INFORME TÉCNICO

Fecha: marzo de 2025
Lugar: INFOTEP – San Andrés Islas
Nombre del Proyecto: Diagnóstico Eléctrico Institucional
Responsable: Raizal Company S.A.S.
NIT: 901781597
Remitido por: Ing. Ricky Pole – Gerente General Raizal Company

1 PRESENTACIÓN 6
2 OBJETIVO DEL INFORME 6
3 ACTIVIDADES REALIZADAS 6
3.1 Levantamiento de Carga Instalada: 6
3.1.1 *Relevamiento de campo (inspección* in situ) Inventario cuantitativo: 6
3.2 Artículo J.4.5.2 (Alumbrado de Emergencia): 7
3.3 Retie (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) – Resolución 90708 de 2013 Artículo 17.5 (Sistemas de Emergencia): 7
3.3.1 *Decreto 1072 de 2015 (Reglamento de Seguridad contra Incendios)* 7
3.3.1.1 Capítulo 4 (Evacuación): 7
3.3.1.2 Análisis del Caso: Institución Universitaria con Solo 4 Salidas de Emergencia 7
4 RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS 8
4.1 Realizar un estudio de ocupación y rutas de evacuación: 8
4.2 Aumentar el número de salidas de emergencia: 8
4.3 Verificar sistemas de alimentación: 8
4.4 Incluir señalización clara: 8
4.5 Documentar y certificar: 8
5 MEDICIÓN DE CALIDAD DE ENERGÍA Y ESTADO DE LA SUBESTACIÓN 8
6 ANÁLISIS DE VARIACIÓN DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN 9
6.1 **Objetivo**: 9
6.2 Normativa de Referencia: 9
6.3 Metodología 10

6.4 Resultados 10
7 ANÁLISIS TÉCNICO 10
7.1 Riesgos detectados: 10
7.2 Recomendaciones 10
7.3 Acciones preventivas: 10
7.4 Conclusión 10
8 EVALUACIÓN DE DESBALANCE DE TENSIÓN 12
8.1 Normativa de Referencia 12
8.2 Metodología 12
8.3 Instrumentación: 12
8.4 Procedimiento: 12
8.5 Resultados 13
8.6 Análisis Técnico 14
8.7 Conclusión 14
9 VARIACIÓN DE CORRIENTE POR FASE 14
10 EVALUACIÓN DE FRECUENCIA Y ESTABILIDAD DE TENSIÓN 17
10.1 Técnicas 17
10.2 Normativa de Referencia 17
10.3 Metodología 17
10.4 Resultados 18
10.5 Frecuencia: 19
10.6 Acciones preventivas: 19
10.7 Conclusión 19
11 EVALUACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA 19
11.1 Rango óptimo: 19
11.2 Normativa de Referencia 19
11.3 Metodología 19
11.4 Resultados 20
11.5 Análisis Técnico 21
11.6 Riesgos: 21
11.7 Recomendaciones 21
11.7.1 Acciones Correctivas Urgentes 21
11.7.2 Acciones Preventivas 21

11.8 Conclusión 21
12 CARGABILIDAD 21
12.1 Análisis de Dimensionamiento del Transformador 22
12.2 Definiciones Técnicas 23
12.3 Normativa de Referencia 23
12.4 Análisis Técnico 23
12.4.1 Situación Actual 23
12.4.2 Ineficiencia energética: 23
12.4.3 Sobredimensionamiento económico: 23
12.4.4 Posibles causas del sobredimensionamiento: 23
12.5 Recomendaciones 23
12.5.1 Acciones Correctivas 23
12.5.2 Acciones Preventivas 24
12.6 Conclusión 24
13 HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES DEL LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO 24
13.1 Capacidad de Expansión del Sistema Eléctrico · **Transformador existente**: 300 kVA 24
13.2 Carga máxima registrada: 93.26 kVA (operación continua). 24
13.3 Capacidad residual: 24
13.3.1 Conclusión técnica: 24
13.4 Estado Crítico de la Subestación Eléctrica Hallazgos Principales 24
13.4.1 Condiciones ambientales inadecuadas: 24
13.5 Deficiencias en infraestructura civil: 24
13.5.1 No conformidades en seguridad: 24
13.5.2 o Ausencia de señalización de riesgo eléctrico (**NTC 2066**). **Acciones Urgentes** 25
13.5.3 · Equipamiento crítico: 25
13.6 Rediseño Integral del Sistema Eléctrico (Aguas Abajo del Transformador) Alcance del Nuevo Diseño 25
13.6.1 Gabinetes y tableros principales: 25
13.6.2 Circuitos y protecciones: 25
13.6.2.1 Coordinación selectiva: 25
13.7 Separación de circuitos: 25
13.8 Sistema de emergencia: 25
13.8.1 Alimentación crítica: 25
13.8.2 Iluminación de emergencia: 25

13.8.3 Documentación técnica obligatoria: o Planos: 25
13.8.4 Memorias de cálculo: 25
13.8.5 Certificaciones: 25
13.9 Cumplimiento Normativo Prioritario 26
13.10 Conclusión General El proyecto exige: 26
13.10.1 **Intervención inmediata en la subestación** para mitigar riesgos de cortocircuito y corrosión. 26
13.10.2 **Diseño eléctrico integral** que garantice escalabilidad, seguridad y eficiencia energética, alineado con: 26
13.10.3 **Inversión en sistemas de emergencia y UPS** para asegurar continuidad operativa en entornos académicos críticos. 26
13.11 Medición de Resistencia de Puesta a Tierra 26
13.12 RESULTADOS 26
14 ANALISIS DE TERMOGRAFÍA 28
14.1 Criterios Generales según Normativas 34
14.2 Límites por Tipo de Componente 35
14.3 Consideraciones Técnicas 35
14.3.1 Temperatura ambiente de referencia: 35
14.3.2 Carga del sistema: 35
14.3.3 Diferencial entre fases: 35
14.3.4 Acciones Recomendadas según Severidad · ΔT > 40°C: 35
14.4 Mediciones para el Plano Estructural (En Curso): 35
14.5 CONSIDERACIONESFINALES 36
15 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS 36
16 RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL ESPACIO UNIVERSITARIO 37
16.1 Objetivo 37
16.2 Recomendaciones Técnicas 37
16.2.1 Reuniones de Articulación con Stakeholders 37
16.2.2 Integración de Reuniones Anteriores y Diseño 37
16.2.3 Cambios en aires acondicionados: 37
16.3 Mejoras en Infraestructura Civil y Subestación 38
16.3.1 Acciones: 38
16.3.1.1 Subestación eléctrica: 38
16.3.1.2 Infraestructura general: 38
16.3.2 Ubicación de Sistemas UPS 38

16.3.2.1 Criterios técnicos:.....38
16.4 Intervención por Zonas y Pisos.....39
16.5 Cronograma de Ejecución.....40
16.6 Consideraciones Normativas.....40
16.7 Conclusión.....40
17 ACCIONES DE MEJORA POR BLOQUES.....40
17.1 PLAN DE MEJORAS BLOQUE 1.....41
17.2 PLAN DE MEJORAS BLOQUE NUEVO.....43
17.3 PLAN DE MEJORAS BLOQUE ADMINISTRATIVO.....45
17.4 PLAN DE MEJORAS BLOQUE DE SALONES.....47
18 ANEXOS.....49
18.1 Planos arquitectónicos.....49
18.2 Planos eléctricos.....49
18.3 Memoria USB.....49
18.4 Propuestas económicas.....49

1 PRESENTACIÓN

El presente informe consolida el resultado del **Diagnóstico Eléctrico Institucional** realizado en las instalaciones del INFOTEP, con el fin de determinar el estado actual de su infraestructura eléctrica y establecer las acciones necesarias para garantizar su funcionamiento seguro, eficiente y conforme a la normativa vigente. Este estudio comprendió la evaluación integral de la subestación eléctrica, sistemas de distribución, calidad de energía, factor de potencia, alumbrado de emergencia, rutas de evacuación y capacidad de expansión, considerando tanto las condiciones técnicas como los riesgos operativos detectados.

La ejecución de este proyecto obedece a la necesidad institucional de contar con un sistema eléctrico confiable, capaz de soportar la demanda actual y proyectada, y alineado con los estándares exigidos por el **RETIE**, la **NSR-10**, las **Normas Técnicas Colombianas** y otras disposiciones aplicables. La identificación de deficiencias en infraestructura, condiciones ambientales adversas y oportunidades de optimización energética constituye un insumo clave para la toma de decisiones, minimizando riesgos para la continuidad académica y la seguridad de estudiantes, docentes y personal administrativo.

Para el desarrollo de este diagnóstico se aplicó una metodología técnica que incluyó inspecciones in situ, relevamiento de carga instalada, mediciones de calidad de energía con instrumentación certificada, análisis de variación de tensión y corriente, estudios de balance de fases y termografía de componentes críticos. Estos procedimientos se complementaron con la verificación de cumplimiento normativo, la documentación de hallazgos fotográficos y la formulación de recomendaciones técnicas, conformando así una base sólida para el diseño y ejecución de intervenciones correctivas y preventivas.

2 OBJETIVO DEL INFORME

El diagnóstico Eléctrico tiene como meta identificar las necesidades de mejora en la infraestructura eléctrica a corto, mediano y largo plazo, y garantizar el soporte técnico necesario para un crecimiento institucional eficiente, seguro y sostenible.

3 ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1 Levantamiento de Carga Instalada:

3.1.1 *Relevamiento de campo (inspección* in situ) Inventario cuantitativo:

Tomacorrientes: La cantidad de tomacorrientes encontrados en el levantamiento es de 251, tipo monofásico, corriente nominal que soporta cada uno de ellos es de 15A, la gran mayoría están ubicados en regletas sobrepuestas a una altura promedio de 40cm.

Aires acondicionados: La cantidad de AA encontrados en las instalaciones son 12000 BTU o 3.6 kW, tipo split y en 5 casos tipo piso techo, voltaje de trabajo 220V, la cantidad de fases 2f para los split y 3f para los piso techo.

Luminarias: La cantidad de salidas de iluminación es 308, todas de tipo LED, potencia 18W, aunque existen espacios con salidas de 60x60 48W y de 120x30 48W, altura de montaje es incrustado en el cielo y sistemas de control es interruptores simples. No se evidencia documentación correspondiente al cálculo de flujo lumínico por zona.

Interruptores: La ubicación de los interruptores se encuentra en los planos entregados

como documentación adjunta, los interruptores son de tipo unipolar, y ubicados en los accesos de cada zona, la cantidad de interruptores sencillos es de 23, dobles son 35, y triples es 1.

Tomacorrientes regulados: la edificación tiene sistemas de energía UPS para sostener la carga de ciertos equipos especiales, existen 165 distribuidos en la edificación.

Salidas de emergencia: NSR-10 (Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente) – Título J: "Instalaciones Eléctricas"

3.2 Artículo J.4.5.2 (Alumbrado de Emergencia):

Establece que las rutas de evacuación, escaleras y áreas de reunión pública (como aulas universitarias) deben contar con alumbrado de emergencia.

Requiere que las **salidas de emergencia** estén señalizadas y con iluminación autónoma (baterías o generador).

3.3 Retie (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) – Resolución 90708 de 2013 Artículo 17.5 (Sistemas de Emergencia):

- Exige que las instituciones educativas (incluyendo universidades) tengan sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) o generadores para iluminación de emergencia.
- Señala que las **rutas de evacuación** deben estar libres de obstáculos y con señalización fotoluminiscente.

3.3.1 *Decreto 1072 de 2015 (Reglamento de Seguridad contra Incendios)*

3.3.1.1 Capítulo 4 (Evacuación):

Indica que, en edificaciones educativas, la distancia máxima para llegar a una **salida de emergencia** no debe superar **30 metros** (en condiciones normales) y **20 metros** en zonas de alto riesgo.

Requiere **mínimo 2 salidas de emergencia independientes** por piso en edificios con más de 50 ocupantes (como aulas universitarias).

Norma Técnica Colombiana NTC 2050 (Basada en el NEC)

Sección 700 (Sistemas de Alimentación de Emergencia):

Define los requisitos para circuitos de emergencia, incluyendo iluminación y señalización.

3.3.1.2 Análisis del Caso: Institución Universitaria con Solo 4 Salidas de Emergencia

Según las normas colombianas, **4 salidas de emergencia son insuficientes** para una universidad, ya que:

☑ **Criterios de Cantidad Mínima**:

NSR-10 y Decreto 1072 exigen que cada piso con más de **50 personas** tenga **al menos 2 salidas independientes**.

En una universidad, dependiendo del número de pisos y ocupantes, podrían requerirse **más salidas** (ej.: una edificación de 3 pisos con 300 personas necesitaría al menos **6 salidas**).

☑ **Señalización y Alimentación Eléctrica**:

Las salidas deben tener **iluminación autónoma (baterías de 90 min mínimo)** y señalización fotoluminiscente (**Retie Art. 17.5**).

4 RECOMENDACIONES TÉCNICAS PARA CUMPLIR CON LAS NORMAS

4.1 Realizar un estudio de ocupación y rutas de evacuación:

Calcular el número de personas por piso y verificar que la distancia a las salidas no exceda **20-30 metros**.

4.2 Aumentar el número de salidas de emergencia:

Ubicar salidas adicionales en zonas críticas (ej.: aulas grandes, laboratorios, bibliotecas).

4.3 Verificar sistemas de alimentación:

Garantizar que las salidas existentes tengan **iluminación de emergencia con baterías o generador** (**Retie Art. 17.5**).

4.4 Incluir señalización clara:

Usar señales fotoluminiscentes según **NTC 2066 (Señalización de Seguridad)**.

4.5 Documentar y certificar:

Presentar planos actualizados ante la **Secretaría de Planeación** y bomberos para aprobación.

