

## Detección de puntos calientes para la predicción de averías en las zonas de estudio I y II de la CNEL – EP, UNIDAD DE NEGOCIOS MANABI

I. Navarrete<sup>1</sup>, S. Cano<sup>2</sup>, N. Balderramo<sup>3</sup> and G. Pico<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Eléctrica, UTM, Portoviejo, Ecuador, inavarrete@utm.edu.ec

<sup>2</sup> CENPIS, UO, Santiago de Cuba, Cuba, scano@uo.edu.cu

<sup>3</sup> Departamento de Eléctrica, UTM, Portoviejo, Ecuador, nbalderramo@utm.edu.ec

<sup>4</sup> Departamento de Eléctrica, UTM, Portoviejo, Ecuador, gpico@utm.edu.ec

**Abstract—** This paper deals with the detection of PC that is presented in the lines of M / T nearshore for which the study is conducted in San Clemente and Crucita to 13.8 Kv feeders, which is determined as area I study, this study describes how to detect the existence of PC in the different elements of the structures forming the said power lines (zona study I). And in this other area are in populated areas and abundant pollution for which the study is conducted in the feeders 3 (Portoviejo Centro) and 4 (Shopping - Cdla Los Tamarindos) to 13.8 KV, which is determined as an area of study II. This study describes how to detect the existence of P.C in the different elements of the structures forming the said power lines.

Once the current state of the lines is described, it proceeds to determine the possible presence of P.C in each of the elements of the structures. In addition, statistical analysis will determine the items that need maintenance either preventive, predictive or corrective measures in order to implement measures that help to maintain proper lines M / T, and to provide better quality of electric service, and not have to regret lost electric power by joule effects shots in lines due to PC.

**Index Terms—** maintenance, preventive measures, predictive measures, corrective measures, power lines.

### I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la CNEL-EP, Unidad de Negocios Manabí, solo toma muestras termográficas en las subestaciones con la finalidad de corregir anomalías térmicas, dejando a un lado la importancia del estudio termográfico en las líneas de subtransmisión y distribución, ya que la presencia de factores naturales tales como la salinidad y humedad, además de factores técnicos que afectan directa e indirectamente a las líneas y equipos conectados a ellas, causan grandes daños y colapsos en los sistemas eléctricos.

Conociendo que las subestaciones, redes de distribución y líneas de subtransmisión son de alto costo económico, la continuidad del servicio depende del DOM (Departamento de Operación y Mantenimiento); por esta razón es importante dar mayor énfasis a estos sistemas con acciones predictivas en base a un barrido mediante la inspección visual, con el fin de reducir los costos de mantenimiento, y mejorar la disponibilidad de los equipos de la subestación eléctrica y sus alimentadores,

minimizando el riesgo de accidentes e interrupciones inesperadas.

Para ello es conveniente la elaboración de un plan de mantenimiento predictivo mediante la técnica tradicional, que servirá como herramienta útil para detectar fallas y el medio que los produce en los componentes eléctricos que conforman dos zonas de trabajo perfectamente definidas: **zona I** la subestación Crucita, el alimentador Rocafuerte-Crucita (69 Kv) y los alimentadores de distribución de media tensión (13,8 Kv) que salen de la subestación Crucita, y la **zona II** : alimentadores 3 (Portoviejo – Centro) y 4 (Shopping – Cdla. Los Tamarindos) de media tensión (13.8 Kv), que salen de la subestación Portoviejo # 1, con el fin de corregir y minimizar las anomalías térmicas que se presenten, por lo cual la medición de la temperatura es uno de los principales parámetros para el análisis y diagnóstico, entre las alternativas para la medición de la temperatura sin el contacto es la inspección visual, que se ha convertido en un instrumento de diagnósticos y detección esencial en la solución de problemas relacionados con el mantenimiento predictivo.

Por lo tanto, el presente trabajo servirá de guía técnica practica para el monitoreo mediante la inspección visual, constituyendo un sistema de mantenimiento predictivo moderno que permitirá evitar interrupciones imprevistas del sistema del sistema que son perjudiciales para la empresa y como para los usuarios.

En este sentido el objetivo que planteado es realizar el levantamiento y detección de puntos calientes para la predicción de averías y el mantenimiento predictivo mediante la técnica tradicional para evaluar el correcto funcionamiento de la zona de estudio I y II de la CNEL-EP UNIDAD DE NEGOCIO MANABI.

