

Management Model to Optimize the Drying Process of 60 Kv Voltage Transformers

Herbert Grados-Espinoza, Master of Engineering¹, Pedro Sanchez-Huapaya, Master of Engineering¹, Gabriel Tirado-Mendoza, Master of Engineering¹, Jesus Vilchez-Sandoval, Master of Engineering¹, Carlos Canales, Master Student of Engineering¹, Dennis Huaman, Master Student of Engineering, Francisco Añazgo-Barrantes, Electric Engineering

¹Universidad Nacional del Callao, Peru, hjgradose@unac.edu.pe, pasanchezh@unac.edu.pe, gatiradom@unac.edu.pe, javilchezs@unac.edu.pe, cacanalese@unac.edu.pe, dhuamany@unac.edu.pe, fjañazgob@unac.edu.pe

Abstract— This research aims to develop a management model for the maintenance of 60Kv voltage transformers considering as phases the good practices of the PMBOK regarding costs and times. The problem observed in this type of process occurs in the drying of the transformer, since it is one of the activities that consumes the most time during maintenance. For this, a management model was developed that optimizes the transformer drying process; which allows maintenance to be carried out within the factory facilities; which was achieved with new procedures to eliminate the humidity contained in the insulating parts of the transformer based on the optimization of the physical-chemical process of the transformer oil, obtaining as a result a reduction of the total maintenance time of 13 days, guaranteeing the optimal operation of the transformer and the reduction of operating costs.

Keywords: Management model, drying process, maintenance, vacuum drying, transformer

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.514>
ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Modelo de Gestión para Optimizar el Proceso de Secado de Transformadores de Tensión de 60 Kv

Herbert Grados-Espinoza, Master of Engineering¹, Pedro Sanchez-Huapaya, Master of Engineering¹, Gabriel Tirado-Mendoza, Master of Engineering¹, Jesus Vilchez-Sandoval, Master of Engineering¹, Carlos Canales, Master Student of Engineering¹, Dennis Huaman, Master Student of Engineering, Francisco Añazgo-Barrantes,

Electric Engineering

¹Universidad Nacional del Callao, Peru, hgradoe@unac.edu.pe, pasanchezh@unac.edu.pe, gatradorom@unac.edu.pe, javilchezs@unac.edu.pe, cacanalese@unac.edu.pe, dhuamany@unac.edu.pe, fjañazgob@unac.edu.pe

Resumen— Esta investigación tiene como objetivo desarrollar una modelo de gestión para el mantenimiento de transformadores de tensión de 60Kv considerando como fases las buenas prácticas del PMBOK respecto a los costos y tiempos. La problemática observada en este tipo de procesos, se presenta en el secado del transformador, por cuanto es una de las actividades que consume más tiempo durante el mantenimiento. Para ello, se desarrolló un modelo de gestión que optimiza el proceso de secado de transformadores; lo cual permite realizar el mantenimiento dentro de las instalaciones de la fábrica; lo cual se alcanzó con nuevos procedimientos para eliminar la humedad contenida en las partes aislantes del transformador en base a la optimización del proceso físico-químico del aceite del transformador, obteniendo como resultado una reducción del tiempo total de mantenimiento de 13 días, garantizando el óptimo funcionamiento del transformador y la reducción de los costos de operación.

Palabras clave: Modelo de gestión, proceso de secado, mantenimiento, secado al vacío, transformador

I. INTRODUCCIÓN

Los transformadores de alto y ultra-alto voltaje en el mundo a menudo asumen el papel de transformadores principales o de compensación para regular el voltaje. Las compañías eléctricas, los fabricantes e incluso las aseguradoras de estos transformadores están cada vez más preocupados por alargar su vida útil, que puede oscilar entre un mínimo de 20 a 35 años y un máximo de aproximadamente 60 años dependiendo de las condiciones de trabajo y mantenimiento adecuado. Por esta razón, es importante investigar formas y procesos eficientes para llevar a cabo su mantenimiento. Estos transformadores son difíciles de transportar debido a su peso, que suele ser de varias toneladas [1]. Debido a esto, para facilitar el transporte de este tipo de transformadores, se suele realizar el desmontaje, sin embargo, este proceso suele demorar semanas y puede variar entre 30 y 50 días. Además, el proceso de desmontaje hace que los componentes del aislamiento se humedezcan, por lo que es necesario iniciar el proceso de secado para proteger el equipo y garantizar su correcto funcionamiento.

