

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

FACULTAD DE INGENIERÍA



CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

**AUDITORIA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA GERENCIASUB-RE
GIONAL DE CUTERVO, PARA DISMINUIR EL ÍNDICE DE CONSUMO
ENERGÉTICO - CAJAMARCA 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autores:

Bach. Evil Chilcón Tenorio

Asesor:

Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez

Dr. Mario Felix Olivera Aldana

Línea de investigación:

Eficiencia energética

JAÉN - PERÚ 2026

Evil Chilcon Tenorio

AUDITORIA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA GERENCIA SUB-REGIONAL DE CUTERVO, PARA DISMINUIR EL ÍNDICE ...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3586126678

110 páginas

Fecha de entrega

3 jun 2026, 11:14 a.m. GMT-5

17.208 palabras

Fecha de descarga

3 jun 2026, 11:18 a.m. GMT-5

104.250 caracteres

Nombre del archivo

DE_CONSUMO_ENERG_TICO_-_CAJAMARCA_2023_-_Evi_Chilcon_Tenorio.pdf

Tamaño del archivo

5.6 MB



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

6% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 6%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo recomendamos que preste atención y la revise.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación
de la Facultad de Ingeniería

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 24 de junio del 2026, siendo las 16:00 horas, se reunieron de manera presencial los integrantes del Jurado:

Presidente: Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez

Secretario: Mg. Jaime Odar Honorio Acosta

Vocal: Mg. Juan Antonio Labrin Romero

Para evaluar la Sustentación del **Informe Final** de:

☐ Trabajo de Investigación

☒ **Tesis**

☐ Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"AUDITORÍA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA GERENCIA SUB-REGIONAL DE CUTERVO, PARA DISMINUIR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO -CAJAMARCA 2023"**, presentado por los bachiller **Evil Chilcón Tenorio**, de la Carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

☒ **Aprobar**

☐ Desaprobar

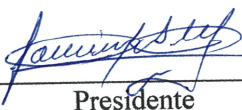
☒ **Unanimidad**

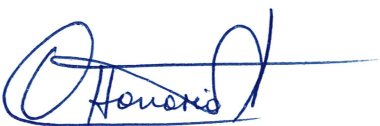
☐ Mayoría Con la

siguiente mención:

- | | |
|----------------|--------------------|
| a) Excelente | 18,19,20() |
| b) Muy bueno | 16, 17 () |
| c) Bueno | 14, 15 (15) |
| d) Regular | 13 () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos () |

Siendo las 17:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.


Presidente


Secretario


Vocal

ANEXO N°06

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO DE LA TESIS

Yo, Chilcón Tenorio Evil, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado con DNI 47030375.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado:

“AUDITORIA EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE LA GERENCIA SUB-REGIONAL DE CUTERVO, PARA DISMINUIR EL ÍNDICE DE CONSUMO ENERGÉTICO - CAJAMARCA 2023”.

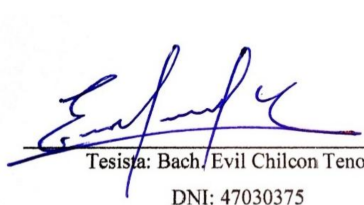
Asesorado por el Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez y el Dr. Mario Félix Olivera Aldana.

El mismo que presento bajo la modalidad de **Informe Final de Tesis** para optar; el Título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Fecha: Jaén, 22 de setiembre del 2026.



Tesista: Bach/ Evil Chilcon Tenorio
DNI: 47030375

ÍNDICE

RESUMEN	6
ABSTRACT	7
I. INTRODUCCIÓN	8
1.1.1. Antecedentes de la investigación.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
2.1 Objeto de estudio.....	16
2.2 Ubicación del área de estudio.....	16
2.3 Métodos.....	17
2.4 Técnica	18
2.5 Diseño del Estudio.....	18
2.6 Población, muestra y muestreo	19
Población	19
Muestra	20
Muestreo	20
2.7 Variables, operacionalización y definición conceptual y operacional.....	20
2.8 Procedimiento.....	22
2.8.1 Diagnóstico del estado actual del sistema eléctrico y los dispositivos eléctricos de la Gerencia Sub Regional Cutervo.	22
2.8.2 Identificación, diseño y propuesta de mejoras en las instalaciones eléctricas de la Gerencia Sub Regional Cutervo.	38

2.8.3 Realizar una evaluación técnico-económica de las mejoras propuestas para la infraestructura eléctrica.	46
III. RESULTADOS	59
3.1 Diagnóstico del estado actual del sistema eléctrico y los dispositivos eléctricos de la Gerencia Sub Regional Cutervo.....	59
3.2 Identificación, diseño y propuesta de mejoras en las instalaciones eléctricas de la Gerencia Sub Regional Cutervo.....	62
3.3 Realizar una evaluación técnico-económica de las mejoras propuestas para la infraestructura eléctrica.	64
IV. DISCUSIÓN	66
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	69
VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA	71
DEDICATORÍA.....	73
AGRADECIMIENTO	74
ANEXOS	75