Cuando la corriente eléctrica pasa a través de un componente netamente resistivo genera calor, y a mayor resistencia produce un aumento de temperatura. Con el tiempo las resistencias de todas las conexiones eléctricas aumentan debido a muchos factores, por ejemplo, malas conexiones en los equipos eléctricos, condiciones ambientales, descargas eléctricas, mala operación de los equipos eléctricos por los operarios, todo provoca incremento de la temperatura, a este incremento de la temperatura en todo un sistema eléctrico se le denomina punto caliente [1].

Uno de los problemas más comunes que se presentan en las instalaciones eléctricas (Centrales Generadoras, Subestaciones, Líneas de Transmisión y Subtransmisión, Redes de

Distribución), así como en los diversos equipos en donde existe punto de conexión o de contacto en las partes que las integran, en la cual se los denominan “PUNTOS CALIENTES”, (a partir de ahora nos referiremos como P.C.), en donde estos pueden llegar a ocasionar el daño mínimo o total en equipos e instalaciones eléctricas, y por ende la pérdida de la continuidad del servicio eléctrico.

Por tal razón es de suma importancia asignar recursos y orientar esfuerzos para la detección, medición y corrección oportuna de estos P.C., las repercusiones ocasionadas por los falsos contactos son; desgastes de las propiedades físicas y química en los materiales acarreado como consecuencia la fatiga del material, provocados por las sobre corrientes y sobre tensiones, o bien por factores externos a la instalación.

La programación de las acciones de detección de puntos calientes, debe estar en base a las estadísticas de comportamiento de cada instalación, disturbios en el sistema y falla relevantes, evitando caer en una práctica errónea al momento de ejecutar dichas actividades de manera rutinaria, que lejos de conceder los resultados requeridos, se derivan a instalaciones que no representan falla alguna, es importante tener en cuenta que siempre existirán puntos calientes, aun cuando se aplica un mantenimiento correctivo, estando siempre latente su reaparición en función de las condiciones operativas de cada uno de los sistemas eléctricos.

### Espectro electromagnético.

Se denomina espectro electromagnético a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas, lo cual aparece en la figura 1. Referido a un objeto se denomina espectro electromagnético o simplemente espectro a la radiación electromagnética que emite (espectro de emisión) o absorbe (espectro de absorción) una sustancia.

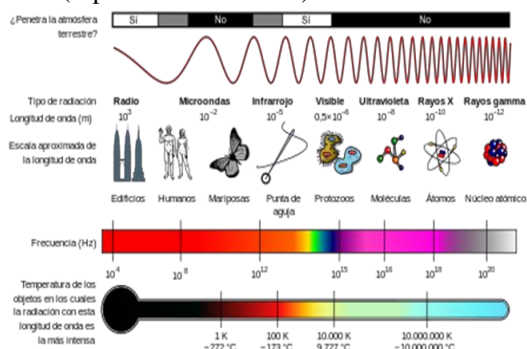


Figura 1: Espectro electromagnético

### El uso de las nuevas tecnologías en sistemas eléctricos.

El uso de las nuevas tecnologías permite no solo mejorar la eficacia del diagnóstico del estado de las líneas y subestaciones, sino que permiten optimizar el mantenimiento preventivo, con la finalidad de reducir el número de fallas y aumentar la confiabilidad de las líneas, procurando mantener el debido balance con los costos de mantenimiento para tener un servicio permanente con calidad y eficacia.<sup>3</sup>

En los últimos tiempos se ha desarrollado enormemente la tecnología de los Sistemas Aéreos Remotamente Tripulados (SARP) en el campo de las aplicaciones civiles. Este desarrollo será mayor en el futuro, amparado en una legislación estable y en los resultados de los primeros usos industriales.

Se considera que el uso de los SARP puede convertirse en una herramienta muy interesante para el estudio constante de los sistemas eléctricos.<sup>7</sup>



Figura 2: Sistema aéreo remotamente tripulado

Todos los elementos o cuerpos que se encuentren por encima del cero absoluto emiten radiación de energía infrarroja, que depende de la temperatura alcanzada por dicho objeto como generador del P.C.

Por la pequeña longitud de onda en el espectro electromagnético, esta radiación no es perceptible al ojo humano, por ende, es imposible detectar a simple vista un P.C en una línea, dispositivo o equipo eléctrico que se encuentre energizado; sobre todo en sus etapas iniciales, que es cuando de forma oportuna se pueden corregir sin ningún riesgo para los sistemas eléctricos. Obviamente cuando un punto caliente se lo puede percibir a simple vista, es porque ya se encuentra en un proceso acelerado del crecimiento, presentándose incluso el deterioro o degradación de los elementos de la instalación involucrados.