5 MEDICIÓN DE CALIDAD DE ENERGÍA Y ESTADO DE LA SUBESTACIÓN.

La **calidad de la energía eléctrica (CEL)** se refiere a qué tan constante, confiable y libre de alteraciones es el suministro eléctrico, ya sea proveniente del operador de red, de un sistema de generación propio, o de ambos si están sincronizados. También incluye qué tan adecuada es la corriente que la instalación demanda, para asegurar un funcionamiento eficiente y seguro del sistema eléctrico. Evaluar la calidad de la energía permite identificar qué tan resistente es la instalación a problemas eléctricos que pueden afectar el desempeño de los equipos. Estos problemas pueden presentarse de forma continua (como **armónicos**, **subidas o bajadas de voltaje** de corta o larga duración, según la norma **IEEE 1159-1995**) o de forma transitoria (como **picos de voltaje** o **variaciones rápidas**).
Al medir estos indicadores, se pueden diseñar soluciones técnicas efectivas que protejan la instalación y aseguren que todos los equipos funcionen correctamente, sin interrupciones ni daños, garantizando así la confiabilidad y continuidad del servicio eléctrico.



Ilustración 1. Tablero principal de subestación.

En la **Ilustración 1** se aprecia el punto de conexión del **analizador de redes** instalado en el **tablero principal**. Durante la inspección técnica se identificó que este tablero presenta condiciones inadecuadas para su operación segura y confiable. Se evidencia una **acumulación significativa de polvo**, presencia de **humedad**, **olor a ozono** —indicativo de **descargas parciales** o **efectos corona**— y **oxidación severa** en componentes metálicos de la celda.
Estas condiciones ambientales y de mantenimiento pueden derivar en **fallas eléctricas importantes**, entre las que se incluyen:

- **Incremento en la resistencia de contacto**, generando puntos calientes y riesgo de incendio.
- **Fallas de aislamiento** por efecto de la humedad y polvo, lo cual puede provocar **cortocircuitos** o **disparos intempestivos de protecciones**.
- **Disminución de la vida útil de los componentes eléctricos**, debido al deterioro por corrosión.
- **Pérdida de continuidad en el servicio** por activación de sistemas de protección ante condiciones anormales de operación.
- **Riesgo eléctrico para el personal**, en caso de mantenimiento o manipulación del tablero.

Se recomienda realizar una intervención correctiva inmediata que incluya **limpieza profunda, inspección dieléctrica de aislamientos, corrección de la ventilación del recinto** y, de ser necesario, **reemplazo de componentes deteriorados**, para restaurar las condiciones de seguridad y confiabilidad del sistema.

6 ANÁLISIS DE VARIACIÓN DE TENSIÓN DE ALIMENTACIÓN

6.1 **Objetivo**:

Evaluar la variación de tensión en el sistema eléctrico respecto al valor nominal de 120 VAC (monofásico), verificando su cumplimiento con los límites establecidos en la Norma Técnica Colombiana NTC 1340.

6.2 Normativa de Referencia:

NTC 1340: Establece variaciones máximas de +5% (126 VAC) y -10% (108 VAC). IEEE 519:

Prácticas para medición de calidad de energía.

NTC 5001: Métodos de medición de parámetros eléctricos.

6.3 Metodología

MEDICIÓN	
Objetivo	Estudio de cargabilidad
Descripción de lugar medida	Tablero de distribución principal
Hora de inicio	4/03/2025 10:50:00,000
Hora de parada	8/03/2025 9:59:59,963
Duración	3 días 23 h 9 m 59 s 963 ms
Intervalo	10 minutos
Conexión	3 fases 4 hilos
Tensión nominal	124,00 V
Frecuencia nominal	60,00 Hz
Tipo de sistema	Sistemas con conexión síncrona
Incluir datos marcados	Incluido
Período de medición efectivo	100,00 %
Límites de EN50160	BT
Condiciones de operación	Normal

6.4 Resultados

Variación registrada: Oscilación entre 115 VAC y 124 VAC.

Cumplimiento normativo: Valores dentro del rango +5% / -10% (NTC 1340). Sin eventos de sobretensión/subtensión críticos.

7 ANÁLISIS TÉCNICO

Estabilidad del suministro: Las fluctuaciones se atribuyen a variaciones típicas de la red de distribución.

7.1 Riesgos detectados:

Caídas de tensión locales del 3.2% en circuitos largos (verificar calibre de conductores, NTC 2050, Sección 210.19). Leve impacto en eficiencia de motores (< 2% de pérdida).

7.2 Recomendaciones

7.3 Acciones preventivas:

Implementar monitoreo remoto con analizadores fijos (protocolo IEC 61850). Realizar mantenimiento predictivo cada 6 meses para evaluar degradación de la red.

7.4 Conclusión

El sistema eléctrico cumple con los límites de variación de tensión exigidos por la NTC 1340, garantizando operación segura y confiable. Sin embargo, se recomienda aplicar medidas correctivas para mitigar caídas locales y asegurar la estabilidad a largo plazo.

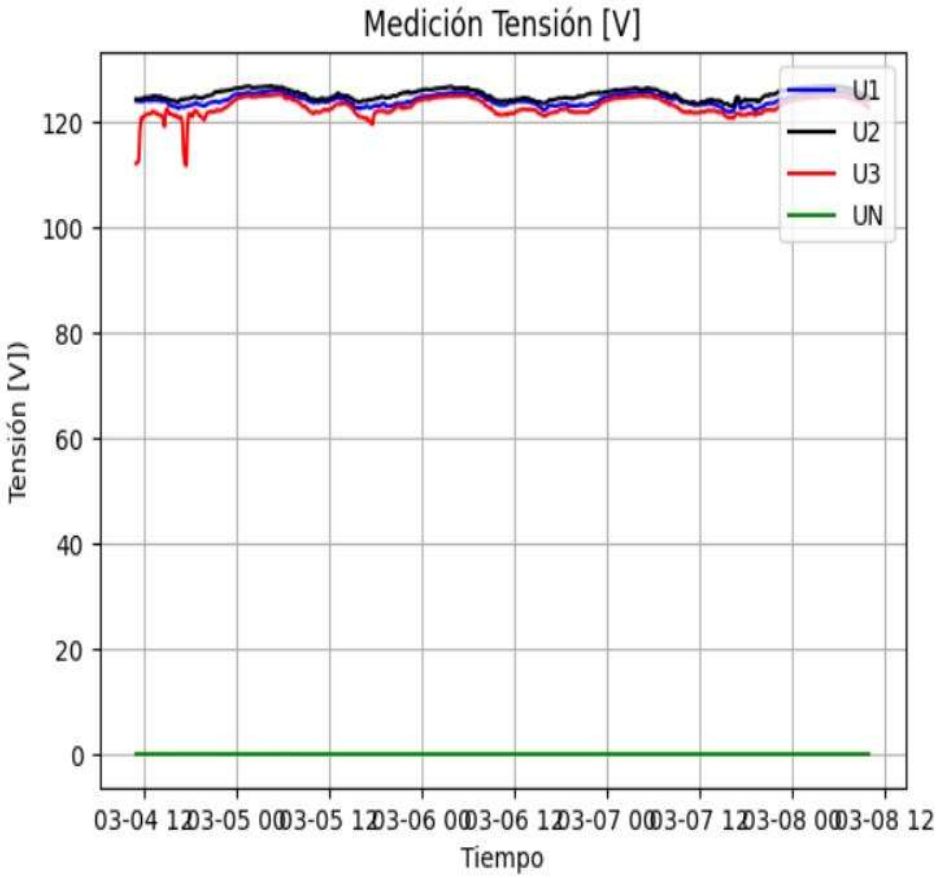
Nota: Para ampliar detalles metodológicos o resultados específicos, consulte el Anexo A (Datos

Crudos de Mediciones) y Anexo B (Certificados de Calibración).

Ilustración 2. Código para Graficas tiempo Vs Tensión

```
[ ]  import pandas as pd
     import numpy as np
     import matplotlib.pyplot as plt

     dato= pd.read_excel('/content/TABLA_EN_EXCELL.xlsx', sheet_name= "Mediciones", )
     plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['U1(Med) [V]'], 'blue' )
     plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['U2(Med) [V]'], 'black')
     plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['U3(Med) [V]'], 'red')
     plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['UN(Med) [V]'], 'green')
     plt.title('Medición Tensión [V]')
     plt.xlabel('Tiempo')
     plt.ylabel('Tensión [V])')
     plt.legend(['U1', 'U2', 'U3', 'UN'], loc='upper right')
     plt.grid()
     plt.show()
```



La ilustración muestra el comportamiento de la tensión durante la evaluación del sistema. Después de aplicar las normas no da como resultado:

Ilustración 3. Grafica tiempo Vs Tensión

Tabla 1. Tabla de evaluación de nivel de tensión.

8 EVALUACIÓN DE DESBALANCE DE TENSIÓN

Determinar el nivel de desbalance de tensión en el sistema trifásico, verificando su cumplimiento con el límite máximo del **2%** establecido en la **Norma Técnica Colombiana NTC 1340 (Calidad de la energía eléctrica)**.

8.1 Normativa de Referencia

- **NTC 1340**: Límite máximo admisible = **2%** (incumplimiento afecta motores, transformadores y equipos sensibles).**IEEE 1159**: Guía para monitoreo de calidad de energía.

8.2 Metodología

Requisitos		Medida	Estado
111,60 – 136,40 V	99,00 % del intervalo (semana)	118,62 – 126,84 V	Pasa
105,40 – 136,40 V	100,00 % del intervalo (semana)	111,78 – 126,93 V	Pasa

8.3 Instrumentación:

Analizadores de redes clase A (certificados bajo **NTC 5001**), con medición simultánea de tensiones fase-fase y fase-neutro.

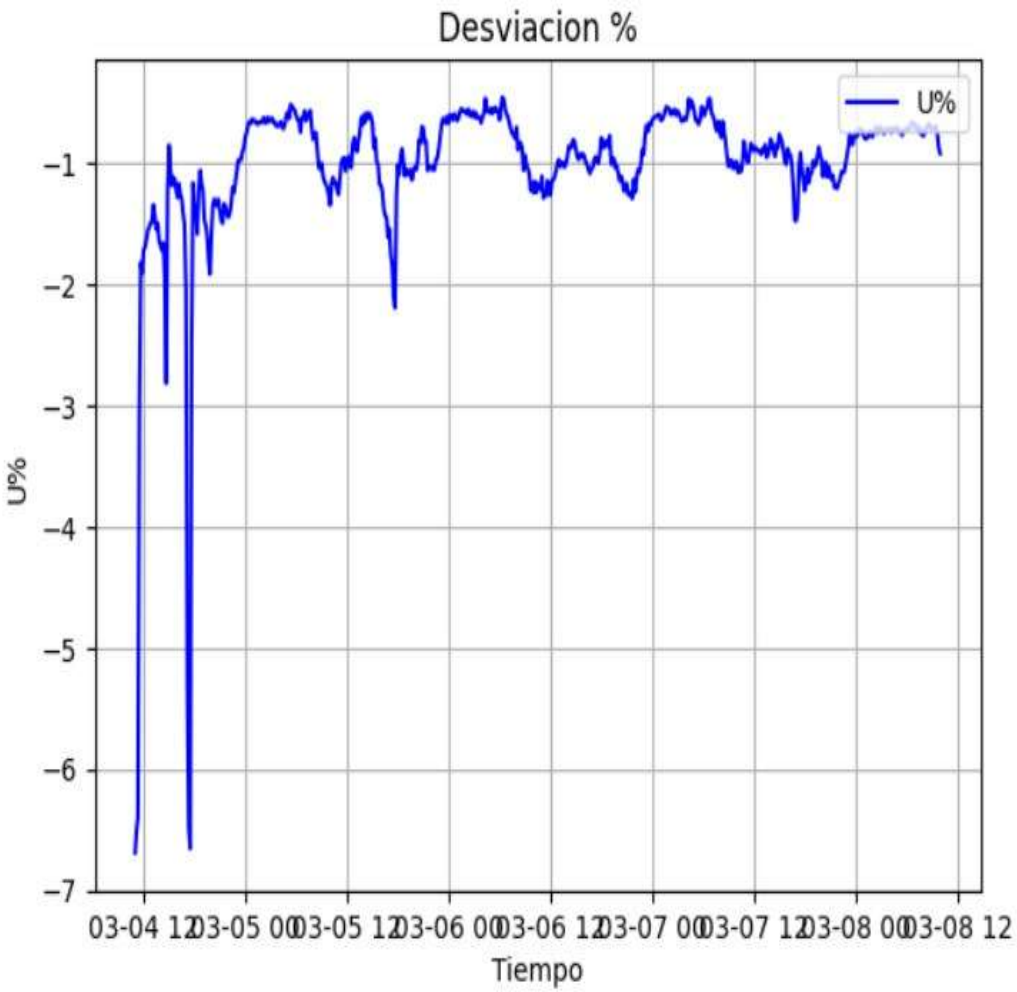
8.4 Procedimiento:

```
prom=(dato['U1(Med) [V]']+dato['U2(Med) [V]']+dato['U3(Med) [V]'])/3
x=[]
for i in range(len(dato['U1(Med) [V]'])):
  x.insert(i,min(dato['U1(Med) [V]'][i], dato['U2(Med) [V]'][i], dato['U3(Med) [V]'][i]))
u=((x-prom)/prom)*100
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], u, 'blue' )
plt.title('Desviacion %')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('U%')
plt.legend(['U%'], loc='upper right')
plt.grid()
plt.show()
PR=np.median(u)
print(PR)
```

- Registro continuo de tensiones por fase (**L1, L2, L3**) durante **3 días, 23 horas, 9 minutos**.
- Cálculo del desbalance en intervalos de **10 minutos** para identificar variaciones transitorias.

8.5 Resultados

Ilustración 4. código para cálculo de desbalance
Ilustración 5. grafica de desbalance porcentual, con datos atípicos.



