|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | |  | **Logo IJL completo** | |
|  |
|  |
|  |
|  |
| ***L-278 LEV-1 Levantamiento Eléctrico***  ***Mayo- Junio 2013*** |

Índice

[Índice de tablas. 2](#_Toc362002167)

[Índice de figuras. 2](#_Toc362002168)

[Glosario. 3](#_Toc362002169)

[Resumen 4](#_Toc362002170)

[1. Estudio del sitio 5](#_Toc362002171)

[1.1. Introducción 5](#_Toc362002172)

[1.2. Media tensión 5](#_Toc362002173)

[1.3. Transformadores 7](#_Toc362002174)

[1.4. Baja tensión 9](#_Toc362002175)

[1.5. Medidores 9](#_Toc362002176)

[1.6. Edificios e instalaciones 10](#_Toc362002177)

[1.6.1. Levantamiento 10](#_Toc362002178)

[1.6.2. Estado de las instalaciones 10](#_Toc362002179)

[1.7. Conclusiones 13](#_Toc362002180)

[1.8. Recomendaciones 13](#_Toc362002181)

# Índice de tablas.

[Tabla 1‑1: Lista de transformadores del sistema de energía del Puerto 7](#_Toc362002200)

[Tabla 1‑2: número de identificación de los medidores ICE del puerto. 10](#_Toc362002201)

# Índice de figuras.

[Figura 1‑1:Líneas de media tensión 6](#_Toc362002189)

[Figura 1‑2: Transformador sin placa de datos. 8](#_Toc362002190)

[Figura 1‑3: Falta de mantenimiento en transformadores. 8](#_Toc362002191)

[Figura 1‑4: Falta de mantenimiento en transformadores. 9](#_Toc362002192)

[Figura 1‑5: Desconectador ubicado en taller de mantenimiento, muestra falta de mantenimiento, sin aterrizaje. 10](#_Toc362002193)

[Figura 1‑6: Caja de registro en zonas verdes de gerencia, se evidencia el mal estado de la misma 11](#_Toc362002194)

[Figura 1‑7: Bodega 2, uso de cajas de registro para sistema eléctrico y alcantarillado 11](#_Toc362002195)

[Figura 1‑8: Caja de registro sistema de alimentación de iluminación 12](#_Toc362002196)

[Figura 1‑9: Alimentación iluminación zona Báscula, expuesta, con daño mecánico, cables expuestos y con el aislante roto, peligro de electrocución 12](#_Toc362002197)

[Figura 1‑10: Tablero para alimentación de remolcadores, no apto para intemperie 13](#_Toc362002198)

[Figura 1‑11: Desconectador principal Taller de mantenimiento, todas las alimentaciones en paralelo en bornes, sin canalización 13](#_Toc362002199)

# Glosario.

**Tierra:** Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a sistemas de puesta a tierra. En términos eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería.

**Medición:** es un proceso básico de la ciencia que consiste en comparar un patrón seleccionado con el objeto o fenómeno cuya magnitud física se desea medir para ver cuántas veces el patrón está contenido en esa magnitud.

**Malla de tierras:** es un conjunto de conductores desnudos que permiten conectar los equipos que componen una instalación a un medio de referencia, en este caso la tierra.

# Resumen

El presente documento muestra los datos recopilados durante el levantamiento realizado a las instalaciones de la Sociedad Portuaria Caldera en los meses de Mayo y Junio. Así como un análisis de los datos recopilados.

Se presentan el análisis de calidad de energía de las principales acometidas del sitio, un análisis del sistema de pararrayos existente, mediciones de iluminación en las oficinas del puerto, levantamiento del diagrama unifilar, ubicación de las principales líneas de media y alta tensión, ubicación de cajas de registros y ubicación de los transformadores, también mediciones de los sistemas de tierra en las principales acometidas y torres de pararrayos.