El aumento de temperatura en dichos puntos de contactos se puede producir por varios factores, entre ellos se pueden enunciar: Alta resistencia de contacto por diferentes aprietes de las partes de la unión, Corrosión producida por la unión de los materiales de diferentes características (cobre con aluminio, “par galvánico”), Reducida área de contacto para la conducción, Baja calidad en los materiales de algunos equipos eléctricos.

El contacto inadecuado en un equipo o instalación, producen elevación de temperaturas, al grado de fundir los materiales. [2]

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

En sus inicios, el mantenimiento era necesario para mantener los equipos con ciertas condiciones que asegurarán una operación normal; en ese momento, se realizaban actividades para corregir las fallas y en el peor de los escenarios reemplazar todo el equipo, esto era el producto del uso y abuso en funcionamiento de estos equipos. Hoy en día el mantenimiento no consiste solo reparar el equipo deteriorado, averiado o dañado tan raudo como se pueda, sino llevar un control que permita tener el equipo en operación el mayor tiempo posible sin interrupción alguna, es decir, busca la constante producción de los equipos, de tal manera que se asegure su contante funcionamiento de forma óptima y segura. En el momento que los equipos son instalados y entran en funcionamiento, deben empezar el mantenimiento.

El objetivo principal del mantenimiento es garantizarle al cliente (usuario) que todos sus equipos estarán disponibles cuando él lo requiera; dentro de los niveles de operación especificados para el proceso, con las velocidades y calidades solicitadas y con confiabilidad total de la operación que ocurran paradas no programadas durante el tiempo especificado, todo esto al menor costo posible.

El objetivo general del mantenimiento se puede desglosar en varios objetivos específicos que se implementan de acuerdo a la empresa, a sus necesidades, al plan de mantenimiento diseñado por el departamento de mantenimiento y a muchos otros factores. A continuación, se mencionan algunos de estos objetivos:

- Optimización de la disponibilidad del equipo productivo.
- Garantizar el funcionamiento de la empresa consiguiendo la reducción de tiempo perdido por paradas no programadas e incrementar la capacidad disponible de los equipos.
- Disminución de costos de mantenimiento.
- Optimización de recursos humanos.
- Maximización de la vida de la máquina.
- Disminución de la gravedad de fallas que no se lleguen a evitar.
- Reducción (idealmente eliminación) de incidentes y aumento de la seguridad para las personas.
- Cumplimiento de todas las normas de seguridad y medio ambiente.

Lograr que la organización sea más competitiva, logrando incrementar la producción de menores costos y con alta calidad.

Existen diferentes tipos de mantenimientos que son: mantenimiento preventivo, correctivo y predictivo.

1. **Mantenimiento predictivo.** Es la secuencia de acciones que se requieren y las técnicas que se adoptan con el fin de detectar causas y efectos en los equipos y máquinas, para evitar que las fallas se manifiesten durante la operación, evitando que se presenten paros de emergencia, causando pérdidas económicas [3].

2. **El mantenimiento preventivo.** Es el conjunto de actividades que se realizan en las líneas de distribución para evitar cualquier circunstancia que origine una operación indebida o un fallo en algún circuito que conlleve a disminuir la confiabilidad del servicio eléctrico. [4].

3. **Mantenimiento correctivo.** Se denomina mantenimiento correctivo, aquel que corrige los defectos observados en los equipamientos o instalaciones, es la forma más básica de mantenimiento y consiste en localizar averías o defectos y corregirlos o repararlos. Históricamente es el primer concepto de mantenimiento y el único hasta la Primera Guerra Mundial, dada la simplicidad de las máquinas, equipamientos e instalaciones de la época. El mantenimiento era sinónimo de reparar aquello que estaba averiado.

Este mantenimiento que se realiza luego que ocurra una falla o avería en el equipo que por su naturaleza no pueden planificarse en el tiempo, presenta costos por reparación y repuestos no presupuestadas, pues implica el cambio de algunas piezas del equipo

Por lo general presentan dificultades para la correcta localización de la misma centrándose esencialmente en la calificación y clasificación de fallos. Por esto, en los últimos

años muchas investigaciones se han centrado en la búsqueda de métodos y técnicas que permitan estimar de forma precisa el lugar de ocurrencia de una falla en un sistema de potencia radical. La recopilación de muestras conlleva a utilizar diferentes tipos de análisis como el estadístico múltiple, para determinar las relaciones entre variantes y fallos. Obteniendo una buena interpretación de sus causas y efectos alcanzando el mayor grado de análisis posible, calificando y clasificando los fallos por su grado de influencia. Los sistemas eléctricos se deterioran con el pasar del tiempo por el uso y en ciertos casos el mal uso. Para garantizar la confiabilidad del sistema, debe realizarse un mantenimiento eléctrico, corregirse los posibles problemas y evitar excesos de consumo de energía eléctrica.