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables	20
Tabla 2 Cuadro de definición conceptual y operacional.....	21
Tabla 3 Inventario de equipos eléctricos de la Gerencia Subregional de Cutervo ..	24
Tabla 4 Equipos eléctricos por área funcional, tipo y nivel de consumo energético	25
Tabla 5 Resultados de mediciones eléctricas mediante pinza amperimétrica, megóhmetro y telurómetro	29
Tabla 6 Comparación de valores	32
Tabla 7 Clasificación de fallas e interrupciones observadas durante el diagnóstico	36
Tabla 8 Extracto de consolidación técnica por área funcional	37
Tabla 9 Matriz de focos de ineficiencia energética por área funcional.....	39
Tabla 10 Comparación de tecnologías para eficiencia energética.....	40
Tabla 11 Propuesta de medidas de mejora energética por equipo y área funcional	42
Tabla 12 Verificación de cumplimiento con el Código Nacional de Electricidad	44
Tabla 13 Componentes principales del diseño técnico de mejoras.	46
Tabla 14 Componentes principales del diseño técnico de mejoras	47
Tabla 15 Costos de mano de obra.....	47
Tabla 16 Costo consolidado de implementación energética.....	48
Tabla 17 Comparación de consumo energético antes y después de la mejora	49
Tabla 18 Estimación del ahorro económico por reducción de consumo energético	50
Tabla 19 Análisis financiero por propuesta de mejora energética.....	52
Tabla 20 Análisis financiero por propuesta de mejora energética.....	54
Tabla 21 Flujo de Caja Económico Proyectado	56
Tabla 22 Comparación entre calibre recomendado y calibre existente por circuito	60

Tabla 23	Estado de conservación de dispositivos eléctricos por tipo	61
Tabla 24	Matriz de riesgos eléctricos identificados	63
Tabla 25	Evaluación de factibilidad económica de las mejoras eléctricas	65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación de la Gerencia Subregional de Cutervo, distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, región Cajamarca.	17
Figura 2 Estructura de las etapas de estudio	19
Figura 3 Fachada principal de la Gerencia Subregional de Cutervo durante la fase de coordinación	22
Figura 4 Verificación en campo de equipos eléctricos durante el proceso de inventario.....	23
Figura 5 Medición de corriente con pinza amperimétrica	24
Figura 6 Instrumentos utilizados en la inspección eléctrica.....	26
Figura 7 Medición eléctrica directa con pinza amperimétrica sobre conductores principales en tableros eléctricos	28
Figura 8 Estado físico de tablero eléctrico.....	31
Figura 9 Equipos en taller mecánica	34
Figura 10 Estado actual de un tablero eléctrico.....	35
Figura 11 Diagrama Unifilar Propuesto del Tablero General de Distribución	45
Figura 12 Comparativo de consumo eléctrico antes y después por área	51
Figura 13 Análisis financiero por propuesta de mejora energética	52
Figura 14 Estado actual del tablero general de distribució	59
Figura 15 Consumo energético por área actual y de implementase la propuesta ..	62
Figura 16 Planos eléctricos actualizados del diseño propuesto	64

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal realizar una auditoría energética integral en el sistema eléctrico de la Gerencia Subregional de Cutervo, en la región Cajamarca, con el propósito de diagnosticar el estado actual de la infraestructura eléctrica, identificar focos de ineficiencia energética y diseñar propuestas de mejora técnica y económica. La investigación empleó un diseño no experimental, de tipo descriptivo y transversal, utilizando técnicas de observación directa, mediciones con equipos especializados (analizador de redes, pinza amperimétrica, telurómetro y megóhmetro), revisión documental y análisis financiero. Se identificaron equipos sobredimensionados como el UPS, bajo factor de potencia en horarios pico, ausencia de automatización y consumo elevado en áreas como el taller mecánico.

Las propuestas de mejora incluyeron la implementación de luminarias LED, sensores de control, bancos de capacitores y un sistema de monitoreo energético (EMS). La evaluación técnico-económica arrojó resultados favorables: ahorro proyectado de S/ 1,542.24 anuales, una inversión inicial de S/ 11,534.20, un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 2,424.37 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14.78%, confirmando la viabilidad y rentabilidad del proyecto. En conclusión, el estudio permitió establecer un diagnóstico detallado y proponer medidas concretas de eficiencia energética orientadas a la sostenibilidad institucional.

Palabras Clave: Auditoría energética, eficiencia eléctrica, consumo energético, factor de potencia, gestión energética.

ABSTRACT

The main objective of this study was to conduct a comprehensive energy audit of the electrical system at the Gerencia Subregional de Cutervo, located in the Cajamarca region, with the aim of diagnosing the current condition of the electrical infrastructure, identifying energy inefficiencies, and designing technical and economic improvement proposals. The research followed a non-experimental, descriptive, and cross-sectional design, employing direct observation, measurements with specialized instruments (network analyzer, clamp meter, earth tester, and megohmmeter), document analysis, and financial evaluation.