Durante el análisis de estos puntos, es evidente la falta de un plan de mantenimiento preventivo del puerto. Además se encontraron defectos en la implementación de los circuitos eléctricos, los mismo violando las normas vigentes para cada caso específico (Código eléctrico, normas de iluminación, pararrayos, supresores, calidad de energía, etc.).

Se encontraron problemas en el factor de potencia del puerto. Basado en las mediciones realizadas, el mismo disminuye por debajo de 0.9 en algunos casos y por ende acarrean costos por multas para el puerto.

También se encontraron bajos niveles de iluminación, tanto de oficinas como en áreas externas. Se midieron las resistencias en los conductores a tierra de las mallas existentes, encontrando valores de resistencia muy por encima de lo permitido. Los sistemas pararrayos, presentan problemas de montaje, bajantes rotos, además se desconoce el estado de las puntas ionizantes.

Uno de los problemas más graves se presenta en los sistemas de tierras, dado que se encontraron valores de resistencia de más de 50Ω, así como algunos valores por debajo 1Ω, lo que hace suponer que el sistema de tierras se encuentra fraccionado, por lo que, incumple con las normas de pararrayos, que solicitan que las tierras se encuentren completamente unificadas.

Además, existe la necesidad de instalar supresores de transientes, en los puntos donde se ubican cargas sensibles y en los tableros de distribución principales.

Por último las principales conclusiones y recomendaciones giran alrededor de la necesidad de planes de mantenimiento y mejoras para hacer el sistema más eficientes y seguro, para las personas y los equipos.

# Estudio del sitio

## Introducción

Se realizó un levantamiento durante el mes de Mayo y Junio del presente año, además se creó un unifilar de la planta eléctrica del puerto, así como la posición de distintos sistemas subterráneos, tanto en media como en baja tensión. Se encontró vicios en el sistema eléctrico, tanto desde el punto de vista de la instalación como tal, así como el mantenimiento del sistema como tal.

## Media tensión

El puerto de caldera, está alimentado desde una línea de media tensión 34.5 kV, propiedad del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), la misma suple al puerto, a los guardacostas, así como otras cargas menores externas al puerto.

Esta línea ingresa al puerto de forma perimetral, se da una primera derivación, de donde se alimentan las mayoría de las cargas externas al puerto; una vez que llega a la zona del parqueo de gerencia continua por la parte trasera del edificio de mantenimiento, hasta el patio de contenedores refrigerados (conocido como Patio 3-A). Aquí se dan dos derivaciones, una de ellas es aérea y termina en un incinerador fuera de uso (no se encuentra en la propiedad del puerto), la otra derivación cuenta con una línea subterránea, encargada de suplir la alimentación de los circuitos de bodegas 1 y 2.

En la Figura 1‑1, se muestran en azul la parte aérea de la línea y en naranja las partes subterráneas de la misma.



Figura 1‑1: Líneas de media tensión

## Transformadores

El Sistema de media tensión del puerto cuenta con la siguiente lista de transformadores:

Tabla 1‑1: Lista de transformadores del sistema de energía del Puerto



El sistema cuenta con un total de 25 transformadores tipo poste, de los cuales 6 pertenecen a dos bancos trifásicos ubicados en postes, 15 pertenecen a 5 bancos de transformadores ubicados en bóvedas y los últimos 4 se encuentran en postes separados. Además se encuentran unidos al sistema 2 transformadores tipo pedestal, monofásicos, alimentados desde las líneas de alta tensión, por último se encuentran 4 transformadores trifásicos de baja tensión 480V/208V de tipo pedestal ubicados en los cuartos de tableros de las bodegas.

Entre los problemas encontrados se citan los siguientes:

* Transformadores sin placas de datos o identificación.



Figura 1‑2: Transformador sin placa de datos.

* Transformadores con problemas visibles de falta de mantenimiento.



Figura 1‑3: Falta de mantenimiento en transformadores.