-0.8784107312892961

- **Desbalance promedio**: **0.87%**.
- **Eventos críticos**: 1 caída de tensión L3 proveedor de red.

8.6 Análisis Técnico

- **Cumplimiento normativo**: Los valores se encuentran dentro del límite del **2%**, lo que garantiza:

Operación eficiente de motores trifásicos (evitando sobrecalentamiento).
Prevención de pérdidas adicionales en transformadores.

Tabla 2. Desbalance Porcentual, máximo 2%

Requisitos		Medida	Estado
u· < 2,00 %	95,00% del intervalo (semana)	0,20 – 1,07 %	Pasa

8.7 Conclusión

El sistema eléctrico evaluado **cumple con el límite de desbalance de tensión del 2%** (NTC 1340), lo que minimiza riesgos operativos y pérdidas energéticas. No obstante, se recomienda implementar medidas de balanceo activo para optimizar la eficiencia a largo plazo.

9 VARIACIÓN DE CORRIENTE POR FASE

```
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['I1(Med) [A]'], 'blue' )
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['I2(Med) [A]'], 'black')
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['I3(Med) [A]'], 'red')
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['IN(Med) [A]'], 'green')
plt.title('Medición Corriente [A]')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Corriente [A])')
plt.legend(['I1', 'I2', 'I3', 'IN'], loc='upper right')
plt.grid()
plt.show()
```

Ilustración 6. Código para análisis de comportamiento de corrientes.

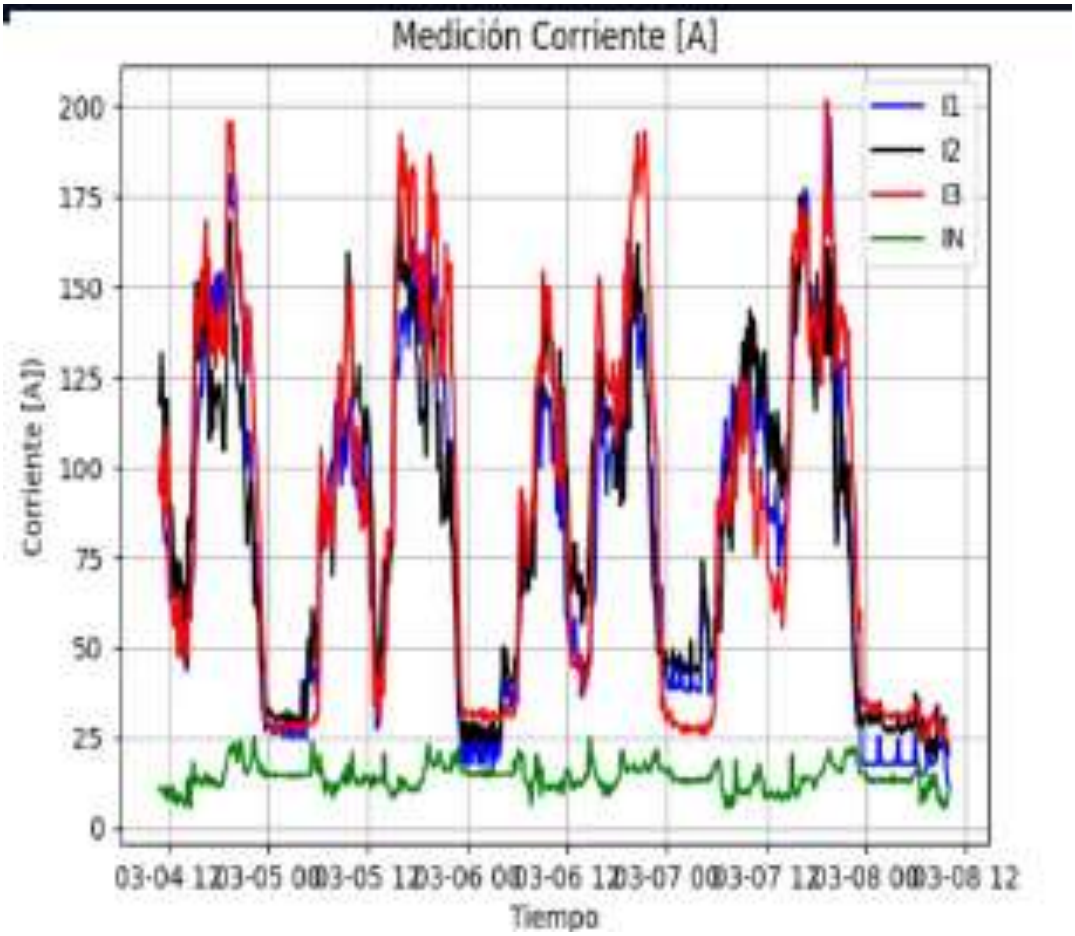


Ilustración 7. resultado de comportamiento de corrientes.

La **variación de corriente** describe el consumo registrado en cada una de las fases del sistema, lo que constituye el **perfil de carga** de la instalación.
En la gráfica de perfil de carga se observa que la **fase L3** presenta el **mayor consumo de corriente**, mientras que **L1** y **L2** muestran valores inferiores. Este desequilibrio de corriente entre fases indica un **desbalance de carga** en el tablero de distribución, lo cual puede generar:

- **Sobrecarga localizada** en la fase más demandada, aumentando la temperatura en conductores y empalmes.
- **Disparos intempestivos** de protecciones termomagnéticas debido a corrientes de desequilibrio.
- **Pérdidas de energía** y menor eficiencia del sistema, por corrientes circulantes internas.

```
i3max=dato['I3(Med) [A]'].max()
indice= dato['I3(Med) [A]'].idxmax()
i3min=dato['I3(Med) [A]'].min()
indice2= dato['I3(Med) [A]'].idxmin()
tiempo=dato['Hora [UTC]'][indice]
tiempo2=dato['Hora [UTC]'][indice2]
print(tiempo, i3max, "eeeeeeeeeee", tiempo2, i3min)

inmax=dato['IN(Med) [A]'].max()
indice= dato['IN(Med) [A]'].idxmax()
inmin=dato['IN(Med) [A]'].min()
indice2= dato['IN(Med) [A]'].idxmin()
tiempo=dato['Hora [UTC]'][indice]
tiempo2=dato['Hora [UTC]'][indice2]
print(tiempo, inmax, "rrrrrrrrrrr", tiempo2, inmin)
```

Ilustración 8 .código para encontrar máximos y mínimos de corriente para L1 y L2

2025-03-07 19:40:00 196.663101 xxxxxxxx 2025-03-08 10:00:00 11.53834

2025-03-07 19:20:00 171.423027 rrrrrrrrrrr 2025-03-08 08:20:00 18.99431

Ilustración 9. Máximo valor de corriente y Mínimo valor de corriente para L1

Ilustración 10. Máximo y Mínimo valor de corriente para L2

```
i3max=dato['I3(Med) [A]'].max()
indice= dato['I3(Med) [A]'].idxmax()
i3min=dato['I3(Med) [A]'].min()
indice2= dato['I3(Med) [A]'].idxmin()
tiempo=dato['Hora [UTC]'][indice]
tiempo2=dato['Hora [UTC]'][indice2]
print(tiempo, i3max, "eeeeeeeeeee", tiempo2, i3min)

inmax=dato['IN(Med) [A]'].max()
indice= dato['IN(Med) [A]'].idxmax()
inmin=dato['IN(Med) [A]'].min()
indice2= dato['IN(Med) [A]'].idxmin()
tiempo=dato['Hora [UTC]'][indice]
tiempo2=dato['Hora [UTC]'][indice2]
print(tiempo, inmax, "rrrrrrrrrrr", tiempo2, inmin)
```

2025-03-07 19:20:00 201.403107 eeeeeeeeeee 2025-03-08 10:00:00 23.15933

Ilustración 11. código para máximos y mínimos de corrientes L3 y Ln

2025-03-04 22:20:00 25.184019 rrrrrrrrrrr 2025-03-08 09:20:00 5.633907

Ilustración 12. Máximo y mínimo valor de corriente para L3.

Ilustración 13. máximo y mínimo valor de corriente para Ln.

Se recomienda:

1. **Revisar y redistribuir** las cargas conectadas, de modo que el consumo por fase sea lo más homogéneo posible.

2. **Verificar seccionamiento** y ajustes de protecciones para asegurar que respondan correctamente ante corrientes de desequilibrio.
3. **Monitorear periódicamente** el perfil de carga tras la confirmar redistribución, para el equilibrio y anticipar nuevas cargas futuras.

10 EVALUACIÓN DE FRECUENCIA Y ESTABILIDAD DE TENSIÓN

Verificar que la **frecuencia del sistema** y los niveles de **tensión en estado estacionario** cumplan con los límites establecidos en la **Norma Técnica Colombiana NTC 1340**, asegurando la operación segura y eficiente de los equipos conectados. **Definiciones**

10.1 Técnicas

- **Frecuencia**: Número de ciclos por segundo de una onda sinusoidal de corriente alterna (CA). Valor nominal en Colombia: **60 Hz**.
- **Estabilidad de tensión**: Rango permisible de variación de tensión durante operación en estado estacionario a frecuencia nominal:

Límites: $0.9 \times V\text{nominal} \leq V\text{medido} \leq 1.1 \times V\text{nomina}$ lLímites: $0.9 \times V\text{nominal} \leq V\text{medido} \leq 1.1 \times V\text{nominal}$

Para una tensión nominal de **120 VAC**, el rango permitido es **108 VAC – 132 VAC**.

10.2 Normativa de Referencia

- **NTC 1340**: Límites de variación de tensión en estado estacionario (±10%).
- **CREG 015 (2018)**: Regulación de frecuencia en el Sistema Interconectado Nacional (SIN) a **60 Hz ± 0.5 Hz**.

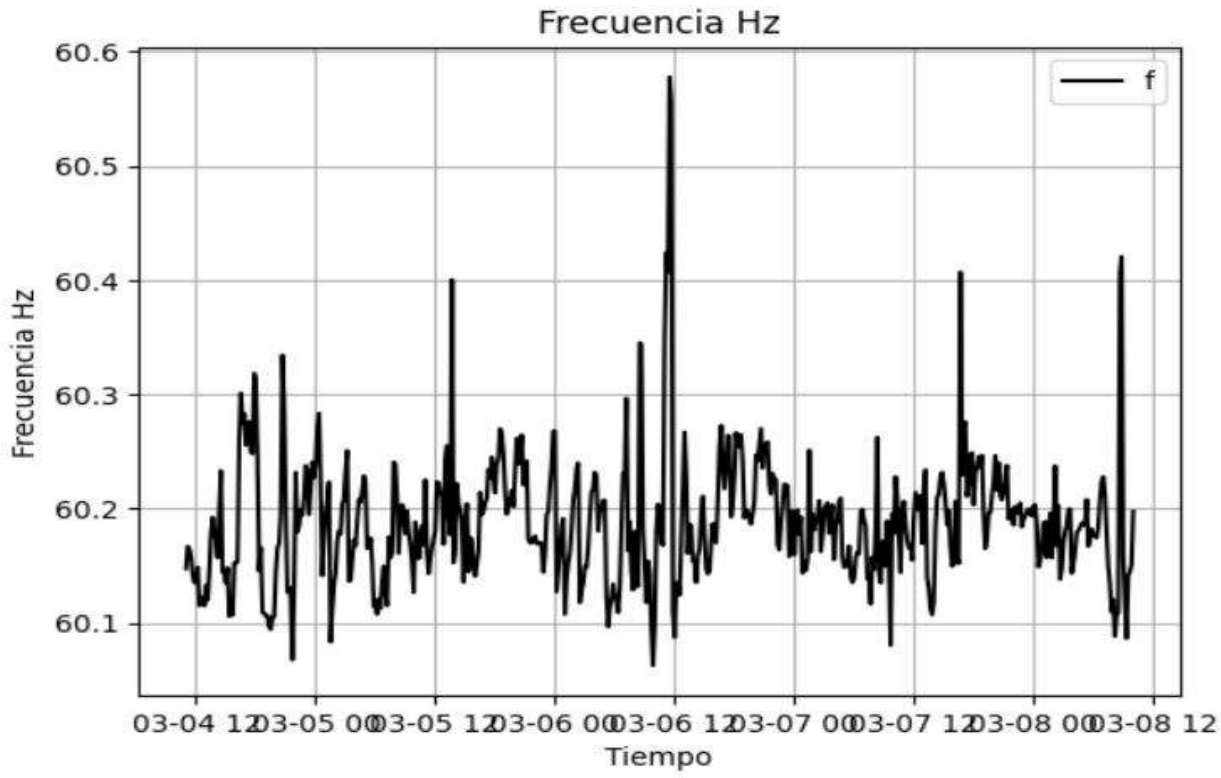
10.3 Metodología

- **Procedimiento**:
  - o Mediciones continuas durante **72 horas** en la acometida principal. o Filtrado de datos para excluir transitorios (< 1 ciclo).

10.4 Resultados

```
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['f(Max) [Hz]'], 'black')
plt.title('Frecuencia Hz')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Frecuencia Hz')
plt.legend(['f'], loc='upper right')
plt.grid()
plt.show()
print(np.mean(dato['f(Max) [Hz]']))
```

Ilustración 14. codigo para frecuencia




```
60.18893958318739
```

Ilustración 15. resultados de tablas de frecuencias con media.

10.5 Frecuencia:

- Promedio: **60.18 Hz**.
- Rango registrado: **59.98 Hz – 60.5 Hz** (dentro de **60 Hz ± 0.5 Hz**). ·

10.6 Acciones preventivas:

- Implementar sistemas de monitoreo en tiempo real con alarmas para: ▪ Frecuencia fuera de **60 Hz ± 0.3 Hz**.
  ▪ Tensión fuera de **110–125 VAC** (umbral preventivo).

