	104220	93240
8	67100	60900	53700	120780	109620	96660
9	71100	64400	55600	127980	115920	100080
10	74900	68600	55800	134820	123480	100440

8.20- Prueba de Corriente de Excitación (Puesta en Servicio)

Tensión de Prueba(Sitio) (Kv)	10	Tensión Prueba(Fabrica)(kV)	de 102
Posición del cambiador	I Exc (mA)	Posición del Cambiador	
1	17.7	13	NA
2	17.9	14	21.5
3	18.2	15	21.8
4	18.4	16	22.2
5	18.6	17	22.6
6	19.2	18	22.9
7	19.5	19	23.3
8	19.9	20	23.9
9	20.3	21	24.2
10	20.8	22	24.8
11	NA	23	25.2

12	21.2
----	------

Especificaciones Técnicas AT-R

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2444-01	Número de Fases y tipo de Unidad:	3 REACTOR
Capacidad(MVA):	30	Sobre elevación de temperatura(°C)	55°C
Tensión AT(Kv)	34.5	Tensión BT(kv)	34.5
Tipo de sistema de Enfriamiento	ONAN	Fecha del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	23,675		

8.21.- Prueba de Resistencia de Aislamiento (Puesta en Servicio)

Columna1	Columna2	Corregido a 20°C	a
	k=	20,503	
Tiempo(S)(MIN)	H/T (M.Ohms)	H/T (M.Ohms)	
15	4000	8201.2	
30	5000	10251.5	
45	5500	11276.65	
1	6000	12301.8	
2	7000	14352.1	
3	9000	18452.7	
4	10000	20503	
5	13000	26653.9	
6	14000	28704.2	
7	15000	30754.5	
8	15000	30754.5	
9	16000	32804.8	
10	17000	34855.1	

8.22.- Prueba de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

Devanado			Dif. Lecturas entra fases	Dif. Lecturas entra fases	Temp. Dev(°C)
Posición	Terminales de Prueba	Terminales de Prueba	Terminales de Prueba		
	H1A-H1B	H2A-H2B	H3A-H3B		
Nom	32.9	32.92	33.03	0.39513678	0.39513678

Especificaciones Técnicas AT-R

Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales	Datos Principales
Número de serie:	G2444-02	Numero de Fases y tipo de Unidad:	3
			REACTOR
Capacidad(MVA):	30	Sobre elevación de temperatura(°C)	55°C
Tensión AT(Kv)	34.5	Tensión BT(kV)	34.5
Tipo de sistema de Enfriamiento	de ONAN	Fecga del reporte:	15-mar-10
Litros de aceite totales	23,675		

8.23.- Pruebas de Resistencia Óhmica (Puesta en Servicio)

			Columna4	Columna5	Columna6	Columna7
Devanado			Dif. Lecturas entra fases	Dif. Lecturas entra fases	Temp. Dev(°C)	
Posición	Terminales de Prueba	Terminales de Prueba	Terminales de Prueba			
	H1A-H1B	H2A-H2B	H3A-H3B			
Nom	32.93	33.05	32.97	0.36440935	0.36440935	

8.24.- Pruebas de Resistencia de Aislamiento (Puesta en Servicio)

		Corregido 20°C	a
	k=	20,503	
Tiempo(S)(MIN)	H/T (M.Ohms)	H/T (M.Ohms)	
15	3000	8310.9	
30	3000	8310.9	
45	3200	8864.96	
1	3500	9696.05	
2	5800	16067.74	
3	7000	19392.1	
4	8200	22716.46	
5	9400	26040.82	
6	10000	27703	
7	11000	30473.3	
8	12000	33243.6	
9	12500	34628.75	
10	12500	34628.75	

Conclusiones

En este proyecto, el principal objetivo era la comprensión de diversos documentos oficiales de la empresa comisión federal de electricidad de la zona de transmisión Villahermosa, con la finalidad del entendimiento de los diversos documentos como pueden ser; el capítulo 800 de seguridad e higiene, el documento de cero tolerancia y también uno de los más importantes los procedimientos de subestaciones, este último es de suma importancia para los trabajadores de la empresa ya que tiene una serie de pasos para que las pruebas para el mantenimiento de la subestación se haga de la mejor manera posible, teniendo como objetivo salvaguardar la integridad de los empleados y también de las instalaciones, donde estos procedimientos fueron creados con el fundamento teórico y la experiencia del personal altamente capacitado.

Con el conjunto de las lecturas de estos documentos, se pasó a la siguiente fase del proyecto que se tenía como residente profesional el cual era la creación de graficas de diversas pruebas eléctricas (Prueba de Corriente de Excitación, Prueba de Resistencia de Aislamiento, Prueba de Resistencia Óhmica y Prueba de Factor de potencia) a los equipos denominados transformadores y autotransformadores, para así crear las tendencias de los equipos desde su puesta en servicio hasta la última prueba más actualizada del equipo, con la finalidad de lograr obtener información extra de las condiciones de vida del equipo y de su confiabilidad.