Key findings included oversized equipment such as the UPS, low power factor during peak hours, lack of automation, and high energy consumption in areas like the mechanical workshop. The proposed improvements involved the installation of LED lighting, control sensors, capacitor banks, and an Energy Monitoring System (EMS). The technical-economic evaluation showed favorable results: projected annual savings of S/ 1,542.24, an initial investment of S/ 11,534.20, a positive Net Present Value (NPV) of S/ 2,424.37, and an Internal Rate of Return (IRR) of 14.78%, confirming the project's feasibility and profitability. In conclusion, the study provided a detailed diagnosis and proposed concrete energy efficiency measures focused on institutional sustainability.

Keywords: Energy audit, electrical efficiency, energy consumption, power factor, energy management.

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento sostenido de la demanda energética en las instituciones públicas representa un reto crucial en términos de eficiencia, sostenibilidad operativa y responsabilidad en el uso de los recursos. Ante esta situación, la auditoría energética se convierte en una herramienta esencial para evaluar el desempeño de las instalaciones eléctricas, identificar puntos críticos de consumo y proponer mejoras que contribuyan a optimizar el uso de la energía sin afectar la continuidad de las operaciones institucionales. En este marco, la Gerencia Subregional de Cutervo, ubicada en la región Cajamarca, presenta un caso representativo al operar con una considerable infraestructura que depende del uso continuo de equipos eléctricos, lo que justifica una evaluación técnica detallada de su sistema eléctrico.

Estudios nacionales e internacionales han demostrado que gran parte del consumo energético en el sector público obedece a malas prácticas operativas, instalaciones inadecuadas, equipos sobredimensionados o en mal estado, y ausencia de mecanismos de control automatizado. Por ejemplo, el MINEM (2019) resalta que los sistemas de iluminación ineficientes, el bajo factor de potencia y la falta de cultura energética generan sobrecostos significativos. Asimismo, investigaciones han remarcado la necesidad de implementar herramientas de diagnóstico técnico y financiero en las entidades estatales como base para diseñar políticas de eficiencia energética.

En este contexto, el presente estudio tuvo como finalidad realizar una auditoría energética integral en la Gerencia Subregional de Cutervo. Esta evaluación contempló el análisis del estado operativo de los equipos eléctricos, el diagnóstico de la infraestructura instalada, la identificación de focos de ineficiencia energética y la simulación de escenarios de mejora. La finalidad fue proponer medidas técnicas y económicamente viables, que permitan reducir el índice de consumo energético de la institución y mejorar su sostenibilidad operativa en el mediano y largo plazo.

El problema central abordado fue: ¿Cómo reducir el índice de consumo energético en la Gerencia Subregional de Cutervo mediante la identificación técnica de ineficiencias en su sistema eléctrico? Esta pregunta permitió guiar una investigación enfocada en generar evidencia para la toma de decisiones

estratégicas, con base en mediciones reales, documentación técnica y herramientas de análisis económico.

El objetivo general planteado fue realizar una auditoría energética en el sistema eléctrico de la Gerencia Subregional de Cutervo, para proponer medidas que contribuyan a disminuir su índice de consumo energético. Entre los objetivos específicos destacan: (i) diagnosticar el estado actual del sistema eléctrico, (ii) clasificar los equipos eléctricos según su nivel de consumo, (iii) identificar las principales causas de ineficiencia, y (iv) evaluar técnica y económicamente las medidas de mejora propuestas.

Este estudio se enmarca dentro de la línea de investigación en automatización y control de sistemas eléctricos, particularmente en el uso racional de la energía y la eficiencia energética en instalaciones públicas. La metodología adoptada fue de tipo no experimental, descriptiva y transversal, y combinó mediciones directas con instrumentos especializados (analizador de redes, telurómetro, pinza amperimétrica y megóhmetro), revisión de planos y fichas técnicas, análisis de facturación eléctrica, y evaluación financiera mediante indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR).

La estructura del presente informe se organiza en cinco capítulos: el primero comprende el marco introductorio y contextual del problema; el segundo desarrolla la metodología aplicada en el estudio; el tercero presenta los resultados obtenidos a partir del diagnóstico energético y técnico; el cuarto expone el análisis e interpretación de los hallazgos en diálogo con estudios previos; y el quinto capítulo recoge las conclusiones, recomendaciones prácticas, así como los anexos que sustentan el trabajo desarrollado.

1.1 Antecedentes de la investigación.

A nivel internacional.