#### *Procedimiento empleado*

En este sentido se procede a delimitar dos zonas o áreas importantes de trabajo, que por sus características se diferencian las causales que originan los fallos, así como la atención adecuada y pertinente de los mantenimientos. Por lo tanto, se tendrían dos zonas de análisis, que se abordan así en esta investigación.

#### **Zona I CNEL-EP UNIDAD DE NEGOCIO MANABI.**

La toma de muestras mediante la técnica tradicional en diferentes horarios en la subestación Crucita y en las líneas eléctricas ayudará a enfocar los puntos más críticos y relevantes, donde a simple vista se puede percibir la existencia de fallos.

Con las diferentes muestras obtenidas y con el estudio exhaustivo de las mismas se llegará a conocer el factor que produce los puntos calientes, y con estas causales correspondientes, se podrá llevar a cabo la predicción con la utilización de métodos estadísticos para prevenir la ocurrencia de escenarios fallidos en la subestación y líneas eléctricas.

Esto servirá como una herramienta de trabajo poderosa para poder realizar la toma de decisiones oportunas, e indicar a los operadores las acciones a realizar para evitar los fallos en la subestación y líneas eléctricas.

A continuación en la Figura 3 se muestra un caso de estudio que como resultado del trabajo realizado en la zona, se obtuvieron para el análisis de las averías, así como en la figura 4 se muestra en detalle.

#### **·Identificación de puntos con posibilidad de fallo.**



Figura 3. Conductor canastillado.



Figura 4. Detalle del conductor canastillado.

A continuación en la Tabla 1 se muestra la ubicación del caso de estudio referido anteriormente.

Tabla 1 Ubicación del punto caliente analizado.

PUNTO DE INSPECCION	024
Latitud: 554600	Longitud: 9904907
Tipo: (3CR) (3CR)	
Recorrido: S/E crucita	Correagua-Charapotó

Se puede observar en este caso la ubicación de la muestra tomada y su condición según la observación realizada en cada punto de toma de muestra

A partir de la obtención de la información de las diferentes muestras analizadas, se plantea un análisis estadístico de los datos obtenidos en dicha observación. Los escenarios estarán clasificados por intervalos de acuerdo a la distancia de cada punto a la costa. En la Tabla 2 se muestra la forma la selección de los escenarios efectuados, así como en la Tabla 3 se expone la contaminación existente por salinidad.

Tabla 2 Selección de escenarios para estudio

ALIMENTADOR CRUCITA	ESCENARIOS (mts)	ALIMENTADOR CORREAGUA
P64-P88	0-500	P194-P297
P97-P105		
P136-P177		
P51-P63	500-1000	P178-P193
P89-P97		
P127-P135		
P39-P50	1000-1500	P172-P177
P117-P127		
P29-P38		P159-171
P108-P116	1500-2000	
P9-P28		P137-P158
P106-P107		P24-P26
P0-P8	3000-4000	P0-P23
		P27-P70
		P99-P136
	4000-6000	P71-P98

Tabla 3 Presencia de salinidad en las estructuras

Presencia De Salinidad En Las Estructuras						
1-500m	500-1000m	1000-1500m	1500-2000m	2000-3000m	3000-4000m	4000-6000m
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%
100%	95%	90%	85%	80%	75%	70%

Es característico en esta zona de costa la contaminación de los diferentes elementos por la salinidad presente en esos escenarios. Las zonas de mayor vulnerabilidad a este factor de contaminación son las más cercanas a la costa. Por consiguiente, es la zona en que se producen mayor número de interrupciones y donde hay una mayor concentración de los puntos calientes.

Para la propuesta de los diferentes tipos de mantenimiento que aparece en la Tabla 4, se atiende la posibilidad de ocurrencia de fallos que se ha detectado en el estudio realizado, y según los puntos calientes en las diferentes áreas, se han identificado los escenarios de mayor vulnerabilidad, con su correspondiente propuesta de tipo de mantenimiento.

Tabla 4 Tipo de mantenimiento en los diferentes escenarios atendiendo a la posibilidad de fallos.

Tabla De Condiciones		
Rangos	Observación Para El Mantenimiento	Observación Posibilidad De P.C.
0-0,49	Mantenimiento Preventivo	P.C. Pasivo
0,5-0,69	Mantenimiento Predictivo	P.C. Activo
0,7-0,79	Mantenimiento Predictivo	Posibilidad de Fa
0,8-1	Mantenimiento Correctivo	Posible Daño

Por ejemplo, en la tabla 5 que se muestra a continuación, aparece la zona de estudio más cercana a la costa atendiendo a los resultados del estudio realizado.