10.7 Conclusión

El sistema eléctrico evaluado **cumple con los estándares de frecuencia (60 Hz ± 0.5 Hz)** y **estabilidad de tensión (±10%)** establecidos en la normativa colombiana. No se identificaron riesgos operativos, pero se sugiere optimizar los márgenes de seguridad para garantizar resiliencia ante eventos extremos.

11 EVALUACIÓN DEL FACTOR DE POTENCIA

Analizar el comportamiento del **factor de potencia (FP)** del sistema eléctrico, identificando desviaciones respecto al rango recomendado (**90% – 100% inductivo**) y proponer medidas correctivas para evitar penalizaciones por energía reactiva, en caso de aplicación de tarifas por parte del operador de red.

11.1 Rango óptimo:

- **90% – 100% inductivo**: Equilibrio entre eficiencia energética y estabilidad del sistema.
- **FP < 90%**: Indica exceso de energía reactiva inductiva (motores, transformadores), generando pérdidas y sobrecargas.

11.2 Normativa de Referencia

- **RETIE (Art. 13.3)**: Recomienda un FP ≥ 90% para instalaciones conectadas a redes públicas.
- **Resolución CREG 015 (2018)**: Establece tarifas por energía reactiva inductiva/capacitiva excedente en grandes consumidores.
- **IEEE 519**: Guía para mejora del FP y mitigación de armónicos.

11.3 Metodología

- **Instrumentación**:
  - Analizadores de redes clase A con registro de FP en intervalos de **1 minuto**.
  - Mediciones realizadas en puntos críticos: tableros generales y cargas inductivas (motores, HVAC).

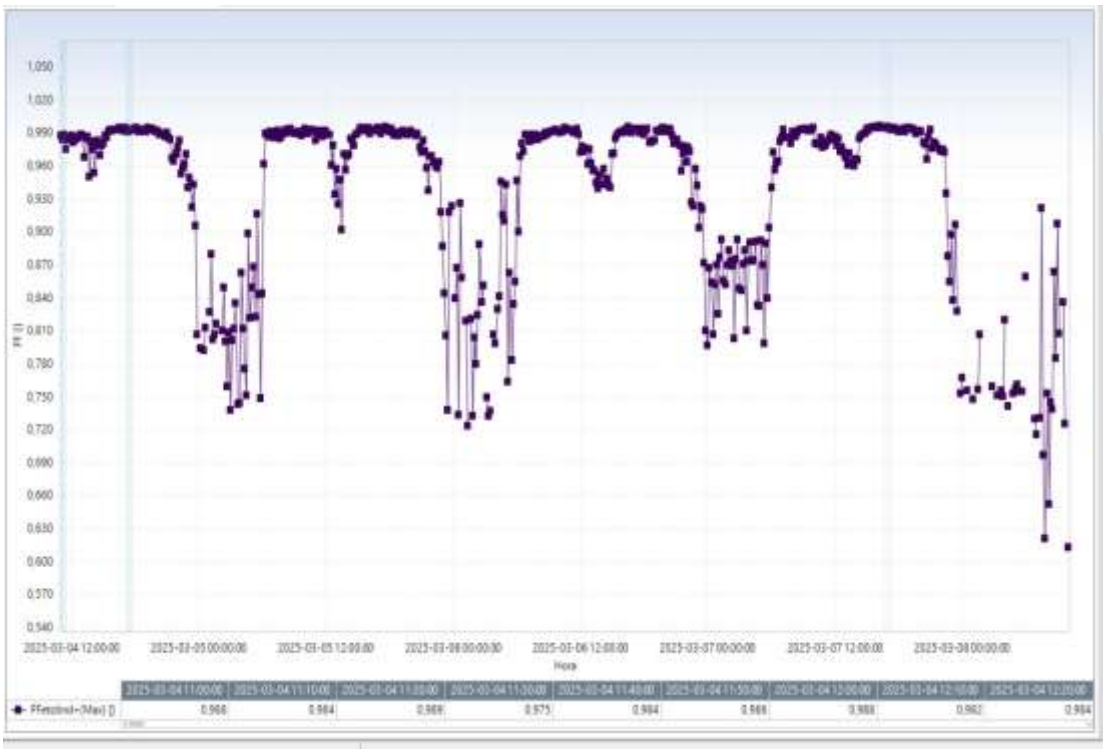
- **Procedimiento**:
  - Monitoreo continuo duran para capturar variaciones horarias y de carga.

11.4 Resultados

```
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['PFetotcap+(Max) []'], 'red')
plt.title('Factor de potencia')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('FP')
plt.legend(['FP'], loc='upper right')
plt.grid()
plt.show()
```

Ilustración 16. codigo paara FP

Ilustración 17. resultados de FP.



11.5 Análisis Técnico

- **Causas del FP bajo**:
  - **Cargas inductivas no compensadas**: Motores operando en vacío o a baja carga.
  - **Desbalance de fases**: Contribución desigual de reactivos por fase.
  - **Armónicos**: Distorsión en corriente aumentando la potencia aparente ·

11.6 Riesgos:

- **Penalizaciones económicas**: Si el operador de red aplica cobros por reactivos excedentes (ej.: >30% de la energía activa).
- **Pérdidas técnicas**: Incremento de corriente y calentamiento en conductores (≈ **15% más pérdidas** con FP = 0.82).

11.7 Recomendaciones

11.7.1 Acciones Correctivas Urgentes

Instalar bancos de capacitores automáticos:

- **Ventaja**: Compensan reactivos inductivos en tiempo real, manteniendo FP ≥ 95%.
- **Especificaciones**:
  - Controlador con medición de FP y conmutación por tiristores (respuesta < 1 ciclo).
  - Protección contra resonancia (filtros antiarmónicos si THDv > 5%). 2.

Optimizar operación de motores:

- Desconectar motores en vacío.
- Usar variadores de frecuencia (VFD) para ajustar carga y reducir reactivos.

11.7.2 Acciones Preventivas

- **Estudio de compensación detallado**:
  - Simulación de escenarios con software (ej.: ETAP, SKM PowerTools) para dimensionar bancos de capacitores.
- **Monitoreo continuo**

11.8 Conclusión

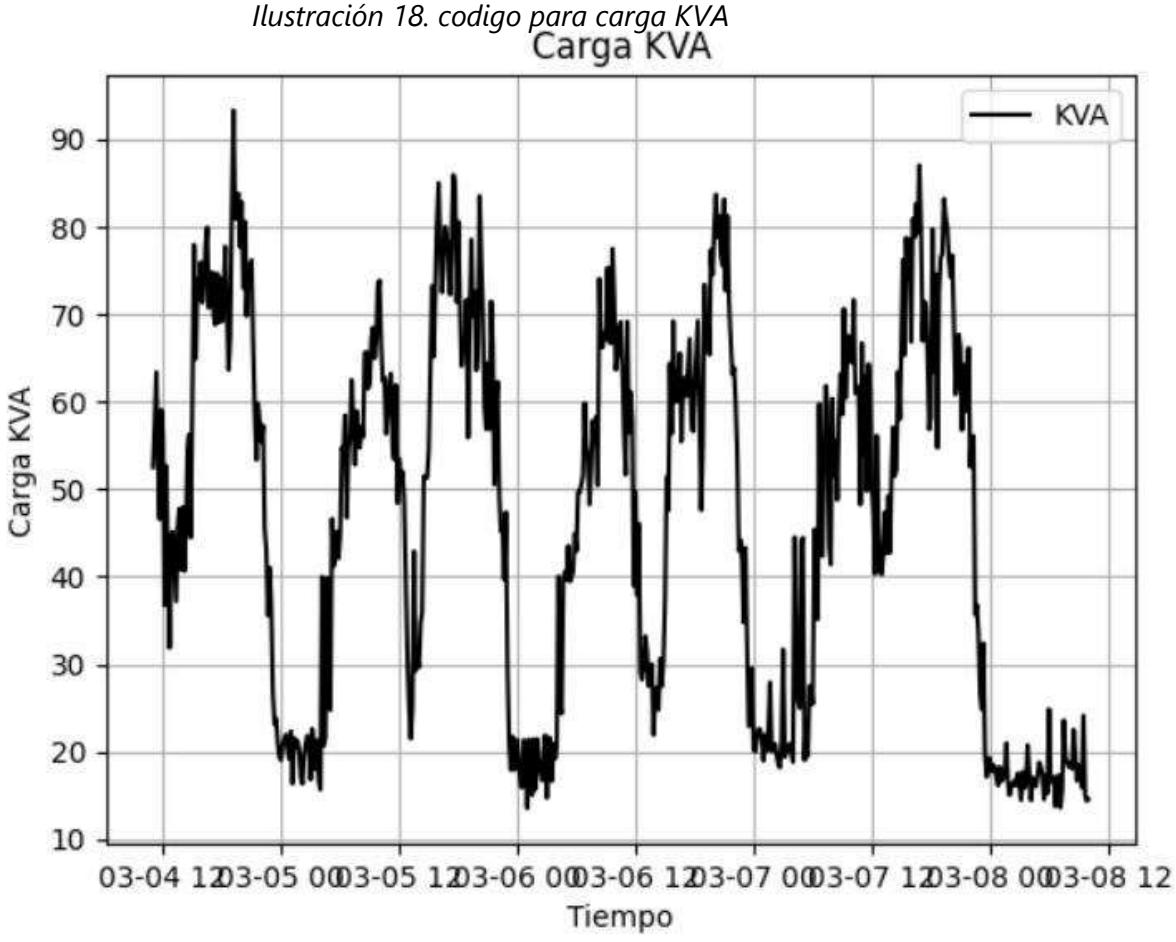
El sistema eléctrico presenta **episodios recurrentes de FP < 90%**, lo que incrementa el riesgo de penalizaciones y pérdidas técnicas. Si el operador de red implementa cobros por reactivos, se justifica económicamente la instalación de **compensadores automáticos de energía reactiva**. Una corrección proactiva del FP no solo evitará costos adicionales, sino que mejorará la eficiencia energética global.

12 CARGABILIDAD

La cargabilidad máxima del sistema eléctrico durante el tiempo de medición es de 93.29 kVA.

```
plt.plot(dato['Hora [UTC]'], dato['S+tot+(Max) [kVA]'], 'red', )
plt.title('Carga KVA')
plt.xlabel('Tiempo')
plt.ylabel('Carga KVA')
plt.legend(['KVA'], loc='upper right')
plt.grid()
plt.show()
print(max(dato['S+tot+(Max) [kVA]']))
```

Ilustración 18. codigo para carga KVA




```
93.286781
```

Ilustración 19. comportamiento de carga, maxima carga simultanea.

12.1 Análisis de Dimensionamiento del Transformador

Evaluar la adecuación del transformador de **300 kVA** frente a la carga máxima simultánea registrada (**93.26 kVA**), identificando riesgos operativos y oportunidades

de optimización energética.

12.2 Definiciones Técnicas

- **Carga máxima simultánea**: Demanda máxima de potencia (kVA) que el sistema requiere en un instante dado.
- **Factor de carga**: Relación entre la carga promedio y la capacidad nominal del transformador.

Factor de carga= 31.09%

12.3 Normativa de Referencia

- **RETIE (Art. 10.5.2)**: Recomienda que los transformadores operen entre **30% y 85%** de su capacidad nominal para equilibrar eficiencia y vida útil.
- **NTC 5001**: Eficiencia energética en transformadores de distribución. ·**IEEE C57.91**: Guía para carga y envejecimiento de transformadores.

12.4 Análisis Técnico

12.4.1 Situación Actual

·**Capacidad del transformador**: 300 kVA.
·**Carga máxima simultánea**: 93.26 kVA (**31.09%** de la capacidad).
Factor de carga: Muy bajo (<35%), lo que indica **subutilización severa**. Riesgos y Problemáticas

12.4.2 Ineficiencia energética:

o Transformadores operando por debajo del **30%** de carga sufren mayores **pérdidas en vacío (no-load losses)**, reduciendo su eficiencia (η < 95%).
o Ejemplo: Un transformador de 300 kVA con pérdidas en vacío de **1.2 kW** consume **28.8 kWh/día** innecesarios.

12.4.3 Sobredimensionamiento económico:

o Costos iniciales elevados por capacidad no utilizada. o Tarifa de demanda contratada inflada (si aplica).

12.4.4 Posibles causas del sobredimensionamiento:

o Cálculos iniciales con factores de seguridad excesivos (>2.5). o Expectativas de crecimiento de carga no realizadas.
o Necesidad de soportar corrientes de arranque de motores (aunque esto no justifica un transformador 3x mayor).

12.5 Recomendaciones

12.5.1 Acciones Correctivas

Reemplazar el transformador:
o Instalar un transformador de **150 kVA** (ajustado al 62% de carga máxima, dentro del rango óptimo del RETIE).
Ahorro estimado:
Reducción de pérdidas en vacío: ≈ **0.8 kW** (≈ **19.2 kWh/día**). ▪ Disminución de costos de mantenimiento y depreciación.
Compartir carga con otro sistema:

Si el transformador alimenta múltiples edificios, redistribuir cargas para aprovechar su capacidad.

Compensación de energía reactiva:

Mejorar el factor de potencia para reducir la demanda aparente (kVA), ajustando la carga al transformador existente.

12.5.2 Acciones Preventivas

Estudio de expansión: Si el sobredimensionamiento fue intencional (ej.: crecimiento futuro), realizar proyecciones de carga a 5-10 años.

Monitoreo continuo: Usar analizadores de redes para detectar cambios en la demanda y reaccionar proactivamente.

12.6 Conclusión

El transformador de **300 kVA** está **severamente sobredimensionado** para la carga actual (**31.09%** de uso), generando ineficiencias operativas y costos elevados. La solución técnica y económicamente óptima es reemplazarlo por un equipo de **150 kVA**, garantizando cumplimiento normativo y ahorros energéticos.

13 HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES DEL LEVANTAMIENTO ELÉCTRICO

13.1 Capacidad de Expansión del Sistema Eléctrico · **Transformador existente**: 300 kVA.

13.2 Carga máxima registrada: 93.26 kVA (operación continua).

·Margen de crecimiento disponible:

13.3 Capacidad residual:

206.74 kVA (≈ 69% de la capacidad nominal).