Aulestia y Cristina (2022), realizaron un trabajo de investigación denominado estudio de eficiencia energética en los laboratorios de Mecánica Industrial y soldadura de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, cuyo objetivo fue realizar una Auditoría Energética en los Sistemas de Alimentación de los Laboratorios de Mecánica Industrial y Soldadura de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Extensión Latacunga, para determinar medidas de uso eficiente de energía. Se llevó

a cabo un análisis exhaustivo de la eficiencia energética en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, el cual incluyó la implementación de programas para ahorrar energía, la medición del consumo durante el uso de los equipos de laboratorio y una comparativa del dimensionamiento de los transformadores. Todo esto permitió establecer medidas para reducir el consumo de energía y mejorar la eficiencia en la planilla eléctrica.

Bustamante et al. (2022), realizaron una investigación de grado denominado auditoría energética al sistema eléctrico de la planta de bombeo del río Piedras, ubicada entre los municipios la Ceja y Abejorral, cuyo objetivo fue auditar el sistema eléctrico que controla el bombeo de agua del río Piedras para la represa la Fé, mediante el análisis de los consumos de energía eléctrica, generando recomendaciones técnicas, para el aumento de la eficiencia eléctrica. Para cual llevaron a cabo mediciones a los equipos eléctricos existentes para determinar su eficiencia y se evaluaron los datos teniendo en cuenta los parámetros iniciales y la variación que pueden tener debido al tiempo de uso. Luego analizaron los resultados de las mediciones para establecer la demanda total del sistema y se verificó el histórico de los consumos de energía. También realizaron proyecciones del consumo utilizando un software de simulación y propusieron recomendaciones para cambiar la cultura del consumo energético a nivel directivo y operativo. Además, plantearon mejoras en la eficiencia energética de los equipos y se documentaron las acciones de vigilancia y control para asegurar su correcto funcionamiento.

Moreira y Estrella (2025); desarrollaron un sistema de auditoría energética basado en la norma ISO 50001 aplicado a la empresa procesadora de cacao Franchy en Ecuador. Mediante un enfoque mixto y el uso de instrumentos de medición eléctrica y térmica, identificó ineficiencias relacionadas con la mala distribución de cargas y fugas térmicas. Como resultado, propuso acciones de mejora como mantenimiento preventivo, aislamiento térmico y renovación de equipos obsoletos, logrando reducir el impacto ambiental y optimizar los costos operativos. Este antecedente

aporta una base metodológica importante para la presente investigación, especialmente en el uso de matrices de auditoría y en la identificación de pérdidas energéticas, permitiendo sustentar propuestas de optimización energética alineadas con estándares internacionales.

Arróliga y Betanco (2023); analizaron la importancia de aplicar medidas de eficiencia energética en edificios públicos, especialmente en universidades, debido a su elevado consumo en iluminación, climatización y equipos. Mediante una investigación documental, destacó que la auditoría energética es fundamental para identificar problemas de consumo y optimizar recursos sin afectar el confort ni la calidad del servicio. El estudio concluye que la eficiencia energética es una estrategia rentable y necesaria para reducir el impacto ambiental y garantizar la sostenibilidad económica en el sector público. Este antecedente aporta bases teóricas para sustentar la gestión energética institucional y validar propuestas de ahorro económico y sostenibilidad en entidades públicas.

A nivel nacional.

Arróliga y Betanco (2023); analizaron la importancia de aplicar medidas de eficiencia energética en edificios públicos, especialmente en universidades, debido a su elevado consumo en iluminación, climatización y equipos. Mediante una investigación documental, destacó que la auditoría energética es fundamental para identificar problemas de consumo y optimizar recursos sin afectar el confort ni la calidad del servicio. El estudio concluye que la eficiencia energética es una estrategia rentable y necesaria para reducir el impacto ambiental y garantizar la sostenibilidad económica en el sector público. Este antecedente aporta bases teóricas para sustentar la gestión energética institucional y validar propuestas de ahorro económico y sostenibilidad en entidades públicas.

Campos (2019), realizó una tesis denominado *Auditoría energética en los sistemas eléctricos de KPMG para mejorar el índice de consumo energético*, cuyo objetivo fue realizar una auditoría energética en los sistemas eléctricos de KPMG, para mejorar el índice de consumo