Tabla 5 Escenario 0m-500m

Escenario 0m-500m				
Variables	Posibilidad de P.C.	Observación Para El Mantenimiento	Señal Digital	Observación
G.D.C.D.L	87,50%	Mantenimiento Correctivo	1	Posible Dano
G.D.C.C.E	75,00%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
G.R	65,00%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
C.C	70,00%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
E.E.L	70,00%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
A.C.A	72,50%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
C.Q	87,50%	Mantenimiento Correctivo	1	Posible Daño
A.C	70,00%	Mantenimiento Predictivo	1	Posibilidad de Fallo
M.L	65,00%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo

En la Figura 5 aparece el análisis estadístico de la información capturada en el estudio.



Figura 5 Análisis Escenario 0m-500m

De acuerdo con los resultados obtenidos se plantea un análisis valorativo de los escenarios en la Tabla 6, la cual se muestra a continuación.

Tabla 6 Análisis valorativo de los resultados

Tabla De Mantenimiento			
Escenarios	Preventivo	Predictivo	Correctivo
Escenarios 0-500	0%	78%	22%
Escenarios 500-1000	0%	78%	22%
Escenarios 1000-1500	0%	78%	22%
Escenarios 1500-2000	0%	78%	22%
Escenarios 2000-3000	0%	100%	0%
Escenarios 3000-4000	0%	100%	0%
Escenarios 4000-6000	11%	89%	0%
%	2%	86%	13%

Se muestra a continuación en la Figura 6 el análisis comparativo que corresponde a estos resultados.



Figura 6 Análisis comparativo de los resultados

En este sentido se procede al análisis de acuerdo a los resultados alcanzados en la ponderación, a la realización de la propuesta del tipo de mantenimiento que debe efectuarse en las distintas zonas o escenarios. Esto tiene en cuenta la distancia que se encuentran de la costa, observándose que se debe atender con mayor prioridad el mantenimiento predictivo.

## Zona II CNEL-EP UNIDAD DE NEGOCIO MANABI.

### A. Procedimiento empleado

La toma de muestras mediante la técnica tradicional en diferentes horarios en alimentadores 3 (Portoviejo – Centro) y 4 (Shopping – Cdla. Los Tamarindos) de media tensión (13.8 Kv), que salen de la subestación Portoviejo # 1 y en las líneas eléctricas ayudará a enfocar los puntos más críticos y relevantes, donde a simple vista se puede percibir la existencia de fallos.

Con las diferentes muestras obtenidas y con el estudio exhaustivo de las mismas se llegará a conocer el factor que produce los puntos calientes, y con estas causales correspondientes, se podrá llevar a cabo la predicción con la

utilización de métodos estadísticos para prevenir la ocurrencia de escenarios fallidos en la subestación y líneas eléctricas.

Esto servirá como una herramienta de trabajo poderosa para poder realizar la toma de decisiones oportunas, e indicar a los operadores las acciones a realizar para evitar los fallos en la subestación y líneas eléctricas.

### Identificación de puntos con posibilidad de fallo.

A continuación se muestra en la Tabla 7 la ubicación de un punto caliente como resultado del trabajo para el análisis de las averías.

Tabla 7 Ubicación del escenario de estudio.

INSTALACIÓN	UBICACIÓN	CONDICIÓN	DESCRIPCION DEL EQUIPO CON ANOMALIA
SE Portoviejo 1 , Alimentador Centro Portoviejo (Alimentador #3)	Avenida Metropolitana	Anormal	- Derivación sin estribo - Derivación conductor canastillado

Se muestra entonces en la Figura 7 la imagen de un conductor canastillado y en el cual existe una derivación sin estribo.



Figura 7. Conductor canastillado y derivación sin estribo

Al realizar el análisis acerca de la contaminación en la zona de estudio, se resume en la Tabla 8, donde se recogen los principales contaminantes que prevalecen en dicha área.

Tabla 8 Presencia de contaminantes en la zona

PRESENCIA DE CONTAMINANTES EN LOS MATERIALES			
S/E - TERMINAL TERRESTRE	PEDRO GUAL - HASTA LA CALLE ESPEJO	F. DE P. MOREIRA HASTA AV. MANABI	CIUDADELA LOS TAMARINDOS
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%
95%	100%	90%	85%

En este caso la contaminación de los diferentes elementos se agrava por la humedad de cada uno de los escenarios



analizados, por lo que es un factor importante a tener en cuenta a la hora de decidir el procedimiento para su mantenimiento.

Ahora se combinan el efecto de los agentes contaminantes con la humedad, lo que se muestra a continuación en la Tabla 9.