Factor de carga actual: 31.09% (RETIE recomienda operación entre 30-85% para equilibrio eficiencia-vida útil).

13.3.1 Conclusión técnica:

El sistema eléctrico **tiene capacidad para más del doble de la carga actual** (hasta ≈ 250 kVA), previa verificación de:

Conductores y protecciones aguas abajo (calibre, capacidad de ruptura).

Equilibrio de fases y compensación de reactivos.

13.4 Estado Crítico de la Subestación Eléctrica Hallazgos Principales

13.4.1 Condiciones ambientales inadecuadas:

Humedad recurrente, oxidación en estructuras y sulfatación en bornes (incumplimiento del **RETIE Art. 12.4**).

Riesgo de falla de aislamiento y corrosión galvánica.

13.5 Deficiencias en infraestructura civil:

Ausencia de pintura epóxica anticorrosiva en pisos (**NTC 2278**). o Falta de puerta antipánico (**NSR-10, Titulo J.4.5.4**).

Iluminación normal y de emergencia insuficiente (**NTC 2050, Sección 700**).

13.5.1 No conformidades en seguridad:

o Ventilación inadecuada (**RETIE Art. 12.4.2**: flujo de aire ≥ 0.1 m^3/s por kW de pérdidas).

13.5.2 o Ausencia de señalización de riesgo eléctrico (**NTC 2066**). **Acciones Urgentes**

Trabajo civil prioritario:

1. Impermeabilización de muros y pisos con membrana asfáltica + pintura epóxica conductiva.
2. Instalación de puerta metálica antipánico con cerradura de seguridad. 3. Sistema de drenaje para evitar acumulación de agua.

13.5.3 · Equipamiento crítico:

o Iluminación de emergencia autónoma (baterías de 90 minutos, **NTC 2050-700**). o Extractores de aire con termostato para control de humedad y temperatura.

13.6 Rediseño Integral del Sistema Eléctrico (Aguas Abajo del Transformador) Alcance del Nuevo Diseño

13.6.1 Gabinetes y tableros principales:

Reemplazar el gabinete actual por uno **NEMA 4X (IP66)** con: ▪ Canales de ventilación forzada.

Barras de distribución de cobre estañado (60 kA de capacidad de cortocircuito).

Ubicar tableros en zonas accesibles y libres de humedad (**RETIE Art. 12.3**).

13.6.2 Circuitos y protecciones:

13.6.2.1 Coordinación selectiva:

Interruptores termomagnéticos con curva **C (cargas industriales)** y **B (iluminación)**.

Diferenciales de alta sensibilidad (30 mA) en áreas húmedas (**RETIE Art. 17.5**).

13.7 Separación de circuitos:

▪ Criticidad alta (laboratorios, servidores): Alimentación por UPS + generador.

▪ Criticidad media (aulas, oficinas): Circuitos monofásicos con protecciones independientes.

13.8 Sistema de emergencia:

13.8.1 Alimentación crítica:

▪ UPS de 100 kVA con autonomía de 30 minutos para salidas de emergencia y equipos vitales.

▪ Generador diésel de 250 kVA (arranque automático en <10 segundos).

13.8.2 Iluminación de emergencia:

▪ Balizas LED con batería integrada, ubicadas cada 15 m en rutas de evacuación (**NSR-10, Titulo J**).

13.8.3 Documentación técnica obligatoria: o Planos:

▪ Unifilares con simbología ANSI.

▪ Layout de tableros y rutas de cableado (CAD eléctrico).

13.8.4 Memorias de cálculo:

▪ Cargas eléctricas por circuito (software CYME o ETAP).

▪ Cortocircuito y coordinación de protecciones (norma IEEE 242).

13.8.5 Certificaciones:

▪ Pruebas de resistencia de aislamiento (>1 MΩ, **RETIE Anexo 1**).

▪ Certificado de puesta a tierra (<25 Ω, método de caída de potencial).

13.9 Cumplimiento Normativo Prioritario

RETILAP (Resolución 90398 de 2013):
Distancias mínimas entre componentes (>1.5 m entre transformador y paredes).
Señalización de alto voltaje en puertas y equipos. ·
RETIE:
Canalizaciones eléctricas libres de soldaduras (uso de conectores certificados).
Distancias de seguridad en cuartos eléctricos (>1 m de acceso frontal).

13.10 Conclusión General El proyecto exige:

13.10.1 **Intervención inmediata en la subestación** para mitigar riesgos de cortocircuito y corrosión.

13.10.2 **Diseño eléctrico integral** que garantice escalabilidad, seguridad y eficiencia energética, alineado con:

- o **RETIE**: Seguridad de personas y equipos.
- o **NSR-10**: Protección contra incendios y evacuación. o **NTC 2050**: Calidad en instalaciones universitarias.

13.10.3 **Inversión en sistemas de emergencia y UPS** para asegurar continuidad operativa en entornos académicos críticos.

13.11 Medición de Resistencia de Puesta a Tierra

Para el análisis de las mallas a tierra instaladas se realizó una medición de resistencia por el método del 62%, método avalado por el RETIE en el artículo 15º capítulo II.

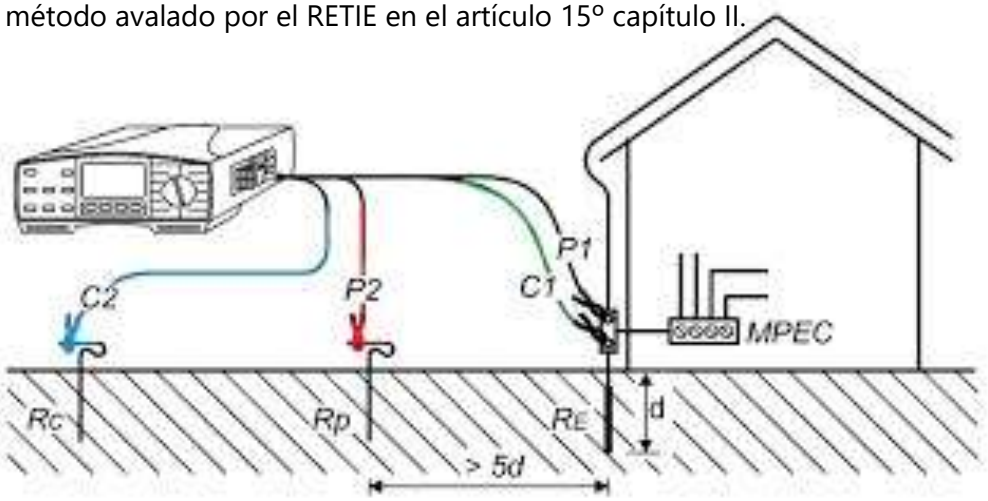


Ilustración 20. Esquema de medición del sistema de tierras

13.12 RESULTADOS

A continuación, presentamos los resultados de la medición realizada, para la verificación de la malla puesta a tierra general.

MEDIDAS DE RESISTENCIA			
ITEM	DIRECCION	DISTANCIA "a" (m)	RESISTENCIA (Ω-m)
1	1	20	1.93

Tabla 3. MEDIDAS DE RESISTENCIA



Ilustración 21. RESULTADO DE MEDIDA DE TIERRA.

14 ANALISIS DE TERMOGRAFÍA

Imágenes Termográfica:

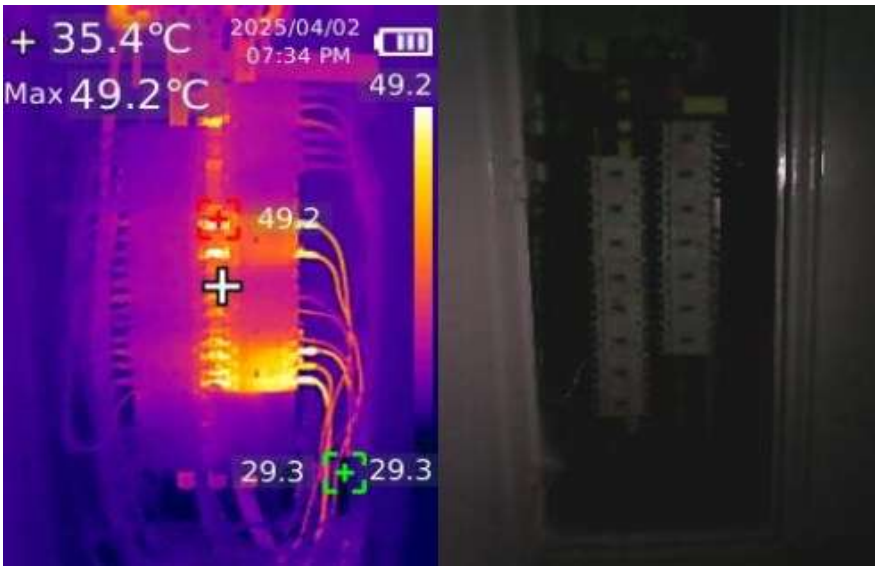


Ilustración 22. termografía de barraje de subestación.

En la ilustración 22. Se observa la que la temperatura máxima es de 49.2°C, aunque la norma permite los cálculos de hasta 60°C por lo que no se considera un punto de riesgo.

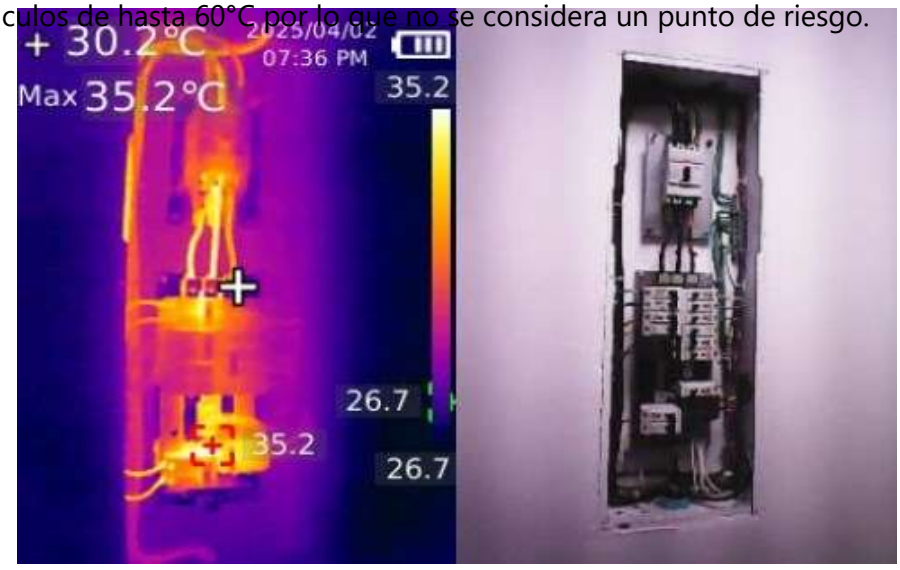


Ilustración 23. termografía de tablero biblioteca.

En la ilustración 23. Se observa la que la temperatura máxima es de 35.2°C, el tablero no tiene tapas que son parte fundamental de la protección de circuitos, y es un punto de peligro para usuarios y la biblioteca en general.



Ilustración 24. Tablero tesorería

En la ilustración 24. Se observa la que la temperatura máxima es de 33.3°C, el tablero no tiene diagrama de ctos, no presenta puntos calientes.

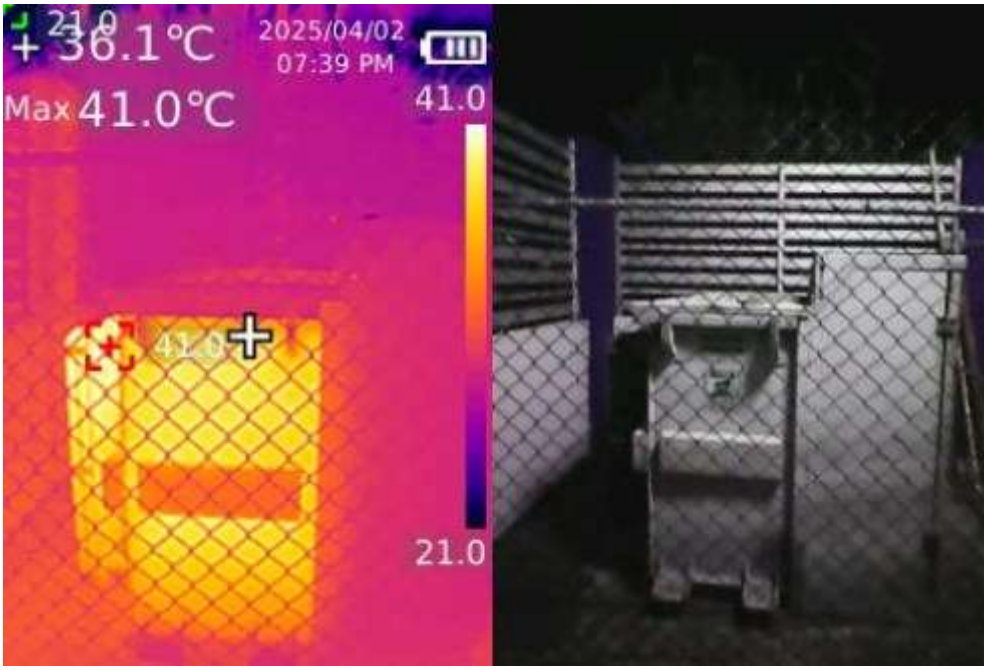


Ilustración 25. transformador 300KVA

En la ilustración 25. Se observa la que la temperatura máxima es de 41°C, esta termperatura está en el rango permitido por la norma, la misma es normal ya que es un elemento que funciona 24/7.