La esperanza de vida o la duración del transformador de potencia depende de factores, como las condiciones de trabajo pasadas, presentes y futuras; eventos, características de diseño, calidad de los componentes y calidad del aislamiento [3]. También se debe considerar que en caso de una falla fortuita puede ser necesario aplicar un mantenimiento correctivo o incluso reparar o reemplazar el transformador, por supuesto esta alternativa es terriblemente costosa por lo que el diagnóstico debe ser preciso y oportuno, además de contar con

un sistema de monitoreo en tiempo real para aplicar algoritmos predictivos que permitan anticipar fallas [4] [5].

La norma ASTM D-1816 especifica que el contenido de humedad en el aceite del transformador debe ser igual o inferior a 30 ppm. Asimismo, cuando estos valores superan las 40 ppm, es posible interpretar que la parte activa del transformador tiene un alto contenido de humedad que crea un riesgo para el normal funcionamiento del transformador, llegando incluso a fallar y quedar fuera de servicio [6] [7].

Según el Instituto de Mantenimiento de Transformadores, cada transformador inicia su vida operativa con cierta cantidad de humedad en el aislamiento sólido que se origina en el proceso de fabricación. En condiciones húmedas de fábrica, el aislamiento sólido expuesto a una atmósfera puede absorber entre un 8% y un 9% de humedad por peso seco (% M/C) [8].

En Perú, para que los transformadores de potencia operen con normalidad, la forma tradicional de realizar el mantenimiento preventivo o correctivo de estos transformadores es realizar el proceso de secado en un taller de reparación. Este proceso generalmente tiene una duración aproximada de 28 días desde el desmontaje del transformador, hasta su instalación y puesta en marcha en las instalaciones del cliente.

El proceso de secado más común hoy en día suele ser el secado al vacío [2], el cual de forma general se desarrolla considerando 16 etapas con sus respectivas tareas por cada etapa; tal como se presenta en la Fig.1 tal como se muestra a continuación:



Fig. 1 Etapas del secado de un transformador en taller

Por tal motivo, esta investigación propone realizar un modelo de gestión eficiente para el servicio de secado de transformadores de potencia con niveles de tensión igual o

superior a 60 Kv. Lo que permite reducir el tiempo máximo de días realizando el mantenimiento in situ, lo que permitirá reducir los costes derivados del transporte y el tiempo de traslado de vuelta a fábrica para realizar el secado correspondiente. Los transformadores de alta potencia y en general los diferentes transformadores que funcionan brindando energía a las empresas o a la población no permiten largos periodos de tiempo para su mantenimiento. Provocando en algunos casos problemas logísticos y de costes. Especialmente en Perú las limitadas condiciones de transporte por carretera, debido a la ubicación del transformador en zonas remotas del interior del país; directamente afectado el tiempo y el costo del proceso de mantenimiento.

En este sentido, en la búsqueda de dar solución a esta situación de mantenimiento de transformadores de potencia, es necesario evaluar diversas técnicas dentro de las cuales podemos considerar el secado in situ. Siendo necesario establecer un adecuado modelo de gestión y métodos de secado efectivos. [9] Considerando métodos de gestión validados y de esquema abierto, como el PMBOK, que considera tres factores críticos para el éxito de los proyectos como son: Alcance, cronograma y costos. Además, orienta el establecimiento de fases y ciclo de vida del proyecto. Los cuales deberán adoptarse en el desarrollo de las fases y sus correspondientes.

En base a todo lo anterior, surge la interrogante: ¿Cómo un modelo de gestión eficiente optimiza el proceso de secado de los transformadores de potencia de 60 kV? En el apartado de metodología se presenta un modelo de gestión compuesto por 3 fases principales, este modelo se basa en el análisis comparativo de costes y tiempos contrastando el proceso de secado de la parte activa del transformador en un taller externo versus el proceso de secado de la parte activa del transformador. el transformador in situ. En la sección de resultados preliminares se presentan las aproximaciones y estimaciones realizadas a partir de la aplicación del modelo a un transformador de 60 Kv instalado en una empresa en el Perú.