Tabla 9 Porcentajes de contaminación y humedad relativa en el Cantón Portoviejo

VALORACIÓN DE CONTAMINANTES JUNTO CON LA HUMEDAD RELATIVA			
S/E - TERMINAL TERRESTRE	PEDRO GUAL - HASTA LA CALLE ESPEJO	F. DE P. MOREIRA HASTA AV. MANABI	CIUDADELA LOS TAMARINDOS
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%
86%	88%	83%	81%

Se puede observar en este caso la ubicación de la muestra tomada y su condición según la observación realizada en cada punto de toma de muestra

A partir de la obtención de la información de las diferentes muestras analizadas, se plantea un análisis estadístico de los datos obtenidos en dicha observación. Los escenarios estarán clasificados por intervalos de acuerdo atendiendo a los resultados de la contaminación, para emitir las posibilidades de mantenimiento. Se recogen en la Tabla 10 las condiciones requeridas para cada tipo de mantenimiento, y su clasificación.

Tabla 10 Condiciones para el mantenimiento

TABLA DE CONDICIONES		
RANGOS	OBSERVACION PARA EL MANTENIMIENTO	OBSERVACION DE POSIBILIDAD DE P.C.
0-0,49	Mantenimiento preventivo	Pasivo
0,5-0,69	Mantenimiento predictivo	Activo
0,7-0,79	Mantenimiento predictivo	Posibilidad de Fallo
0,8-1	mantenimiento correctivo	Posible Daño

Es característico en esta zona de costa la contaminación de los diferentes elementos por la humedad, y por tanto, el tipo de mantenimiento a realizar en cada escenario dependerá de esa clasificación. Se procede entonces a realizar diferentes propuestas de mantenimiento a partir de la que corresponde a cada uno de ellos, como por ejemplo, lo que se muestra a continuación en la Tabla 11.

Tabla 11 Tipo de mantenimiento en los diferentes escenarios atendiendo a la posibilidad de fallos.

ESCENARIO S/E - TERMINAL TERRESTRE				
VARIABLES	POSIBILIDAD DE P.C	OBSERVACIÓN PARA EL MANTENIMIENTO	SEÑAL DIGITAL	OBSERVACIÓN
G.D.C.D.L	80,40%	Mantenimiento Pasivo	4	Posible Daño
G.D.C.C.E	67,90%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
G.R	57,90%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
C.C	62,90%	Mantenimiento Predictivo	4	P.C. Activo
E.E.L	62,90%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
A.C.A	65,40%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
C.Q	80,40%	Mantenimiento Correctivo	1	Posible Daño
A.C	62,90%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo
M.L	57,90%	Mantenimiento Predictivo	1	P.C. Activo

Y se muestra a continuación en la Figura 8 la zona de estudio más cercana a la costa, atendiendo a los resultados del estudio realizado, según análisis estadístico de los resultados.



Figura 8 Análisis Escenario Terminal Terrestre

A continuación se realiza un análisis general de los resultados correspondientes a cada uno de los escenarios estudiados, con vistas a emitir las recomendaciones de cada uno de los mantenimientos que corresponden a cada una de las situaciones analizadas, empleándose para ello la Tabla 12.

Tabla 12 Análisis valorativo de los resultados

Tabla de Mantenimiento			
Escenarios	Preventivo	Predictivo	Correctivo
ESCENARIO S/E - TERMINAL TERRESTRE	0%	78%	22%
ESCENARIO PEDRO GUAL - HASTA LA CALLE ESPEJO	0%	78%	22%
ESCENARIO F. DE P. MOREIRA HASTA AV. MANABI	0%	100%	0%
ESCENARIO CIUDADELA LOS TAMARINDOS	0%	100%	0%
%	0%	89%	11%

En este sentido se procede al análisis de acuerdo a los resultados alcanzados en la ponderación, a la realización de la propuesta del tipo de mantenimiento que debe efectuarse en las distintas zonas o escenarios. Esto tiene en cuenta el grado de contaminación de cada una de las zonas debe atenderse con mayor prioridad el mantenimiento predictivo (89%), mientras que se observa que el preventivo no se efectúa (0%).

**Análisis valorativo de los resultados. Orientaciones precisas al operario según los indicadores obtenidos.**

#### Para el caso de la zona de estudio I

El análisis mediante el método tradicional se lo realizó por escenarios, ya que los impactos producidos por las brisas marinas en cada uno de los componentes de las líneas eléctricas van dejando acumulaciones de sales que pueden provocar la inmediata corrosión de las estructuras.