Adicionalmente a la creación de estas gráficas para determinar las tendencias históricas de los equipos, se crea el análisis de las tablas y graficas creadas, para dar un veredicto y así saber que equipos tienen algún tipo de problema y poder corregirlos.

Recomendaciones

Durante la estadía en la empresa comisión federal de electricidad en la zona de transmisión Villahermosa, donde cabe resaltar que es una empresa con un alto estándar de profesionalismo, el aporte puede ser minúsculo.

Sin embargo una de las recomendaciones más importantes, sería la disponibilidad para que las pruebas se hicieran en periodos de tiempo más cortos, como podría ser la implementación de un reglamento como tal, en el cual se especifique que cada cierto tiempo los equipos se tengan que hacer las pruebas, también integrar un sistema más riguroso y global donde todo el personal al efectuar las pruebas tenga el mismo tipo de evaluación al momento de pasar las pruebas y los resultados obtenidos, ya que por la información que se obtuvo, algunos equipos no tienen pruebas con lapsos de tiempos estipulados, esto puede llegar a causar que con el tiempo si el equipo llegue a fallar la empresa no tenga pruebas de ella y causar problemas, también que se supervisé a el personal de campo, que al momento de que estos hagan las pruebas, estos hagan las anotaciones correspondientes y que los datos obtenidos sean anexados.

También para contribuir con el medio ambiente como una propuesta se podría crear la implementación de los equipos electrónicos, con la finalidad de que el trabajo pueda ser de mayor calidad, se podría dar la implementación del uso de las tecnologías, para que los trabajadores suban esta información a través de un software donde se tenga la base de datos y esta pueda ser clasificada por sus características y esta pueda ser requerida cuando se necesite, esto ayudaría a que la empresa tenga el menor uso de hojas que llevan las anotaciones físicas y con esto la posible conservación del medio ambiente posibles para contribución del medio ambiente como se dijo anteriormente.

Experiencia Personal Profesional Adquirida

Con el proyecto hecho durante el tiempo de mi residencia profesional, pude obtener gratas experiencias, donde como estudiante podemos notar que la diferencia entre la experiencia de estudiante a la experiencia laboral es muy diferente, gracias al trabajo hecho en la empresa Comisión Federal de Electricidad en la zona de Transmisión Villahermosa, pude obtener muchos beneficios, como principal es el trabajo en equipo, ya que en CFE, es primordial ya que la mayoría de las veces la individualidad es buena, la mayoría de las veces siempre se necesita trabajar en conjunto para poder terminar algunos trabajos, también aunque es parte primordial pude reforzar mis valores tanto personales como laborales.

Por último que es lo más importante para mi persona, es la experiencia laboral que obtuve con las cuadrillas de subestaciones, ya que pude obtener mucha información muy importante de los diferentes equipos y también a aprender los procedimientos para que las diferentes actividades que se hacen salgan de la manera más limpia y perfecta posible, como anexo a la experiencia en campo, se reforzó con la experiencia obtenida en oficina ya que es una parte importante donde aprendes las labores oficiales que hacen los jefes de los departamentos como pueden ser la elaboración de documentos oficiales y en diferentes experiencias externas de trabajo y también el cómo tratar las personas.

Competencias desarrolladas

- Trabajo en equipo
- Uso de Softwares digitales
- Estudio de mercado
- Análisis del estado de transformadores y Autotransformadores
- Resolución de problemas
- Conocimiento de herramientas básicas y de especialidad

Fuentes de Información

1. Comisión Federal de Electricidad (2007), Operación y Mantenimiento de Subestaciones e Potencia
2. Gilberto Enríquez Harper (1989). EL ABC DE LAS MAQUINAS ELECTRICAS I. TRANSFORMADORES, México, Editorial Limusa S.A. de C.V.
3. Oscar Hinojosa Wences (2015). PRUEBAS A TRANSFORMADORES ELECTRICOS, México D.F.
4. José Gustavo Agila Paladines (2018).DISEÑO Y CONTRUCCION DE AUTOTRANSFORMADOR TRIFASICO DE TRES DEVANADOS PARA LA ELABORACION DE SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA, Ecuador, Quito.
5. Gilberto Enríquez Harper, Elementos de diseño de Subestaciones Eléctricas, México, Noriega editores.
6. Miguel Angel Rodríguez Pozueta, Autotransformadores
7. Comisión Federal de Electricidad (2014), Procedimientos de Subestaciones