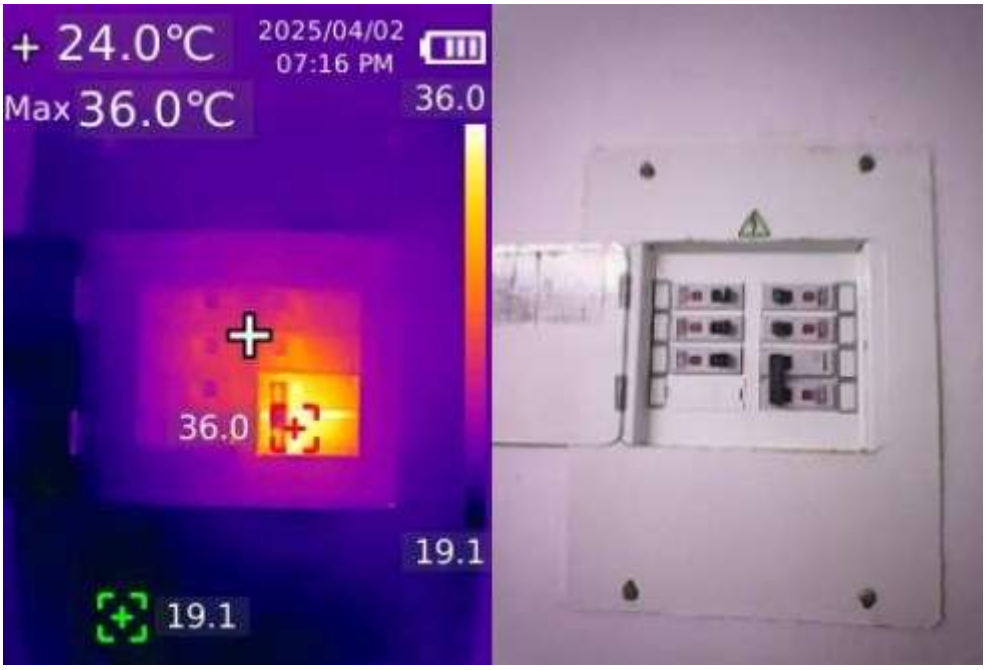


Ilustración 26. tablero sala sistemas

El tablero no presenta puntos calientes significativos.

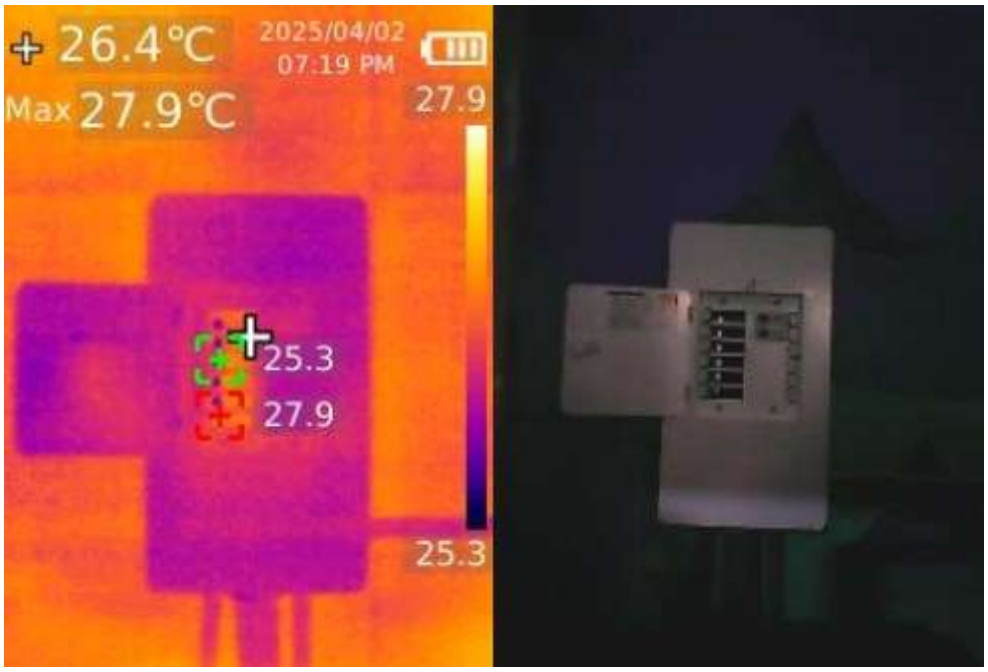


Ilustración 27. tablero sala de inestigación.

El tablero no presenta puntos calientes ni señales de sobrecarga. No es posible acceder al mismo ya que no cumple con la recomendación de espacio libre frontal de 70cm para trabajo o mantenimiento.

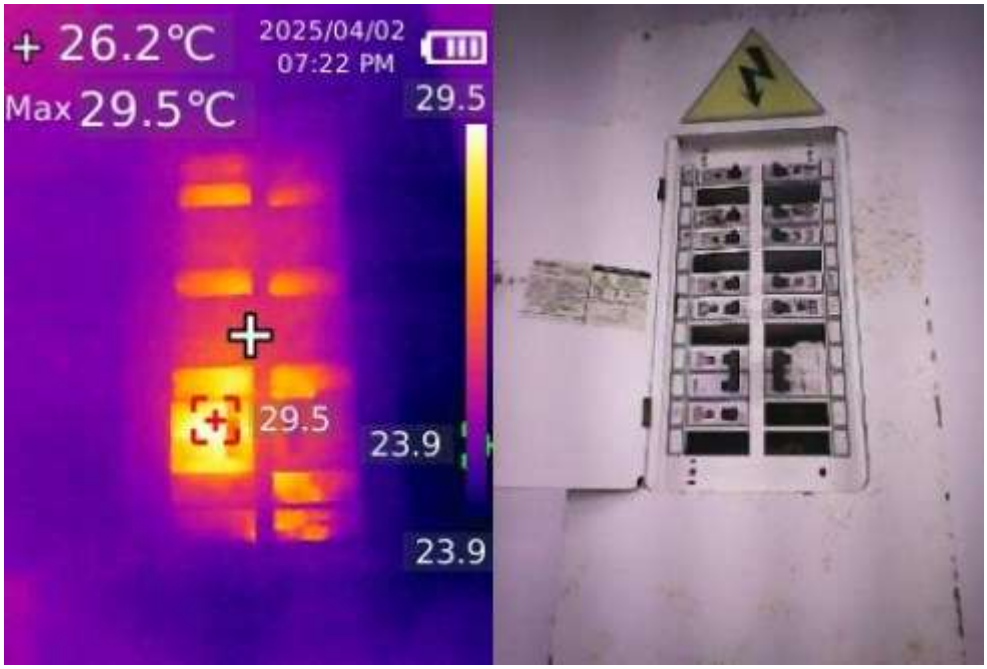


Ilustración 28. tablero segundo piso sala de sistemas.

El tablero no presenta novedad de temperatura, no se evidencia señales de sobrecarga.

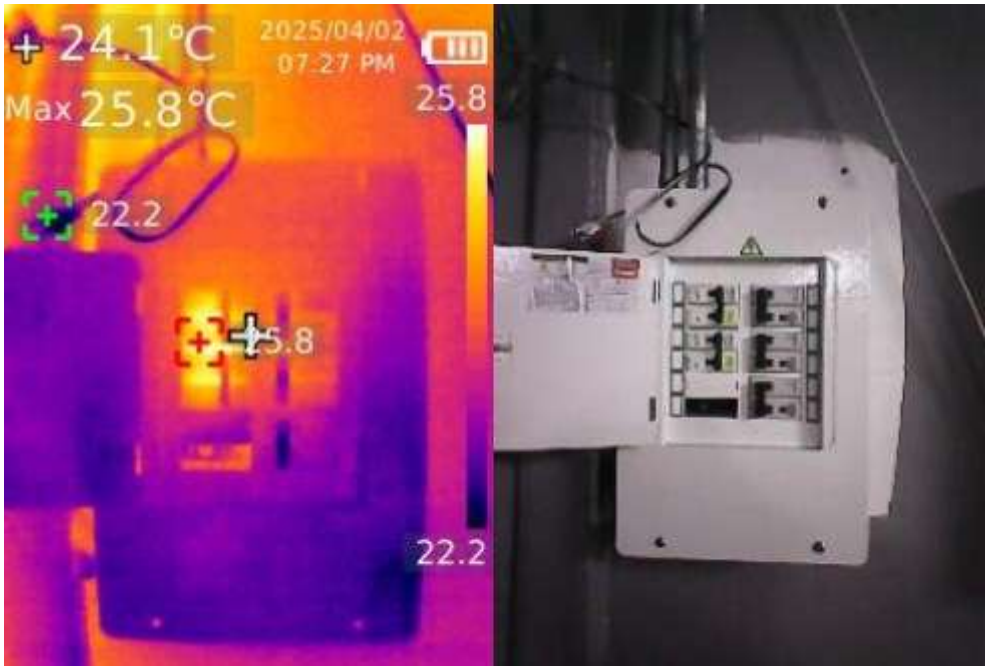


Ilustración 29. tablero GYM

El tablero GYM no presenta señales de sobrecarga.

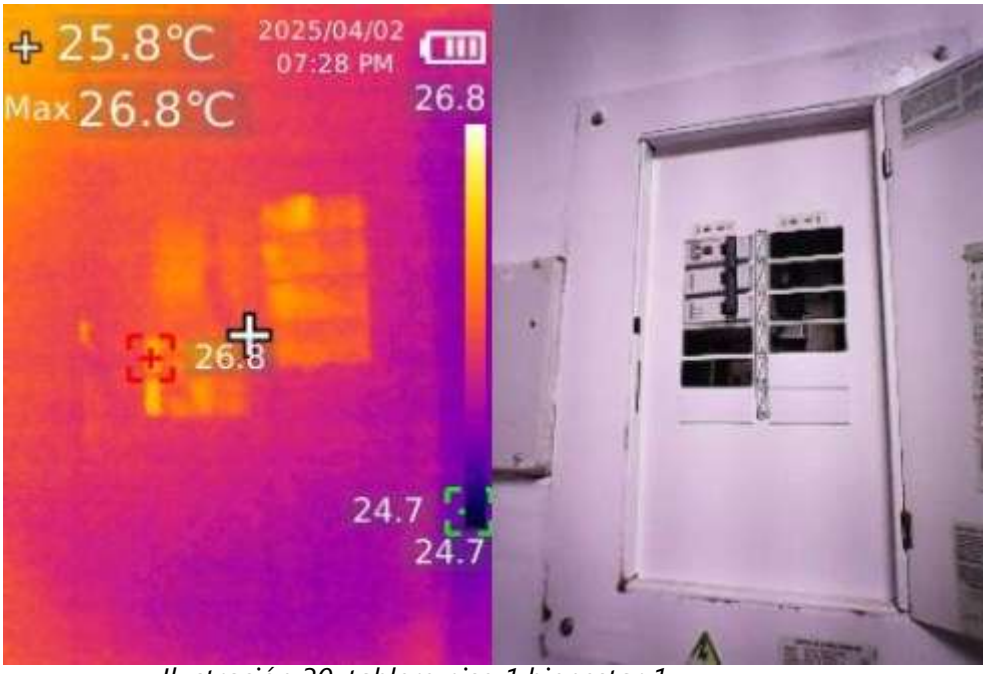


Ilustración 30. tablero piso 1 bienestar 1.

Sin signos de sobrecarga o problemas de puntos calientes.

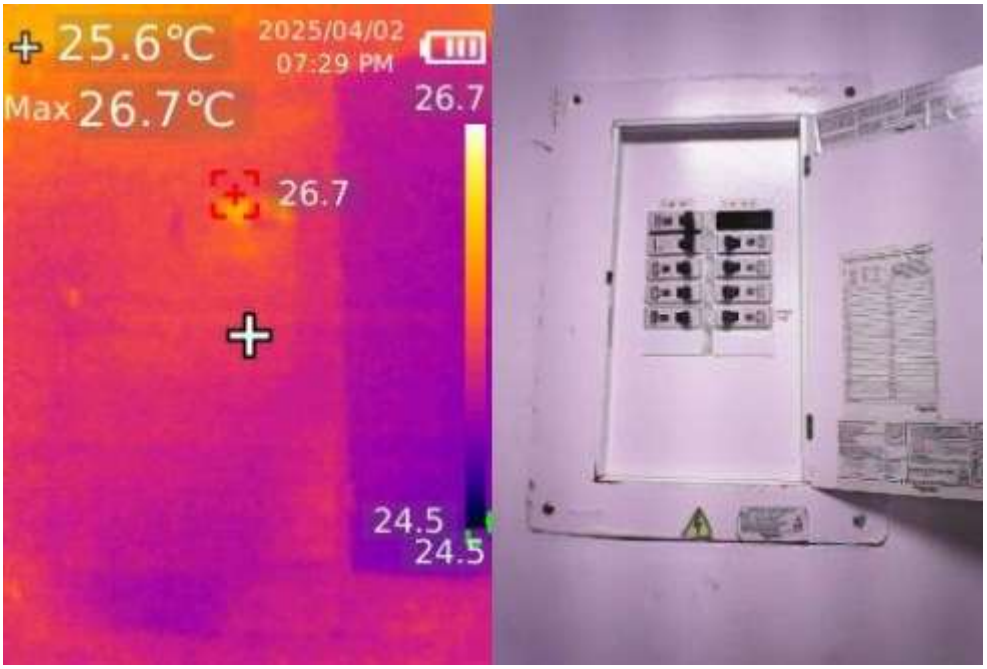


Ilustración 31. tablero piso 1 bienestar 2

Sin signos de sobrecarga o problemas de puntos calientes.