El uso adecuado de una metodología de gestión de proyectos para organizar minuciosamente los servicios de mantenimiento eléctrico que se brindan a las empresas permite el aprovechamiento de los recursos para obtener mejores resultados en el desarrollo del mantenimiento. [10] Esta investigación tiene como objetivo establecer un modelo a adoptar en el proceso de mantenimiento de transformadores utilizando la técnica de eliminación de vacío in situ. Tomando elementos propuestos por el PMI en la Guía del PMBOK®, [11] definiendo los procesos y procedimientos necesarios para un adecuado servicio; para mejorar el cumplimiento de las expectativas del cliente y los objetivos propuestos por la empresa ejecutora. [12]

Para el secado de campo del transformador común, el tradicional y los métodos de secado comúnmente utilizados incluyen secuencia cero, método actual, método de calentamiento por inducción, devanado cargado, método de secado, método de circulación de aire caliente, circulación de aceite caliente método, método de bombeo al vacío, etc. estos métodos a menudo tienen los problemas de largo tiempo de secado y baja eficiencia en solicitud.

Usando estos métodos tradicionales para secar UHV. El transformador en el sitio tiene un gran riesgo de calidad. En la

actualidad, aceite caliente tecnología de secado al vacío por aspersión y calentamiento de baja frecuencia (LFH) + tecnología de pulverización de aceite caliente son relativamente eficientes y corriente principal de la tecnología de secado en el sitio de gran escala transformador. Además, el secado en fase de vapor móvil la tecnología del transformador se ha aplicado en la práctica [4].

A. Secado al vacío con método de rociado de aceite caliente

Cuando el aislamiento del transformador está profundamente amortiguado y el método de secado convencional no puede lograr resultados satisfactorios, se puede utilizar el método de pulverización de aceite caliente. El principio del aceite caliente. Spray es similar a la circulación de aceite caliente, pero la diferencia es que la temperatura del aceite es superior a 105 °C, el núcleo de hierro, bobina y otro aislamiento sólido se calientan por la temperatura del aceite para expulsar la humedad del aislamiento sólido, y luego esta misma se elimina mediante bombeo al vacío. El principio del calor del punto de rocío de aceites se muestra en la Fig. 2.

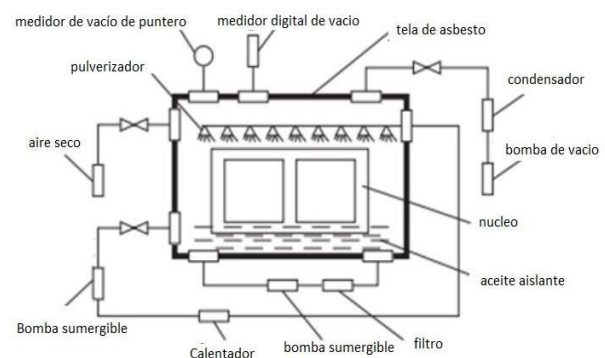


Fig.2 Esquema del punto de rocío de aceite caliente

El método de secado por aspersión de aceite caliente consiste en rociar el transformador caliente aceite desde la parte superior del transformador al sistema combinado (cuerpo) del núcleo y la bobina del transformador. El calor se difunde desde el flujo de aceite inyectado a todo el cuerpo del transformador. Al mismo tiempo, se aspira el tanque de aceite.

Bajo la acción combinada de alto vacío y alta temperatura, la humedad dentro del el aislamiento se evapora para formar vapor de agua y se difunde, lo que se bombea fuera del tanque de aceite. En un nivel alto relativamente estable de temperatura, el agua en las partes aislantes del cuerpo del transformador se descarga por vacío continuo de bombeo. La desventaja de usar este método de secado in situ es que el período de procesamiento es largo.

B. Calentamiento de baja frecuencia (LFH) y método de rociado de aceite caliente

El principio básico de la tecnología es el mismo que el tradicional de rocío de aceite caliente. Siendo la única diferencia que cuando use rociado de aceite caliente, se aplique el cortocircuito de voltaje bajo y aplique voltaje de baja frecuencia a la bobina de alto voltaje para calentar la temperatura. La fuente de alimentación de frecuencia, solo aumenta la potencia activa de la fuente de alimentación, logrando un mejor efecto de calentamiento.

Durante el proceso de secado, se conecta el cuerpo principal del transformador con bomba de vacío, filtro de aceite, calefacción de baja frecuencia y el equipo, convertidor de cortocircuito de bajo voltaje y se debe encender el lado de alta tensión del transformador a baja frecuencia y los equipos de calefacción y conversión, como se muestra en la Fig. 3.