* Bóvedas de dimensiones inapropiadas. Según la norma **RRG-2444-2001** el recinto de la bóveda de transformadores recomendado para dos bancos de transformadores de 3 transformadores monofásicos de hasta 500 kVA, debe ser de 2.5 m de altura, 7.5 m de ancho y 7 m de largo, con dos puertas de 1.25 m de ancho por 2.2 m de alto.



Figura 1‑4: Falta de mantenimiento en transformadores.

## Baja tensión

A partir de los bancos de transformadores, se tienen sistemas de tableros de distribución en voltajes de 480/277 V, 208/120V, trifásicos y 240/120V monofásico. Estos sistemas se utilizan para alimentar tanto cargas permanentes como temporales.

Entre las cargas permanentes más importantes se encuentran los equipos de aire acondicionado de las instalaciones del puerto así como la iluminación utilizada en periodos nocturnos en el puerto.

Entre las cargas temporales se tiene: contenedores refrigerados, alimentación eléctrica para remolcadores, etc.

## Medidores

Se encontraron medidores tanto de medición directa como indirecta. El medidor principal, es el medidor de media tensión, ubicado en la línea de media tensión en el parqueo de Gerencia del Puerto. Este mide el consumo del puerto a partir de este punto.

Además de este se cuenta con los medidores del transformador del Tablero INCOP, el transformador del comedor interno del puerto, en la caseta Magofra y la caseta de Asocaldera. Así como un medidor en la parte trasera del edificio de mantenimiento, el cual se encuentra fuera de uso, por lo que se recomienda desinstalarlo.

A continuación se presenta una tabla con los medidores antes mencionados, así como su número de identificación:

Tabla 1‑2: número de identificación de los medidores ICE del puerto.

|  |  |
| --- | --- |
| **Medidor** | **Número de identificación** |
| Media tensión Puerto | 2315 |
| Tablero INCOP | 438958 |
| Comedor interno | 957203 |
| Magofra | 613848 |
| Asocaldera | 1102134 |
| Medidor fuera de uso | 846941 |

Además de los medidores antes mencionados se localizaron medidores internos, los mismos se utilizan para llevar el consumo de clientes internos del puerto. Por lo mismo estos medidores no tienen número de identificación propio.

## Edificios e instalaciones

### Levantamiento

A través del levantamiento del sitio, se logró confeccionar planos eléctricos, los cuales se encuentran ubicados en el Anexo, estos planos muestran la ubicación en planta de los tableros, el diagrama unifilar y la ubicación del sistema de distribución eléctrica subterráneo.

Además en el Anexo se muestran los planos con las ubicaciones de transformadores, cajas de registro eléctricas y líneas de media tensión.

### Estado de las instalaciones

Durante el levantamiento se encontraron gran cantidad de vicios y malas prácticas en las instalaciones eléctricas de puerto Caldera, además se evidencia una grave falta de mantenimiento del sistema.



Figura 1‑5: Desconectador ubicado en taller de mantenimiento, muestra falta de mantenimiento, sin aterrizaje.

En toda la instalación eléctrica, se pudo observar faltas al código de colores, lo que puede ser una fuente importante de accidentes en futuras reparaciones o ampliaciones del sistema.

Se encontraron empalmes en cables de ramales, por lo que cargas distintas comparten un mismo circuito, esto implica que la protección de sobrecarga no se encuentra dimensionada correctamente y es una fuente probable de falla del sistema.

Se hallaron cajas de registro en mal estado, se encontraron casos donde el sistema permanece inundado, con cables no aptos para uso submarino, cajas en mal estado, todas las cajas sin ningún tipo de identificación que permitiera distinguirlas del sistema de aguas. También en las cercanías de bodega 2 se encontraron cajas que comparten un uso eléctrico con un uso de alcantarillado.