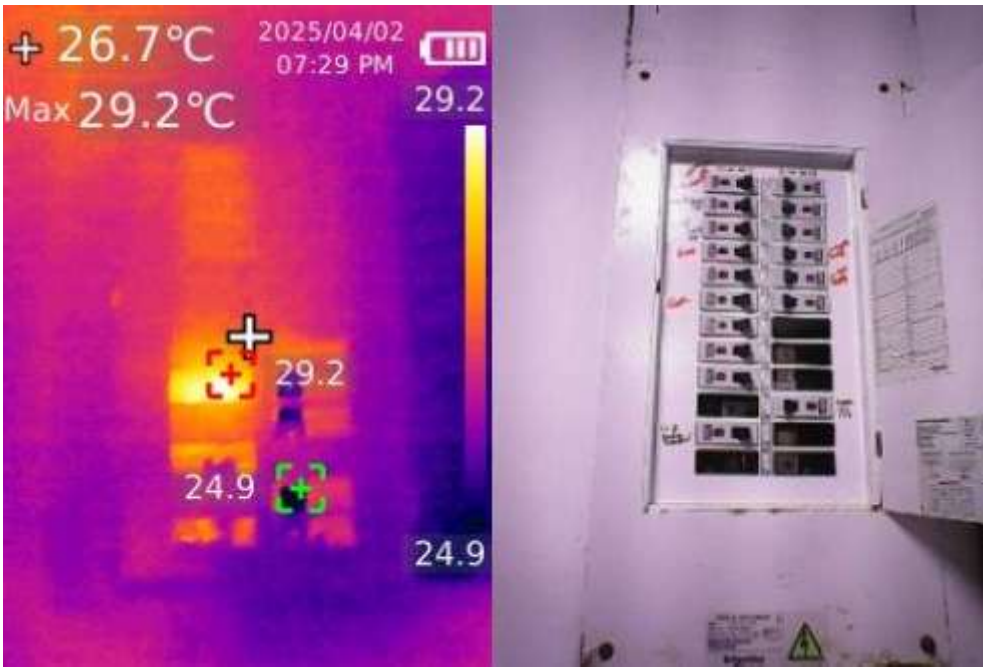


Ilustración 32. tablero piso 1 bienestar 3.

No presenta signos de sobrecarga.

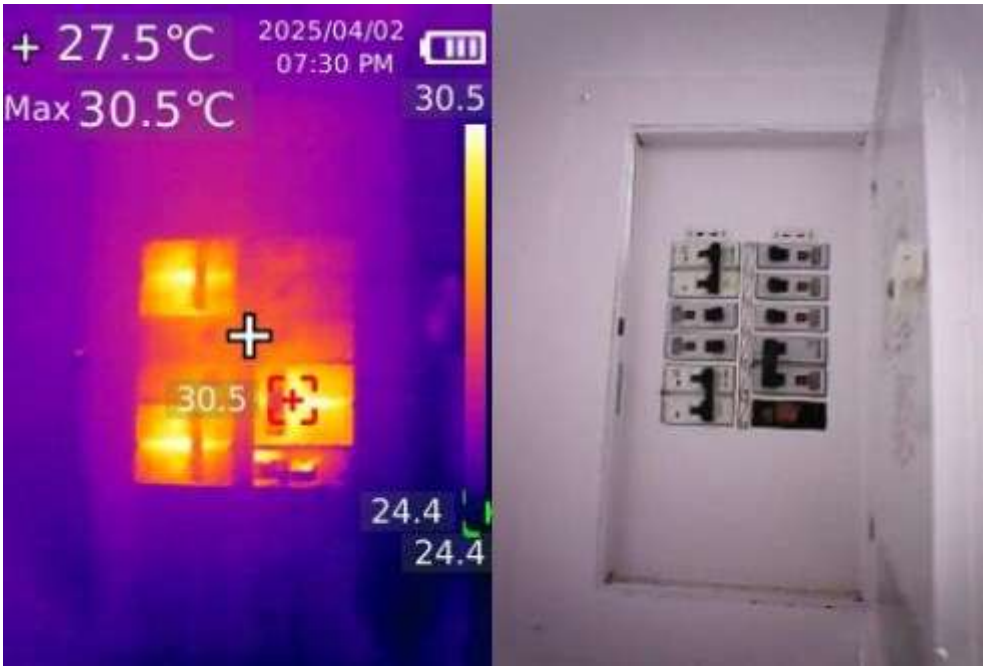


Ilustración 33. tablero primer piso frente a bienestar.

No presenta signos de sobrecarga.

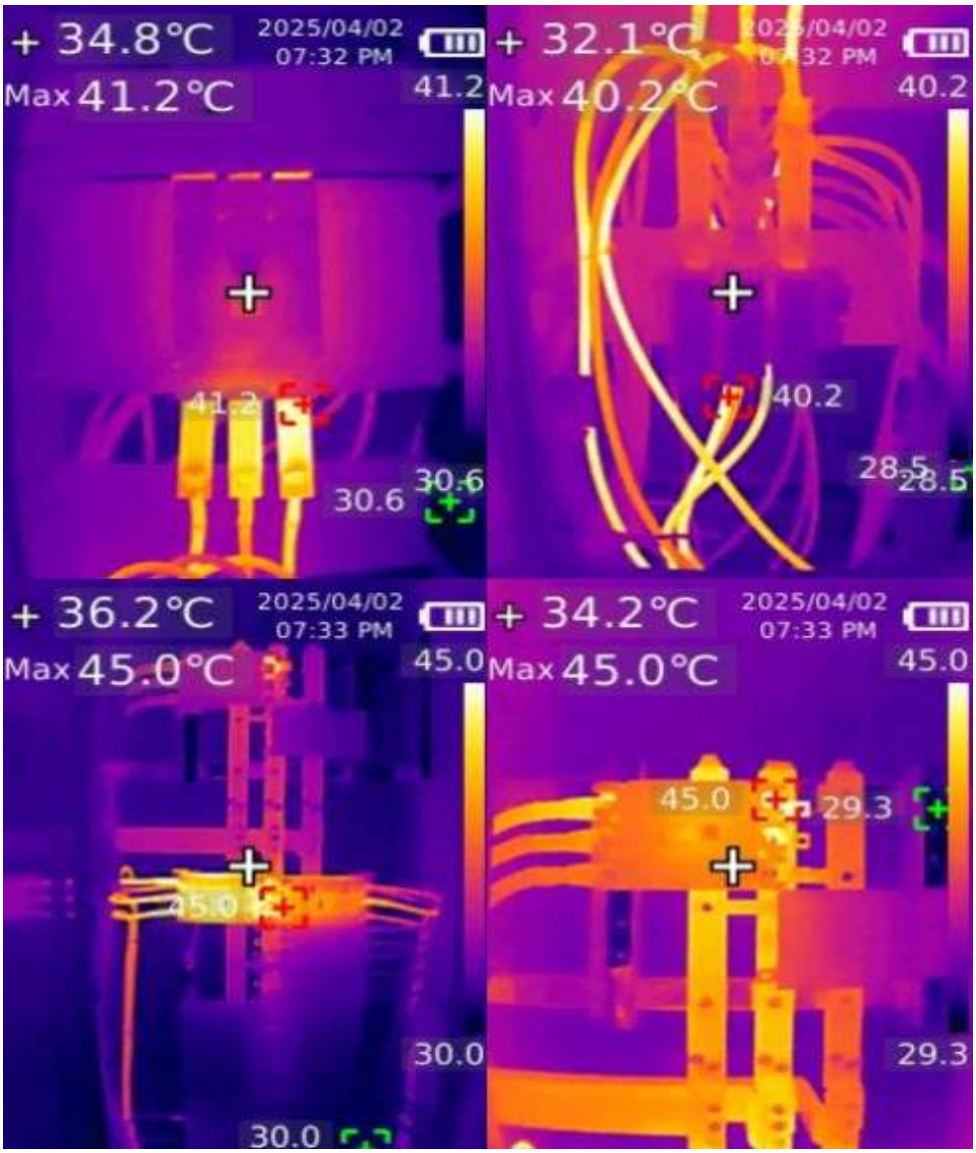


Ilustración 34. Barraje de subestación.

14.1 Criterios Generales según Normativas

- **NFPA 70B (Mantenimiento de Equipos Eléctricos)**: o
  Diferencias de temperatura críticas:
  - **▪ ΔT > 40°C sobre ambiente**: **Falla inminente** (parada inmediata requerida).
  - **▪ ΔT = 20–40°C**: **Condición seria** (programar reparación urgente). **▪ ΔT = 10–20°C**: **Condición moderada** (monitoreo frecuente).

  o **Temperatura absoluta máxima**:

- Conductores aislados: **90°C** (para aislamiento THHN, según **NEC 310.15**).
- Conexiones mecánicas (ej.: bornes): **75°C** en operación continua (según **ANSI/NETA MTS-2019**).

14.2 Límites por Tipo de Componente

Componente	Temperatura Máxima Permitida	Normativa/Estándar
Transformadores (aceite)	65°C (en devanados)	IEEE C57.91
Interruptores (ATM)	70°C (en bornes)	ANSI C37.09
Barras Colectoras	90°C (cobre) / 105°C (aluminio)	IEC 61439-1
Conexiones Cableadas	ΔT ≤ 10°C entre fases similares	NETA ATS 2017
Capacitores	55°C (superficie externa)	IEEE 18

14.3 Consideraciones Técnicas

14.3.1 Temperatura ambiente de referencia:

- Las mediciones deben compensarse con la temperatura ambiente (ej.: 40°C ambiente + ΔT permitido).
- Ejemplo: Si un borne opera a **85°C** con ambiente a **30°C**, ΔT = **55°C** (crítico). 2.

14.3.2 Carga del sistema:

- Validar si la temperatura se midió bajo **carga nominal** (≥80% de la capacidad del componente).

14.3.3 Diferencial entre fases:

- En sistemas trifásicos, diferencias > **15°C** entre fases indican desbalance o fallas (ej.: conexión floja).

14.3.4 Acciones Recomendadas según Severidad · ΔT > 40°C:

- Desenergizar el componente y reparar (riesgo de incendio o falla catastrófica). ·

ΔT = 20–40°C:

- Reducir carga, programar mantenimiento en ≤72 horas. ·

ΔT < 20°C:

- Documentar y monitorear en próximo mantenimiento predictivo.

14.4 Mediciones para el Plano Estructural (En Curso):

La profesional encargada del levantamiento estructural, ***Andrea Berdugo***, se encuentra actualmente ejecutando mediciones topográficas y arquitectónicas necesarias para el desarrollo del plano estructural del edificio, el cual servirá de soporte para las propuestas de rediseño o reubicación de los sistemas eléctricos.

14.5 CONSIDERACIONESFINALES

El avancedel diagnóstico hapermitido identificar puntos críticos y establecer rutas demejora técnica para INFOTEP. Las mediciones realizadas hasta la fecha aportan información precisa sobre el estado actual del sistema eléctrico y servirán como base para formular propuestas correctivas y preventivas, alineadas con la proyección de crecimiento de la institución. Raizal Company mantiene su compromiso de entregar un análisis integral, profesional y ajustado a los más altos estándares técnicos y normativos, en pro de una operación eléctrica segura, continua y eficiente para INFOTEP.

15 EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS







16 RECOMENDACIONES PARA EL MEJORAMIENTO DEL ESPACIO UNIVERSITARIO

Elaborado por: Equipo de Ingeniería y Planeación

16.1 Objetivo

Definir estrategias técnicas y operativas para optimizar la infraestructura eléctrica, civil y funcional de la institución universitaria, garantizando seguridad, eficiencia y adaptabilidad a las necesidades académicas y administrativas.

16.2 Recomendaciones Técnicas

16.2.1 Reuniones de Articulación con Stakeholders

- **Acción**: Realizar **3 sesiones técnicas** con equipos administrativos, docentes, ingenieros y mantenimiento.
- **Temas clave**:
- **Fase preliminar**: Identificar necesidades específicas por área (ej.: laboratorios, salones, zonas comunes).
- **Fase de diseño**: Presentar planos preliminares para validar ubicación de tableros, aires acondicionados y UPS.
- **Fase de validación**: Ajustar diseños según feedback (ej.: cambios en capacidad de climatización o circuitos críticos).
- **Documentación**: Minutas firmadas con acuerdos y plazos.

16.2.2 Integración de Reuniones Anteriores y Diseño

- **Acción**: Revisar actas de reuniones previas para incorporar:

16.2.3 Cambios en aires acondicionados:

- Migrar a sistemas **Inverter** de alta eficiencia (30% menos consumo).
- Redistribuir unidades para evitar sobrecargas en circuitos (ej.: 1 aire por circuito

dedicado de 220V/20A).

- **Rediseño de tableros**:
- Separar cargas críticas (laboratorios, servidores) de cargas generales (iluminación, enchufes).
- Usar tableros principales con **protección diferencial de 300mA** y subtableros con **30mA** en zonas húmedas.

16.3 Mejoras en Infraestructura Civil y Subestación

- **Plazo**: 3 meses (priorizar antes del rediseño eléctrico).

16.3.1 Acciones:

16.3.1.1 Subestación eléctrica:

- Impermeabilizar muros y pisos con **pintura epóxica anticorrosiva**.
- Instalar **puerta antipánico** con cerradura clase III y ventilación forzada AA preferiblemente.

16.3.1.2 Infraestructura general:

- Reparar grietas en paredes y techos para evitar filtraciones.
- Instalar **PVC LSZH** en zonas expuestas (ej.: pasillos) para proteger cableado.

16.3.2 Ubicación de Sistemas UPS

16.3.2.1 Criterios técnicos:

- **Zonas prioritarias**: Laboratorios (piso 3-Zona A), servidores (piso 1-Zona A), biblioteca (piso 1-Zona C).
- **Especificaciones**:
  - UPS de **10 kVA** para laboratorios (autonomía de 1 hora).
  - UPS de **20 kVA** para servidores (conexión a generador de respaldo).
- **Requerimientos**

- Gabinetes **NEMA 4X** para ambientes húmedos (ej.: cerca de baños).

16.4 Intervención por Zonas y Pisos

Plazo total por zona: 3 meses.