Se procede a definir los escenarios de estudio, tomando en cuenta los siguientes factores:

La afectación de las brisas marinas en cada uno de los componentes que conforman las estructuras y a que distancia varia esta afectación, tomando como base la estructura que se encuentre a mayor distancia del mar (6000mts), con estos datos se determinan los puntos más críticos de influencia en las líneas eléctricas, con la ayuda del GOOGLE EARTH y AUTO-CAD. Por lo que se procede a determinar los siguientes escenarios:

0-500mts  
500-1000mts  
1000-1500mts  
1500-2000mts  
2000-3000mts  
3000-4000mts  
4000-6000mts

Una vez realizado el estudio en el transcurso de las líneas se encontraron problemas técnicos como (G.D.C.C.D.L), (C.Q), (G.D.C.C.E), (G.R), (C.C), (E.E.L), (A.C.A), (A.C) y (M.L). Dependiendo de la ubicación de cada una de estas estructuras se procede a determinar los posibles fallos que necesitarán un mantenimiento ya sea preventivo, predictivo o correctivo. Este modelo de análisis se lo puede realizar en cualquier línea que está ubicada en una zona de iguales características.

De acuerdo a las tablas (7, 8, 9 y 10) existen casos como G.D.C.C.D.L y C.Q el mantenimiento debe ser correctivo, por ser un rango mayor del 80%, y cuando tenemos G.D.C.C.E, G.R, C.C, E.E.L, A.C.A, A.C y M.L el mantenimiento es predictivo por ser un rango >50% y <79%.

De acuerdo a las tablas (11 y 12) existen casos como G.D.C.C.D.L, C.Q, G.D.C.C.E, G.R, C.C, E.E.L, A.C.A, A.C y M.L el mantenimiento debe ser predictivo por un rango >50% y <79%.

De acuerdo a la tabla (13) existen casos como M.L el mantenimiento debe ser preventivo por ser un rango >0 y <49%, y cuando tenemos G.D.C.C.D.L, C.Q, G.D.C.C.E, G.R, C.C, E.E.L, A.C.A, A.C el mantenimiento es predictivo por ser un rango >50% y <79%.

## Para el caso de la zona de estudio II

El análisis mediante el método tradicional se lo realizó por escenarios, ya que los impactos producidos por la contaminación vehicular y la humedad relativa del aire en cada uno de los componentes de las líneas eléctricas van dejando acumulaciones de contaminantes que pueden provocar la salida en funcionamiento de las líneas eléctricas.

Se procede a definir los escenarios de estudio, tomando en cuenta los siguientes factores:

La afectación de la contaminación vehicular en cada uno de los componentes que conforman las estructuras y que varía esta afectación con la constante circulación de vehículos, tomando como base la estructura que se encuentre más cercana a las zonas de mayor influencia de contaminantes (Casco Comercial de la Ciudad), con estos datos se determinan los puntos más críticos de influencia en las líneas eléctricas, con la ayuda del GOOGLE EARTH y AUTO-CAD.

Por lo que se procede a determinar los siguientes escenarios:

S/E – TERMINAL TERRESTRE  
CDLA. LOS TAMARINDOS

CALLE PEDRO GUAL – CALLE ESPEJO

CALLE FRANCISCO DE P. MOREIRA – HASTA LA  
AV. MANABI

Una vez realizado el estudio en el transcurso de las líneas se encontraron problemas técnicos como (G.D.C.C.D.L), (C.Q), (G.D.C.C.E), (G.R), (C.C), (E.E.L), (A.C.A), (A.C) y (M.L). Dependiendo de la ubicación de cada una de estas estructuras se procede a determinar los posibles fallos que necesitarán un mantenimiento ya sea preventivo, predictivo o correctivo. Este modelo de análisis se lo puede realizar en cualquier línea que está ubicada en una zona de iguales características.

De acuerdo a las tablas (8 y 9) existen casos como G.D.C.C.D.L y C.Q el mantenimiento debe ser correctivo, por ser un rango mayor del 80%, y cuando tenemos G.D.C.C.E, G.R, C.C, E.E.L, A.C.A, A.C y M.L el mantenimiento es predictivo por ser un rango >50% y <79%.

De acuerdo a las tablas (10 y 11) encontramos los casos donde G.D.C.C.D.L, C.Q, G.D.C.C.E, G.R, C.C, E.E.L, A.C.A, A.C y M.L el mantenimiento debe ser predictivo por un rango >50% y <79%.

## III. CONCLUSIONES

La detección de P.C. ha sido realizada de forma tradicional y basada en la experiencia propia de quienes conforman este grupo de trabajo.