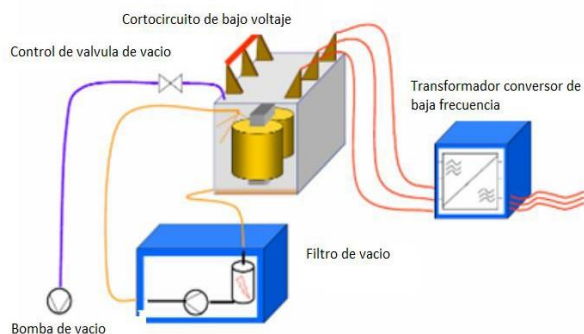


Fig 3. Diagrama esquemático de LFH y método de secado por aspersión de aceite caliente

II. METODOLOGÍA

La metodología desarrollada en esta investigación se divide en 3 fases, como se muestra a continuación en la Fig.4.

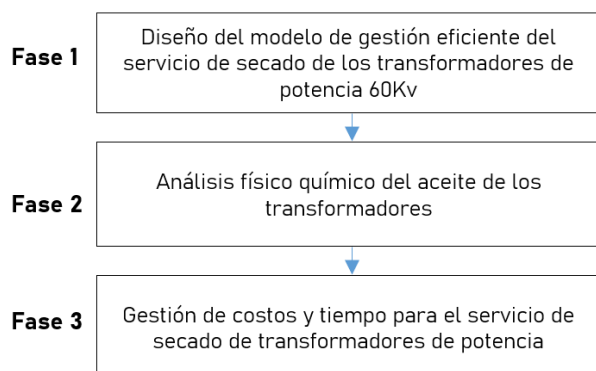


Fig. 4. Etapas de la metodología

Es importante señalar que cada una de las fases entrega al final, resultados que permiten a los clientes; tomar la decisión de continuar con la siguiente fase.

A. Diseño del modelo de gestión eficiente del servicio de secado de transformadores de potencia de 60 Kv

En esta investigación se considera como un instrumento de orientación sobre el modelo de gestión, la guía del PMBOK, sobre procesos y planes de gestión de tiempo y costos, como se muestra en la Fig. 5 y Fig.6.

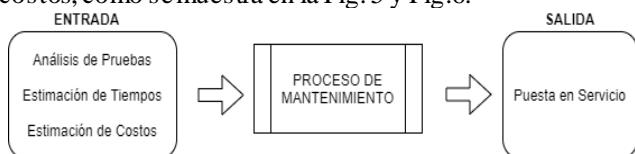


Fig. 5. Modelo general de gestión

Como se puede observar en la Fig. 5, el modelo general de gestión se estableció indicando los elementos de entrada, detalles sobre el proceso de mantenimiento y la salida.

En cuanto al modelo de forma detallada del proceso, se ha desarrollado un diagrama de cada una de las etapas

involucradas que permite optimizar la ejecución, como se muestra en la Fig. 6.

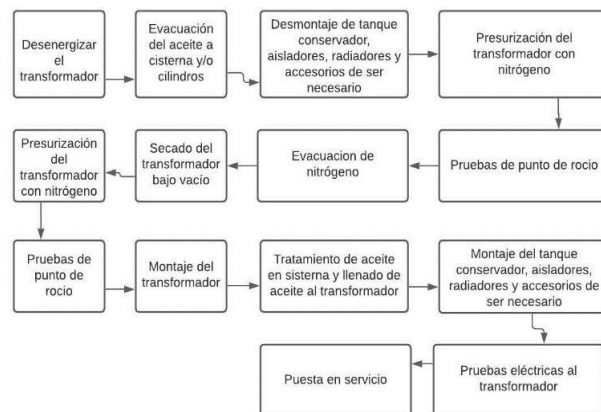


Fig. 6. Modelo de gestión para optimizar el proceso de secado de transformadores de tensión de 60 Kv.