energético. Para ello, se llevó a cabo una recopilación preliminar de datos, un examen de la facturación energética, una visita a las instalaciones, una campaña de mediciones, una evaluación de los registros -determinación de la línea de base-, una identificación de las oportunidades de mejora de la eficiencia energética, una evaluación de la viabilidad técnica y económica de las mejoras propuestas, un informe consolidado y la aplicación de las mejoras. En cuanto a la distribución de la energía por áreas globales, los resultados mostraron que Cía era el mayor consumidor de energía. KPMG se clasifica en Servicios Generales con un consumo de 77412, lo que representa el 24,94% del consumo total, y minería, con el 9,04% del consumo total. Asimismo, con un mayor pago anual de \$ 87888 (un aumento del 21,03%). El consumo de energía activa en lugar de reactiva es mayor. El análisis de los indicadores energéticos clave determinó que el estudio de las opciones tarifarias para BT5-A(b) y MT3 supondría un ahorro anual de 9.107,2 dólares australianos (28023 dólares estadounidenses), donde el ahorro derivado de la mejora del factor de potencia representa el 1,62% y el derivado de la mejora de los equipos de climatización, el 0,83%. Comparando el porcentaje de ahorro económico entre las tarifas BT4 y MT3, obtuvieron un ahorro anual equivalente a S\$91077,2 (US\$28023). La viabilidad económica de las acciones propuestas resulta de la aplicación de una auditoría energética centrada en el cambio de opción tarifaria MT3, que requiere la instalación de una subestación de media tensión propuesta para la empresa concesionaria, resultando en una reducción del 48,94% en los costes de facturación de energía. El análisis económico realizado para la tarifa BT5-A(b) no requiere inversión, pero el cambio de BT4 a BT5-A(b) sólo supone un ahorro económico del 29%.

Díaz (2018), realizó una investigación titulado *auditoria energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C.* ubicado en el distrito de la Victoria -Chiclayo – Lambayeque, cuyo fue realizar una auditoria energética en la planta procesadora de arroz con la finalidad de disminuir el consumo de energía eléctrica en la empresa Planta procesadora de arroz EL LIRIO S.AC., ubicada en AV. Prolongación Grau S/N Chacupe Alto. Sus conclusiones incluían que el consumo medio

mensual de energía eléctrica era de 25 021,6368 kWh y que MT2 era la opción de tarificación disponible. Además, los parámetros descubiertos en relación con el análisis de la calidad de la energía eléctrica estaban dentro de los rangos exigidos por la norma. Basándose en esto, propusieron lo siguiente: la sustitución de los motores estándar por motores de eficiencia premium que permiten reducir el consumo eléctrico a 19 138 kWh anuales. instalar un banco de condensadores de 24,88 kVAR de capacidad para corregir el factor de potencia. El análisis económico de la propuesta se completó utilizando un horizonte temporal de 15 años y una escala de evaluación del 12%, y los resultados mostraron que el VAN es de: = S/. 8 944,37 y el TIR es de: = 17,41%, con un periodo de retorno de capital de 6,23 años.

Flores (2018), realizó una tesis denominado auditoria energética para determinar la eficiencia del consumo de energía en el taller de máquinas y herramientas de la FIM/UNCP, cuyo objetivo fue el diseñar un modelo de procedimiento de auditoria energética para determinar la eficiencia en el consumo de energía en el taller de máquinas herramientas de la FIM/UNCP. El método, estadístico por relacionar hechos aparentemente inconexos, implicaba el uso de un analizador de redes, un luxómetro y estadística descriptiva para el análisis de los datos. Las necesidades de iluminación de la zona de almacenamiento de herramientas se calcularon del mismo modo. Además, se midió la iluminación de la zona con un luxómetro para poder compararla y evaluarla con los requisitos de la norma UNE-EN 12464-1. Adicionalmente, propusieron un modelo de procedimiento de auditoría energética basado en las normas ISO 50001:2011 para la "Auditoría del Uso Eficiente de la Energía y Certificación de Sistemas de Gestión Energética", para el curso de capacitación de máquinas herramientas que ofrece el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

A nivel local.

Antón y Bautista, 2020, realizaron una investigación denominado auditoría energética del sistema eléctrico para la empresa Molinera de arroz Valle Dorado S.A.C en la ciudad de Jaén - Perú – 2020, cuyo objetivo general fue determinar mediante una auditoria energética el sistema eléctrico actual de la empresa Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C. Para lograr el objetivo, realizaron una inspección minuciosa de la Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C. y se recopiló información de los consumidores de energía eléctrica. Esto permitió elaborar un inventario de la carga eléctrica actual y determinar la demanda máxima de la Molinera de Arroz Valle Dorado S.A.C., tras lo cual se instaló un analizador trifásico de redes que funcionó durante siete días consecutivos. El sistema de iluminación se sometió a mediciones con un Luxómetro para determinar si cumplía o no la Norma Técnica EM.010 Instalaciones Eléctricas Interiores. Además, se estudió la opción tarifaria de tensión media (MT) para determinar cuál era la más ventajosa. Por último, se evaluó el proyecto utilizando el VAN (22 409) y el TIR (14%), para un periodo de retorno de 8 años. Adicionalmente, determinaron que el indicador B/C tiene un valor de S/ 1, lo que significa que se espera obtener S/ 1,30 de retorno sobre la inversión.