Piso 1		
Zona	**Áreas**	**Acciones**
A	Administrativas cercanas	- Instalar tablero dedicado para equipos críticos (UPS + protecciones). Diversificar las cargas.
B	Salones y pasillos	- Reemplazar cableado con cableado nuevo LSZH
C	Cafetería, biblioteca, baños	-Colocar iluminación LED IP65 en baños.
Piso 2		
Zona	**Áreas**	**Acciones**
A	Salones sobre Zona A piso 1	- Implementar climatización zonificada (termostatos independientes).
B	Salones con vista al mar	- Instalar cortinas blackout y regulación de voltaje para equipos.
C	Salones sobre biblioteca	- Mejorar ventilación con extractores de 300 CMF
Piso 3		
Zona	**Áreas**	**Acciones**
A	Laboratorio	- Sala limpia con puesta a tierra < 5Ω y estabilizadores de frecuencia.
B	Auditorio	- Sistema de sonido y proyección con circuito independiente (20A/120V).
C	Baños y zonas comunes	Reubicar tuberías para evitar riesgo eléctrico.

16.5 Cronograma de Ejecución

Fase	Actividades	Responsable	Plazo
Semana 1-4	Reuniones técnicas y diseño final	Equipo de Ingeniería	01/10 – 28/10
Semana 5-8	Mejoras en subestación y obra civil	Contratista Civil	29/10 – 25/11
Semana 9-12	Instalación eléctrica y UPS por zonas	Electricistas Certificados	26/11 – 23/12

16.6 Consideraciones Normativas

- **RETIE**: Asegurar distancias mínimas entre tableros y paredes (>1 m).
- **NSR-10**: Cumplir con iluminación de emergencia en escaleras y rutas de evacuación. • **NTC 2050**: Separar circuitos de fuerza (enchufes) y alumbrado en tableros independientes.

16.7 Conclusión

El plan propuesto prioriza **seguridad**, **eficiencia energética** y **adaptabilidad a necesidades académicas**, con un enfoque en intervenciones zonificadas para minimizar impactos operativos. La ejecución en **3 meses** permitirá a la institución operar bajo estándares internacionales (IEEE, NEC) y normativas locales (**RETIE**, **NSR-10**).

17 ACCIONES DE MEJORA POR BLOQUES

A continuación se consolida las acciones requeridas para la ejecución de planes de mejora en los distintos bloques del INFOTEP, abarcando áreas administrativas, académicas y técnicas. Las intervenciones incluyen la construcción e instalación de salidas eléctricas, sistemas de iluminación, tableros de distribución, acometidas y elementos de control, asegurando el cumplimiento de la normativa RETIE. Estas mejoras buscan optimizar la infraestructura eléctrica, garantizar la seguridad operativa y responder a las necesidades específicas de cada bloque. La planificación y el desarrollo de estas acciones permitirán modernizar las instalaciones, mejorar su funcionalidad y respaldar de forma eficiente el desarrollo académico y administrativo.

17.1 PLAN DE MEJORAS BLOQUE 1

Las acciones contempladas para el Bloque 1 se enfocan en la adecuación y modernización de las instalaciones eléctricas, incorporando salidas de baja tensión, tableros de distribución, iluminación y acometidas. Estas intervenciones garantizan el cumplimiento de la normativa RETIE, mejorando la seguridad, eficiencia y funcionalidad de los espacios destinados a biblioteca, rectoría, salones y aulas del tercer piso.

1. Construcción de salida para tomacorriente doble; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN , fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
2. Construcción de salida para tomacorriente especial 220V; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, soportaría, fijaciones, caja 2X4, tomacorriente 220V, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
3. Construcción de salida para interruptor sencillo; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, interruptor conmutable sencillo 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
4. Construcción de salida para interruptor DOBLE; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 4X4, interruptor triple 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
5. Construcción de salida eléctrica especial para señal de comunicación de unidad manejadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde unidad condensadora de aires en placa técnica hasta cada unidad interna correspondiente de acuerdo con diseño, cableado de control, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
6. Construcción de salida eléctrica especial para señal de potencia de unidad condensadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde tablero de distribución hasta unidad externa correspondiente y de acuerdo con diseño, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
7. Construcción de salida eléctrica de iluminación directa; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.

8. Construcción de salida eléctrica de iluminación de emergencia; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería EMT de 1/2" cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal Galvanizada, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.
9. Suministro e instalación de tablero de distribución de 24 circuitos. breakers 2x20A y breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
10. Suministro e instalación de tablero regulado de 8 circuitos, breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
11. Suministro e instalación de Iluminación de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
12. Suministro e instalación de letrero salida de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
13. Construcción de salida para sensor de movimiento; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
14. Suministro e instalación de fotocelda para iluminación EXTERIOR. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
15. Construcción de salida para Iluminación (HIGH BAY 200W); incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN , fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 220V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
16. Construcción de salida para tomacorriente regulado; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN , fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
17. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables # 8 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable # 8 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable # 8 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.
18. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x50A.
19. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables # 6 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable # 6 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable # 6 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.

17.2 PLAN DE MEJORAS BLOQUE NUEVO

El Bloque Nuevo contempla acciones de modernización eléctrica que incluyen salidas de baja tensión, iluminación, tableros, acometidas y sistemas de control. Estas intervenciones aseguran la correcta operación de las nuevas áreas, brindando seguridad y eficiencia energética, con total cumplimiento de la normativa RETIE y en coherencia con los estándares de infraestructura para uso académico y administrativo.

1. Construcción de salida para interruptor sencillo; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, interruptor conmutable sencillo 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
2. Construcción de salida para interruptor DOBLE; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 4X4, interruptor triple 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
3. Construcción de salida para tomacorriente doble; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
4. Construcción de salida para tomacorriente especial 220V; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, soportaría, fijaciones, caja 2X4, tomacorriente 220V, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
5. Construcción de salida eléctrica especial para señal de comunicación de unidad manejadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde unidad condensadora de aires en placa técnica hasta cada unidad interna correspondiente de acuerdo con diseño, cableado de control, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
6. Construcción de salida eléctrica especial para señal de potencia de unidad condensadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde tablero de distribución hasta unidad externa correspondiente y de acuerdo con diseño, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
7. Construcción de salida eléctrica de iluminación directa; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.

8. Construcción de salida eléctrica de iluminación de emergencia; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería EMT de 1/2" cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal Galvanizada, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.
9. Suministro e instalación de Iluminación de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
10. Suministro e instalación de letrero salida de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
11. Suministro e instalación de tablero de distribución de 24 circuitos. breakers 2x20A y breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
12. Suministro e instalación de tablero regulado de 8 circuitos, breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
13. Suministro e instalación de fotocelda para iluminación EXTERIOR. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
14. Construcción de salida para Iluminación (HIGH BAY 200W); incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 220V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
15. Construcción de salida para sensor de movimiento; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
16. Construcción de salida para tomacorriente regulado; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
17. Suministro e instalación de luminarias.
18. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables #8 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable #8 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable #8 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.
19. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables #6 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable #6 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable #6 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.
20. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x50A.
21. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x75A.

22. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x100A.
23. Montaje de cielorraso tipo PVC.
24. Desmontaje de cielorraso tipo PVC.

17.3 PLAN DE MEJORAS BLOQUE ADMINISTRATIVO

Las mejoras previstas para el Bloque Administrativo incluyen la implementación de sistemas eléctricos más seguros y eficientes, integrando salidas de baja tensión, tableros, iluminación y acometidas. Estas acciones fortalecen la capacidad operativa de las dependencias administrativas, asegurando un funcionamiento confiable y cumpliendo con las disposiciones técnicas y de seguridad que exige la normativa vigente.

1. Construcción de salida para interruptor sencillo; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, interruptor conmutable sencillo 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
2. Construcción de salida para interruptor DOBLE; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 4X4, interruptor triple 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
3. Construcción de salida para tomacorriente doble; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
4. Construcción de salida para tomacorriente especial 220V; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, soportaría, fijaciones, caja 2X4, tomacorriente 220V, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
5. Construcción de salida eléctrica especial para señal de comunicación de unidad manejadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde unidad condensadora de aires en placa técnica hasta cada unidad interna correspondiente de acuerdo con diseño, cableado de control, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
6. Construcción de salida eléctrica especial para señal de potencia de unidad condensadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde tablero de distribución hasta unidad externa correspondiente y de acuerdo con diseño, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.

7. Construcción de salida eléctrica de iluminación directa; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.
8. Construcción de salida eléctrica de iluminación de emergencia; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería EMT de 1/2" cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal Galvanizada, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.
9. Suministro e instalación de Iluminación de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
10. Suministro e instalación de letrero salida de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
11. Suministro e instalación de tablero de distribución de 24 circuitos. breakers 2x20A y breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
12. Suministro e instalación de tablero regulado de 8 circuitos, breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
13. Suministro e instalación de fotocelda para iluminación EXTERIOR. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
14. Construcción de salida para Iluminación (HIGH BAY 200W); incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 220V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
15. Construcción de salida para sensor de movimiento; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
16. Construcción de salida para tomacorriente regulado; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
17. Suministro e instalación de luminarias.
18. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables #8 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable #8 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable #8 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.

19. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables #6 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable #6 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable #6 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.
20. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x50A.
21. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x75A.
22. Desmontaje de cielorraso tipo PVC.
23. Montaje de cielorraso tipo PVC.

17.4 PLAN DE MEJORAS BLOQUE DE SALONES

El plan de mejora del Bloque de Salones comprende la instalación de salidas eléctricas, iluminación directa y de emergencia, tableros regulados, tomacorrientes y acometidas. Estas acciones buscan optimizar la infraestructura, garantizar la seguridad eléctrica y crear entornos funcionales que respondan a las necesidades académicas, cumpliendo con los estándares técnicos y normativos exigidos por el RETIE.

1. Construcción de salida para interruptor sencillo; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, interruptor conmutable sencillo 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
2. Construcción de salida para interruptor DOBLE; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 4X4, interruptor triple 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
3. Construcción de salida para tomacorriente doble; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
4. Construcción de salida para tomacorriente especial 220V; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, soportaría, fijaciones, caja 2X4, tomacorriente 220V, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
5. Construcción de salida eléctrica especial para señal de comunicación de unidad manejadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde unidad condensadora de aires en placa técnica hasta cada unidad interna correspondiente de acuerdo con diseño, cableado de control, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
6. Construcción de salida eléctrica especial para señal de potencia de unidad condensadora de aire acondicionado. Incluye circuito completo desde tablero de distribución hasta unidad

externa correspondiente y de acuerdo con diseño, tubería 3/4" PVC además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.

7. Construcción de salida eléctrica de iluminación directa; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.
8. Construcción de salida eléctrica de iluminación de emergencia; incluye circuito ramal desde tablero de tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería EMT de 1/2" cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº14LSZH-THHN, fijaciones, caja octagonal Galvanizada, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación. NO INCLUYE LAMPARA NI SU INSTALACION.
9. Suministro e instalación de Iluminación de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
10. Suministro e instalación de letrero salida de emergencia. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
11. Suministro e instalación de tablero de distribución de 24 circuitos. breakers 2x20A y breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
12. Suministro e instalación de tablero regulado de 8 circuitos, breakers de 1x20A, De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
13. Suministro e instalación de fotocelda para iluminación EXTERIOR. De acuerdo con diseño y cumpliendo norma RETIE.
14. Construcción de salida para Iluminación (HIGH BAY 200W); incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 220V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
15. Construcción de salida para sensor de movimiento; incluye circuito ramal desde tablero de distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 2 cables Nº14 LSZH-THHN soportaría, fijaciones, caja 2X4, 15A – 120V/277V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
16. Construcción de salida para tomacorriente regulado; incluye circuito ramal desde tablero distribución hasta la correspondiente salida eléctrica en tubería PVC cumpliendo norma RETIE, 3 cables Nº12 LSZH-THHN, fijaciones, caja 4X4, tomacorriente doble 15A – 120V, tapa, además de todos los accesorios necesarios para su correcta operación.
17. Suministro e instalación de luminarias.
18. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables #8 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable #8 LSZH-LSZH

para neutro, + 1 cable #8 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.

19. Suministro y construcción de acometida eléctrica desde Gabinete principal hasta tablero, incluye: 3 cables #6 LSZH-LSZH de cobre para un sistema trifásico + 1 cable #6 LSZH-LSZH para neutro, + 1 cable #6 LSZH-LSZH para tierra, conectores, uniones y demás accesorios para su correcto funcionamiento.
20. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x50A.
21. Suministro e instalación de totalizador termomagnético tipo industrial de 3x75A.
22. Desmontaje de cielorraso tipo PVC.
23. Montaje de cielorraso tipo PVC.

18 ANEXOS

18.1 Planos arquitectónicos

Se adjuntan tres (3) planos arquitectónicos correspondientes a los pisos primero, segundo y tercero del proyecto. Cada plano detalla la distribución espacial, dimensiones y elementos constructivos relevantes, con el fin de facilitar la comprensión integral de la infraestructura propuesta.

18.2 Planos eléctricos

Se incluyen tres (3) planos eléctricos del sistema de iluminación y tres (3) planos eléctricos del sistema de tomacorrientes, correspondientes a los pisos primero, segundo y tercero. Estos documentos permiten identificar la ubicación precisa de luminarias, puntos de conexión y la red de distribución eléctrica en cada nivel.

18.3 Memoria USB

Se entrega una memoria USB que contiene la totalidad de la información digital asociada al proyecto, incluyendo versiones digitalizadas de los planos arquitectónicos y eléctricos.

18.4 Propuestas económicas

Se anexan dos (2) propuestas económicas, debidamente discriminadas por bloques, con el fin de facilitar la comparación y análisis de las alternativas presentadas para la ejecución del proyecto.

18.5 Informe de análisis de calidad de energía

Se anexan dos (2) documentes de los servicios contratados de análisis de calidad de energía y medida de resistencia de puesta a tierra.