Durante la aplicación de las etapas se tomaron las siguientes consideraciones:

- Para el secado al vacío in situ de la parte activa del transformador por contenido de humedad en su aislamiento, se extrajo la energía, y se desmanteló el transformador de su celda, se evacuó el aceite a cilindros con bomba de aceite, los bushings, tanque conservador, radiadores y accesorios. Luego se retiró la parte activa, se limpió, se ajustaron las conexiones y se ingresó al horno para su correspondiente secado.
- El aceite del transformador también fue tratado bajo termovacío en un tanque por dos ciclos completos, el transformador fue secado por 6 horas, luego de lo cual el aceite tratado fue llenado del tanque al transformador con los mismos procedimientos descritos anteriormente.
- Luego se realizó el análisis físico químico eléctrico del aceite del transformador con las pruebas de punto de rocío.
- Además de las pruebas eléctricas, también se consideraron los factores de gestión del tiempo del proyecto, que incluye las actividades, la secuencia de actividades, los entregables; Esto permitió documentar el proceso, estimar los recursos de las actividades, estimar la duración de las actividades y desarrollar el cronograma y los costos asociados a las actividades.
- Recopilación de datos del análisis físico químico del aceite del transformador.
- Los ensayos se realizan con la finalidad de evaluar el estado de las propiedades de los aceites dieléctricos de origen mineral, están encaminados a determinar tres características básicas en dichos aceites:
- Su composición (ensayos de composición), pureza (pruebas de pureza) y estabilidad (pruebas de estabilidad).

La composición de un aceite dieléctrico una vez formulado y fabricado correctamente, no varía significativamente mientras está en servicio.

La estabilidad depende principalmente de su composición. Esto significa que las pruebas de composición y estabilidad no son muy necesarias cuando se trata de controlar la calidad de un aceite dieléctrico en servicio, considerando que se realizan estrictamente para aceites nuevos.

B. Análisis físico químico del aceite de los transformadores

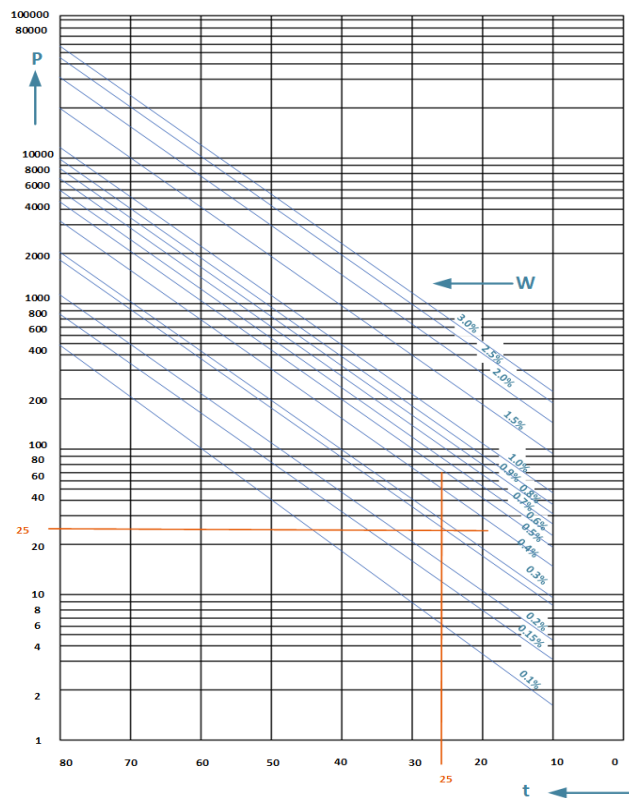


Fig. 7. Respuesta inicial de la prueba de punto de rocío.

Como se puede apreciar en la Figura 7, para la ejecución de las pruebas iniciales de punto de rocío se toman las siguientes consideraciones:

- El punto de rocío del nitrógeno en el transformador fue de -25°C , siendo su temperatura de aislamiento del transformador de $+20^{\circ}\text{C}$ a una presión de 1.1 bar.
- Del gráfico para un punto de rocío de -25°C corresponde una presión de vapor saturado 430 mtorr. Se obtiene un valor de 1.7% de cantidad de agua contenida en los materiales aislantes, siendo lo máximo recomendable de 0.5%.

En la Tabla 1 que se presenta a continuación, se obtienen los resultados de las pruebas realizadas para determinar la calidad de los aceites dieléctricos, como punto de anilina, punto de fluidez, color, punto de inflamación, gravedad específica, viscosidad y azufre corrosivo.