Chumacero y Paredes (2019), realizaron una tesis titulado evaluación mediante auditoría energética del sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén, cuyo objetivo fue evaluar mediante auditoría energética el sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén. Para ello, se elaboraron inventarios energéticos de los consumidores de equipos eléctricos, así como evaluaciones del consumo eléctrico y del estado de las instalaciones eléctricas. También se propusieron mejoras y medidas operativas de eficiencia energética y, por último, se realizó una evaluación económica. Durante el desarrollo de la investigación se aplicó un trabajo de campo y gabinete para cada actividad: Los datos para el inventario de equipos se obtuvieron del área de la propiedad; los datos para el consumo diario de potencia y energía se obtuvieron de un analizador de redes instalado por Electro Oriente S.A.; los datos para la iluminación se obtuvieron tomando mediciones del luxómetro; también se examinaron los

datos de las facturas para determinar la tarifa adecuada; el sistema de aire acondicionado se evaluó utilizando el software Tecno Clima v2.0; y se tuvieron en cuenta los datos para la evaluación económica. Entre los hallazgos se encontró que los equipos que consumen más energía son los de aire acondicionado y refrigeración; que también es necesario cambiar la tarifa eléctrica a MT2; que también es necesario cambiar la iluminación convencional por equipos de Diodo Emisor de Luz (LED); y que la investigación es técnica y económicamente factible dado que la universidad tiene un VAN S/. 107 029,59, una TIR de 38%, y que existe una correlación positiva entre estos indicadores.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Objeto de estudio

El presente informe tiene como objeto de estudio el sistema eléctrico de la Gerencia Subregional de Cutervo, ubicada en la región Cajamarca. La investigación se centró en la auditoría energética de sus instalaciones con el propósito de identificar las principales fuentes de consumo eléctrico, evaluar el estado actual de los equipos e infraestructura eléctrica, y proponer medidas correctivas orientadas a la eficiencia energética. A partir de la ejecución del estudio, se logró diagnosticar el comportamiento del consumo energético institucional, establecer indicadores de desempeño, y diseñar un plan de mejora que permitirá reducir significativamente el índice de consumo eléctrico en el mediano y largo plazo.

2.2 Ubicación del área de estudio

La auditoría energética se llevó a cabo en la sede de la Gerencia Subregional de Cutervo, entidad dependiente del Gobierno Regional de Cajamarca, ubicada en el distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, región Cajamarca, Perú. El área de intervención comprendió todas las oficinas administrativas, ambientes técnicos y espacios comunes donde se hace uso de energía eléctrica, como iluminación, equipos de cómputo, sistemas de ventilación y otros aparatos eléctricos. La intervención se realizó de forma directa en campo, lo cual permitió recolectar datos reales y actualizados del comportamiento energético de la institución durante el año 2023.

Coordenadas geográficas

Latitud: 6°22'38" Sur

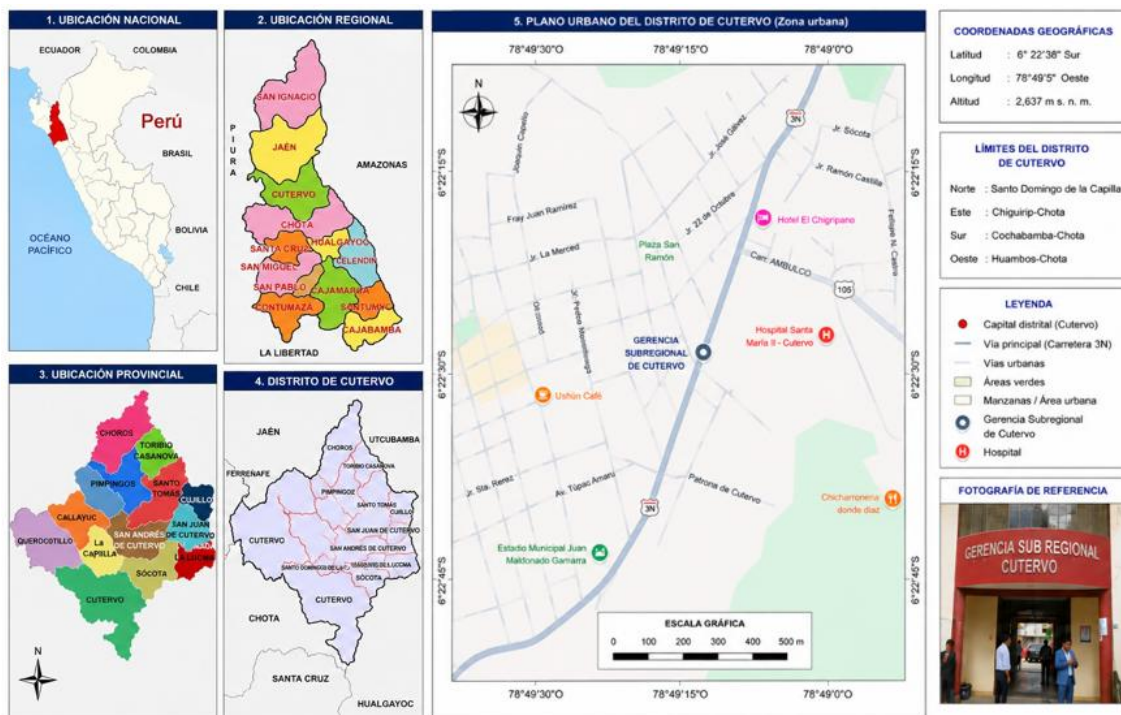
Longitud: 78°49'5" Oeste

Altitud: aproximadamente 2,637 metros sobre el nivel del mar.