Para seleccionar los escenarios y criterios que permitan detectar la existencia de P.C. y los tipos de mantenimiento que se pueden aplicar ya sea preventivo, predictivo o correctivo, es necesario realizar estudios para determinar los puntos donde se pueden realizar los mantenimientos antes mencionados.

De acuerdo con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que el mantenimiento predictivo predomina, por motivo de la presencia de P.C. activos en todos los escenarios estudiados.

## REFERENCES

*Basic format for computer programs and electronic documents (when available online):* ISO recommends that capitalization follow the accepted practice for the language or script in which the information is given.

*Example:*

1. ALABA, I. (2013). *Guía de termografía para mantenimiento predictivo "flir"*. Obtenido de <http://www.flir.es/home/>
2. NEITA DUARTE, L. Y. (2011). *Principios Basicos de la Termografía y su Utilizacion Como Tecnica Para Mantenimiento Predictivo*.
3. GARCÉS-RESTREPO, J. C. (2012). *Inspecciones Aereas de Lineas de Transmisión con Alta Tecnologia. Jornadas Tecnicas ISA*.
4. Ing-NAVARRETE-GARCIA, I. (junio de 2015). *DETECCIÓN DE PUNTOS CALIENTES EN LÍNEAS DE TRANSMISIÓN USANDO REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y ELEMENTOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL*. Santiago, Cuba: universidad.
5. SOLÍS MORA, V. S. (2013). "DESARROLLO DEL MANTENIMIENTO PREDICTIVO MEDIANTE LA TÉCNICA DE LA TERMOGRAFÍA PARA EVALUAR EL CORRECTO FUNCIONAMIENTO DE LA SUBESTACIÓN ORIENTE Y ALIMENTADOR TOTRAS DE LA

- EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO S.A.”. RIOBAMBA, Chimborazo, Ecuador.
6. TERMOGRAFICA, C. S. (17 de JULIO de 2011). *INTEREMPRESAS*. Obtenido de <http://www.interempresas.net/Quimica/Articulos/8677-La-inspeccion-termografica-en-el-mantenimiento-predictivo-de-una-planta.html>.
  7. CRESPO-QUINTERO, I. E. (2010). DESARROLLO DE UN MODELO PARA LA LOCALIZACIÓN DE FALLAS EN. *UNAL*, <http://www.bdigital.unal.edu.co/2028/1/71795342.20101.pdf>.
  8. INOCENCIO MELÉNDEZ, J. (03 de mayo de 2012). *Los métodos determinísticos como herramienta de la administración para la toma de decisiones*. Obtenido de
  9. PANESSO-HERNÁNDEZ, A. F., & MORA-FLÓREZ, J. J. (Diciembre de 2012). Localización de Fallas Monofásicas en Sistemas de Distribución Considerando el Efecto Capacitivo y la No Homogeneidad de las Líneas. *Vol. 2* (Nº. 52, 2012), <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4271870>.
  10. OSPINA-NOREÑA, J. E., & DE JESÚS LEMA, Á. (2011). TRATAMIENTO ESTADÍSTICO PARA INDICADORES CUANTITATIVOS DE IMPACTOS, APLICADOS A LINEAS DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA. *UNAL*, <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24252/24876>.
  11. POYATO, R. (2012). *Termografía en Sistemas de Distribución Eléctrica "FLUKE"*. Obtenido de <http://pt.rs-online.com/es/pdf/RSFLUKEELECTRICIDAD02.pdf>
  12. Escotto, L. (2010). *Mantenimiento correctivo*. Obtenido de <http://www.monografias.com/trabajos-pdf5/mantenimiento-correctivo/mantenimiento-correctivo.shtml>
  13. <http://www.monografias.com/trabajos96/metodos-deterministicos-herramienta-administracion-decisiones/metodos-deterministicos-herramienta-administracion-decisiones.shtml>
  14. León, A. V. (2014). DETECCIÓN Y MEDICIÓN DE PUNTOS CALIENTES. Mexico. Obtenido de <https://calidadtesla.files.wordpress.com/2014/06/capitulo-17.pdf>
  15. Pérez, C. D. (2015). Crecimiento de algas sobre aisladores de media tensión y su impacto sobre el desempeño eléctrico. Obtenido de <http://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/Tecnura/article/view/9605>
  16. Saavedra, T. J. (2007). *REVISIÓN DE LA EFECTIVIDAD DEL PLAN ANUAL DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENELCO A 13,8 KV*. Obtenido de [http://tesis.ula.ve/pregrado/td\\_e\\_archivos/9/TDE-2012-07-10T01:13:40Z-](http://tesis.ula.ve/pregrado/td_e_archivos/9/TDE-2012-07-10T01:13:40Z-)