Figura 1‑6: Caja de registro en zonas verdes de gerencia, se evidencia el mal estado de la misma



Figura 1‑7: Bodega 2, uso de cajas de registro para sistema eléctrico y alcantarillado

Presencia de reptiles y anfibios dentro de los sistemas lo que es muestra de que existen entradas lo suficientemente grandes para permitir el acceso a animales como iguanas y culebras al sistema.



Figura 1‑8: Caja de registro sistema de alimentación de iluminación

Tuberías subterráneas expuestas y en mal estado (en particular las que se encuentran en la zona trasera del taller de mantenimiento), lo que pone en peligro el cable transportado, se encontró además que partes extensas del sistema subterráneo tenían sus cajas de registro sepultadas o inaccesibles. Se encontró además cables de tipos no aptos para su uso en intemperie sin canalizar (THHN) y enterrados directamente en el terreno.



Figura 1‑9: Alimentación iluminación zona Báscula, expuesta, con daño mecánico, cables expuestos y con el aislante roto, peligro de electrocución

Tuberías plásticas susceptibles a envejecimiento por contacto con rayos UV, en posiciones en exteriores así como en utilizaciones por debajo de 2.5 metros, sin ningún tipo de protección mecánica.

Tableros en posiciones a intemperie en mal estado e inadecuado para este uso.



Figura 1‑10: Tablero para alimentación de remolcadores, no apto para intemperie

La mayoría de los subtableros no poseen un buen aterrizaje eléctrico (en el diagrama unifilar se muestran los tableros que no poseen cables de tierra y en algunos casos las siglas S.B.T., que indica sin barra de tierras), lo que puede significar riesgo de electrocución en caso de darse una falla a tierra en el sistema.

Se encontró alimentaciones de tableros en paralelo a través de bornes, lo que no protege el cableado de los mismos en caso de sobrecarga, además cargas en paralelo a partir de los bornes de un desconectador, esto a igual a lo anteriormente mencionado, no protege el sistema en caso de presentarse una sobrecarga en dicho circuito.

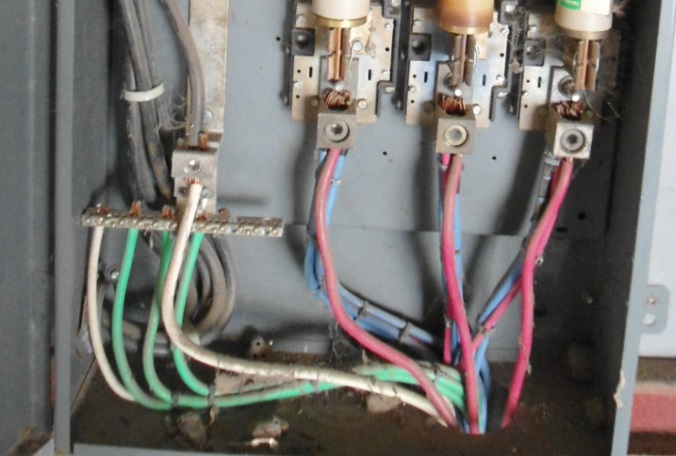


Figura 1‑11: Desconectador principal Taller de mantenimiento, todas las alimentaciones en paralelo en bornes, sin canalización

## Conclusiones

1. Existen serios problemas de mantenimiento preventivo en el sistema eléctrico del puerto.
2. El sistema eléctrico general no cumple los requerimientos del código eléctrico, lo que supone riesgo para la vida y los equipos en general.

## Recomendaciones

1. Se recomienda iniciar con un plan de mantenimiento del sistema eléctrico.
2. Renovar las cajas de tableros y de paso en puntos a intemperie que no sean aptas para este uso.
3. Realizar limpieza interna de tableros, rotulación e identificación de circuitos ramales.
4. Se recomienda realizar termografías tanto a los transformadores como a los tableros principales para ubicar posibles puntos de falla.

# Bibliografía

NFPA-70. (1998). *Codigo Electrico Nacional.*

NFPA. (1999). NEC HANDBOOK.