Límites del distrito de Cutervo

- Norte: con el distrito de Santo Domingo de la Capilla
- Este: con el distrito de Chiguirip-Chota
- Sur: con el distrito de Cochabamba-Chota
- Oeste: con los distritos Huambos-Chota

Figura 1 Ubicación de la Gerencia Subregional de Cutervo, distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, región Cajamarca.



Nota. La figura muestra la localización del área de estudio correspondiente a la sede de la Gerencia Subregional de Cutervo, ubicada en el distrito de Cutervo, provincia de Cutervo, región Cajamarca. Se incluyen la ubicación nacional, regional, provincial y el plano urbano, así como las coordenadas geográficas y la fotografía referencial de la institución.

Clima

El distrito de Cutervo presenta un clima templado húmedo, con temperaturas promedio anuales que oscilan entre los 13 °C y 18 °C. Las precipitaciones son frecuentes durante gran parte del año, especialmente entre los meses de octubre y abril, lo que influye en las condiciones operativas de los sistemas eléctricos, principalmente en lo que respecta a la humedad ambiental y la demanda energética en temporadas frías.

2.3 Métodos

Para el desarrollo de la auditoría energética se empleó un método deductivo, partiendo de principios generales de auditoría eléctrica y eficiencia energética

para llegar a conclusiones específicas sobre el comportamiento del consumo en la Gerencia Subregional de Cutervo. En una primera fase se revisaron normas y manuales de auditoría energética (ISO 50001, Código Nacional de Electricidad CNE y estudios de casos previos) y, a partir de ellos, se diseñó el protocolo de inspección y medición in situ. Posteriormente, los datos obtenidos en campo (mediciones de potencia, voltaje, factor de potencia, registros de interrupciones y consumos históricos) fueron analizados estadísticamente para diagnosticar ineficiencias y proponer medidas de mejora técnico-económica.

2.4 Técnica

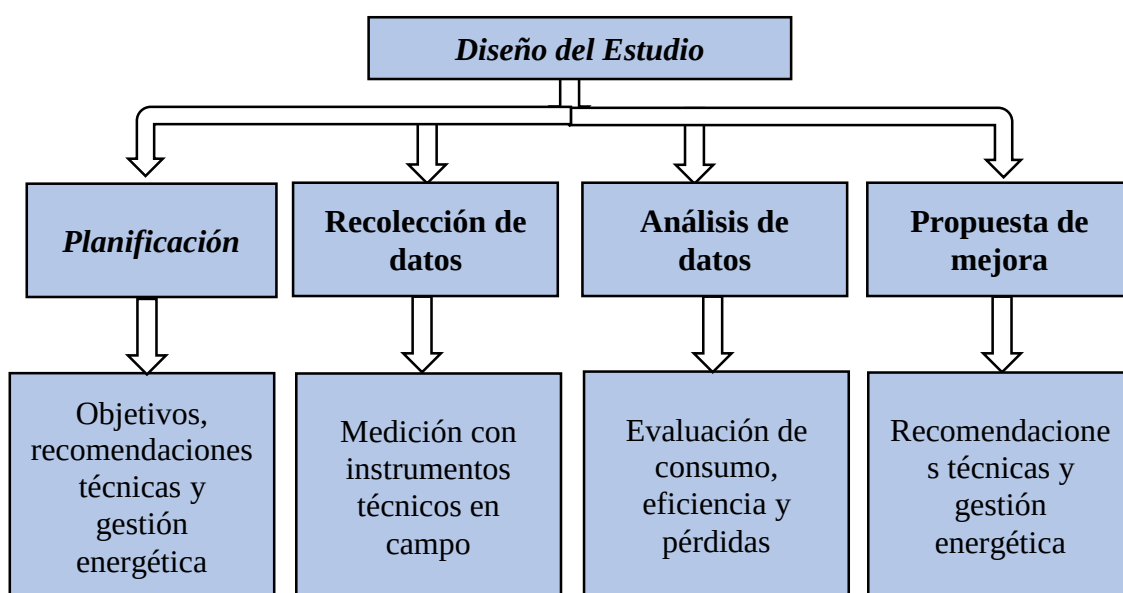
La técnica empleada en la presente auditoría energética fue de tipo mixta, combinando el análisis documental y el trabajo de campo. En primer lugar, se procedió a la revisión sistemática de información secundaria relevante, como planos eléctricos, registros de facturación, manuales técnicos de los equipos e historial de mantenimiento, lo que permitió establecer una línea base del consumo energético. Posteriormente, se realizó una inspección directa en las instalaciones de la Gerencia Subregional de Cutervo, mediante la aplicación de instrumentos de medición como analizadores de redes, pinzas amperimétricas, luxómetros y telurómetros, con el fin de obtener datos reales y actualizados del comportamiento eléctrico en oficinas, ambientes técnicos y espacios comunes. Los datos recolectados fueron registrados y organizados en una base de datos, permitiendo su análisis y categorización conforme a estándares nacionales e internacionales de eficiencia energética. Esta técnica integral facilitó la identificación de deficiencias, pérdidas energéticas y oportunidades de mejora dentro del sistema eléctrico evaluado.