TABLA 1. ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO INICIAL DE LA MUESTRA INICIAL DE ACEITE

Pruebas	Índice de Acidez	Tensión Interfacial	Contenido de Agua	Rigidez Dieléctrica	Color
Unidades	mg KOH/gaceite	Dy / cm	ppm	kV/2 mm	-
Norma	ASTMD-974	ASTMD-971	ASTMD-1533	ASTMD-1816	AST MD-1500
Fecha de Extracción	0.01	40	40	38	1.0
06/10/2020	AC	AC	IN	CU	AC
Valores Límites	≤ 0.05	≥ 32	≤ 30	≥ 40	< 3.5

Por esta razón, los aceites dieléctricos, entregados en equipos nuevos o tomados de equipos en servicio, pueden ser sometidos a un gran número de pruebas; sin embargo, las pruebas de contenido de humedad, tensión interfacial, número de neutralización, rigidez dieléctrica, factor de potencia, color-apariencia, y análisis de gases; se consideran suficientes para determinar si el estado del aceite es adecuado o no para continuar en servicio o para proponer una acción correctiva.

Respecto al procedimiento para el secado del transformador in Situ se debe tener en cuenta las siguientes acciones:

- Se requiere de una adecuada circulación de aire para su refrigeración. Es por ello que se debe verificar al momento de la instalación del equipo que se cuente con ventilación y espacio suficiente para evitar el sobrecalentamiento.
- Se deben almacenar en un ambiente limpio y seguro, libre de daños o golpes.
- Si el transformador se encuentra montado en altura, lo aconsejable es asegurar la estructura de montaje de acuerdo al peso del equipo. También se debe Verificar y asegurar la desenergización de las líneas eléctricas al momento del montaje a fin de evitar accidentes.
- La manipulación de transformadores, montaje y conexonado se por personal capacitado y con experiencia en el tema.
- Se debe nivelar correctamente el transformador para evitar errores en su funcionamiento.

C. Gestión de costos y tiempo para el servicio de secado de transformadores de potencia

Para la gestión de costos del servicio se considera las necesidades de los interesados, por cuanto dependerá de cada interesado el medir los costes de diferentes formas y en momentos distintos. Para ello, siguiendo el PMBOK; se establece una secuencia que desarrollada incluirá las políticas, procedimientos y documentación necesaria para planificar, dirigir, ejecutar y controlar los costos. Tal como se muestra en la Fig. 8.

Para la estimación de costos se realiza la aproximación de los recursos financieros necesarios para completar las actividades del proyecto. Asimismo, para el desarrollo de presupuesto se suman los costos estimados de actividades

individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costo autorizada. Finalmente se controlan los costos y monitorea la situación del proyecto para actualizar el presupuesto del mismo y gestionar cambios a la línea base de costo de ser necesario.

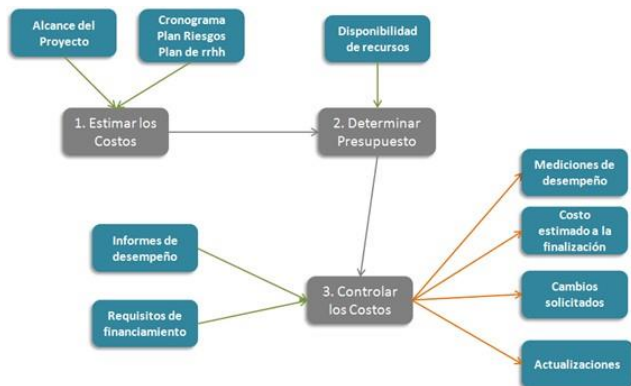


Fig. 8. Flujo para la gestión de costos

Por otro lado, en cuanto a los costos, se determinó el valor del proyecto y cómo se debe realizar el desembolso. Asimismo, se debe establecer el flujo de caja del proyecto y la programación y modalidad de pagos, lo cual es particularmente importante para la disponibilidad de recursos durante la duración del proyecto, como se puede apreciar en la Tabla 2.

Para ello, se estima los conceptos requeridos para el secado del transformador de 60KV, siendo importante señalar que pueden existir variaciones dependiendo algunos cambios en parámetros de peso y corriente asociados al transformador que se desee atender.

TABLA 2. TABLA DE COSTOS DE SECADO DE TRANSFORMADORES EN TALLER

ITEM	CONCEPTO	CANTIDAD	COSTO	SUBTOTAL
1	TRANSPORTE DE EQUIPOS	2	270,00	540,00
2	TRANSPORTE DE CISTERNA	2	2000,00	4000,00
3	TRANSPORTE DE MAQUINA DE TRATAMIENTO	2	1600,00	3200,00
4	ALQUILER DE CAMIONETA EN OBRA	15	200,00	3000,00
5	NITROGENO	40	38,00	1520,00
6	SERVICIO DE SECADO	1	23,800	23,800
COSTO TOTAL EN SOLES (NO INCLUYE IGV)			36060,00	

Por otro lado, respecto a la estimación de tiempo para el servicio de secado de transformador, se consideraron plazos de ejecución a partir del contrato para poder realizar la proyección de las obras dentro de los plazos, lo cual se establece en el contrato que indica las tareas de coordinación para el establecimiento del acto de constitución del servicio; como el tiempo máximo establecido y acordado con el cliente.

Luego los tiempos para cada actividad en el plan del proyecto; con el fin de contar con documentos formales que indiquen el inicio del servicio. Además, el contrato debe precisar la fecha exacta de inicio que permite organizar todo el

personal involucrado en el mantenimiento del transformador, como se muestra en la Fig. 9.

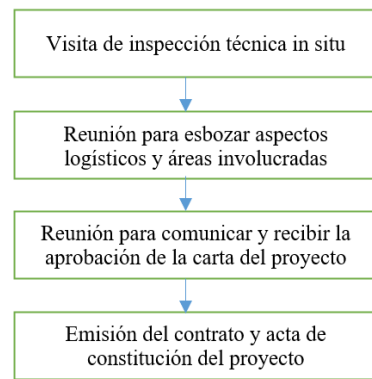


Fig. 9. Estimación de tiempos y costos

En la aplicación del proceso de gestión del tiempo se deduce el cronograma de actividades y los tiempos propuestos para el control de las actividades tal como se presenta a continuación, en la Fig. 10.

Nombre de la tarea	Días
Inicio	
Transporte	2
Transporte de equipos	1
Transporte de personal	1
Desmontaje de transformador	13
Maniobras de desenergización del transformador	1
Desconexión de AT y BT	1
Evacuación del aceite a cisterna	1
Llenado y presurización de nitrógeno*	1
Pruebas iniciales de punto de rocío	1
Ejecución de vacío	2
Llenado y presurización de nitrógeno	1
Pruebas finales de punto de rocío	1
Tratamiento del aceite en cisterna*	4
Ejecución de vacío y llenado del aceite	1
Tratamiento del aceite en transformador	1
Análisis físico químico del aceite del transformador	1
Pruebas eléctricas al transformador	1
Conexión de AT y BT	1
Puesta en servicio	1
Fin	

(*) Inician en paralelo

Fig. 10. Tiempo del proceso de secado al vacío.

III. RESULTADOS

Como resultado de la ejecución de las pruebas de punto de rocío final, se realizaron las pruebas respectivas tal como se muestra en la Tabla 3.

TABLA N° 3 ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO ELÉCTRICO FINAL DEL ACEITE

Pruebas	Índice de Acidez	Tensión Interfacial	Contenido de Agua	Rigidez Dieléctrica	Color
Unidades	mg KOH/g aceite	Dy / cm	Ppm	kV / 2 mm	-
Norma	ASTMD-974	ASTMD-971	ASTMD-1533	ASTMD-1816	ASTM D-1500
Fecha de Extracción					
25/10/2016	0.01	42	8	60	1.0
	AC	AC	AC	AC	AC
Valores Límites	≤	≥	≤	≥	<3.5
	0.05	32	30	40	

Dentro de las consideraciones para esta prueba podemos precisar lo siguiente:

- El punto de rocío del nitrógeno en el transformador fue de -25°C , siendo su temperatura de aislamiento del transformador de $+20^{\circ}\text{C}$ a una presión de 1.1 bar.
- De la Tabla 3 para un punto de rocío de -25°C corresponde una presión de vapor saturado 430 mtorr. Se obtiene un valor de 1.7% de cantidad de agua contenida en los materiales aislantes, siendo lo máximo recomendable de 0.5%.

Respecto a la gestión de costos y tiempos se obtiene reducción de costos de 51.86% y respecto a tiempos se requiere tan solo 18 días para el secado del transformador en vacío.

CONCLUSIONES

El modelo de gestión es eficiente para optimizar el secado del transformador in situ. Lo cual demuestra que los procedimientos, pasos y equipos; permiten obtener resultados satisfactorios de eliminación de la humedad contenida en las partes aislantes del transformador; garantizando el óptimo funcionamiento del transformador. Asimismo, nos permite planificar y reducir el tiempo y costo de trasladar el transformador a un taller de reparación especializado.

Con base en las pruebas de pureza realizadas, estas tienen mayor peso para determinar el comportamiento o desempeño de los aceites dieléctricos en servicio; por lo tanto, son estas pruebas las que se incluyen con mayor frecuencia en los programas de control, como consideraciones en el proceso de mantenimiento del transformador.

Como se puede observar, el costo del secado del transformador in situ es de S/. 36,060.00 soles frente a un costo promedio S/. 69,520.00 que costaría sacar el transformador del taller.

En cuanto al tiempo de ejecución del servicio de secado de transformadores in situ, es de 18 días naturales frente a los 28 días del modelo tradicional de transferencia de transformadores.

El equipamiento para realizar el secado del transformador in situ no debe ser inferior a la capacidad de lo presentado en esta investigación, debido que se presenta el riesgo de no tener los resultados óptimos.

REFERENCIAS

- [1] MENG Qingqiang, HAN Xiancai, WANG Ninghua and LIU Hongtao, "Study on Completely Disassembly Type of Large Capacity UHV AC Power Transformers," Proceedings of the CSEE, vol. 37 Supplement, pp. 230–236, Sep. 2017.
- [2] R. Rangel, G. Marroquín, S. Martínez, "Medición de Humedad Residual en Transformadores de Potencia usando el Medidor de Flijo Máscico", Proceedings of the INEEL, TRO-02, PON 38, Jul. 2015.
- [3] W. Flores, E. Mombello, G. Ratta, J. Jardini, "Vida de Transformadores de Potencia Sumergidos en Aceite: Situación actual. Parte I. Correlación entre la vida y la temperatura", IEEE Latin America Transactions, vol. 5, no. 1, march 2007.
- [4] Guo, H., Chen, J., Cai, S., Yin, J., Shao, M., & Zhao, Z. (2020). On-site drying technology of disassembly-transported UHV AC transformer. Paper presented at the 7th IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application, ICHVE 2020 - Proceedings, doi:10.1109/ICHVE49031.2020.9280035 Retrieved from www.scopus.com
- [5] SHEN Hengyi, GE Yuan and HAN Shuyin, "Research on Site Drying Method of Large Capacity Power Transformer," High Voltage Apparatus, vol. 53, pp. 171–175, Sep. 2017.
- [6] [3] GUO Huihao, SHAO Mingfeng, YIN Jing, "Research on Key Technology of Disassembly-transported UHV AC Transformer for Engineering Application," unpublished.
- [7] J. Zorrilla, A. Céspedes, D. García, "Techniques for power transformers diagnosis: A critical review", Revista Chilena de ingeniería, Vol. 28, no. 2, pp. 184-203, 2020
- [8] W. Quitiaquez, «Análisis Comparativo entre el Aceite Mineral y el Aceite Vegetal Utilizados como Dieléctricos y Refrigerantes para Transformadores de Potencia», revista técnica energía, vol. 16, n.º 1, pp. 79-87 pp., jul. 2019.
- [9] A. Ceron, D. Echeverry, G. Aponte y A. Romero. "Health Index for Power Transformers Immersed in Mineral Oil with Voltages between 69kV and 230kV Using Fuzzy Logic" Scielo - Información tecnológica, vol. 26, no. 2, 2015.
- [10] H. Guo, J. Chen, S. Cai, J. Yin, M. Shao and Z. Zhao, "On-site Drying Technology of Disassembly-transported UHV AC Transformer," 2020 IEEE International Conference on High Voltage Engineering and Application (ICHVE), 2020, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICHVE49031.2020.9280035.
- [11] M. Freitas, "Comparative analysis of project management methodologies PMBOK and agile – a case study with companies of the Brazilian Energetic Sector", Gestão Inovação e Tecnologías Journal, vol. 9, n.º 9, 2019.
- [12] B. Segura., "MAPSE Modelo de Administración de Proyectos en una Empresa del Sector Eléctrico", Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/maest_ingenieria/28, 2019
- [13] L. Tumbajoy, "Project Management of Production Line Automation: A Comparative Analysis of Project Management in Brazil and Colombia, Latin American Business Review", 19:3-4, 297-321, 2018 DOI: 10.1080/10978526.2018.1547111