2.5 Diseño del Estudio

El presente estudio adopta un diseño no experimental, descriptivo y transversal, orientado a evaluar la eficiencia del sistema eléctrico y el índice de consumo energético en la sede de la Gerencia Subregional de Cutervo durante el año 2023. El enfoque no experimental se fundamenta en que las variables de estudio no fueron manipuladas deliberadamente; sino observadas y analizadas en su contexto real de funcionamiento, mediante la aplicación de una nueva auditoría energética a las instalaciones eléctricas de institución. El nivel descriptivo

permitió identificar, caracterizar y analizar las condiciones técnicas del sistema eléctrico, así como los patrones de consumo energético presentes en las diferentes áreas funcionales de la entidad, considerando aspectos relacionados con el estado de las instalaciones, calidad de energía y eficiencia energética. Asimismo, el estudio enfoque transversal, debido a que la recolección de datos y las mediciones eléctricas se realizaron en un periodo determinado de tiempo, permitiendo obtener un diagnóstico técnico y energético basado en evidencias reales del sistema evaluado. El estudio se estructura en cuatro etapas, tal como se muestra a continuación:

Figura 2 Estructura de las etapas de estudio



Nota. Elaboración propia

2.6 Población, muestra y muestreo

Población

La población del presente estudio estuvo constituida por la totalidad de los sistemas eléctricos, equipos, dispositivos y componentes que conforman la infraestructura eléctrica de la sede de la Gerencia Subregional de Cutervo. Esto incluyó redes internas de distribución, tableros eléctricos, sistemas de iluminación, equipos de oficina, sistemas de ventilación, computadoras, impresoras, aires acondicionados y demás artefactos que demandan energía eléctrica en los distintos ambientes administrativos y técnicos.

Muestra

La muestra estuvo conformada por los sistemas eléctricos, equipos y componentes más representativos y críticos para la operación diaria de la institución. Para su selección se consideraron criterios como el nivel de consumo energético, la frecuencia de uso, la criticidad en la operación institucional y los reportes de fallas o problemas energéticos previos. De esta manera, se priorizaron los ambientes y dispositivos con mayor impacto en el consumo eléctrico general de la sede.

Muestreo

Se empleó un muestreo no probabilístico de tipo intencional, dado que la selección de los elementos de la muestra se realizó con base en el juicio técnico del investigador y en criterios previamente definidos. Esta estrategia permitió focalizar la auditoría energética en aquellos puntos clave que ofrecieron mayor información y relevancia para el diagnóstico energético institucional, optimizando así los recursos disponibles para el estudio.

2.7 Variables, operacionalización y definición conceptual y operacional

Variable independiente (VI).

Eficiencia del sistema eléctrico

Variable dependiente (VD).

Índice de consumo energético

Operacionalización de variables

Tabla 1 Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores
Eficiencia del sistema eléctrico	Equipos	a. Estado de equipos e instalaciones eléctricos b. Mantenimiento de subestaciones
	Gestión de Energía	a. Cumplimiento de normativas b. Eficiencia en la distribución de energía
Índice de Consumo Energético	Consumo Total	a. Consumo total de energía eléctrica en kWh b. Patrones de consumo a lo largo del tiempo
	Eficiencia	a. Costo por unidad de energía consumida

Nota. Elaboración propia.

Definición conceptual y operacional

Tabla 2 Cuadro de definición conceptual y operacional

Variable	Definición	
	Conceptual	Operacional
Variable Independiente (VI): Eficiencia del sistema eléctrico	La eficiencia del sistema eléctrico se refiere al nivel de desempeño técnico y energético de las instalaciones eléctricas de la Gerencia Subregional del Cutervo, considerando el estado de los equipos, la calidad del suministro eléctrico, el mantenimiento, las pérdidas energéticas y el cumplimiento de normas técnicas	Esta variable se medirá y evaluará a través de indicadores específicos, que incluyen la inspección técnica de los sistemas eléctricos, el análisis de equipos y dispositivos, la inspección de líneas eléctricas, la verificación de la infraestructura de subestaciones y otros elementos relacionados con la distribución y gestión de energía eléctrica en la entidad.
Variable Dependiente (VD): Índice de Consumo Energético	El Índice de Consumo Energético se refiere a la cantidad de energía eléctrica consumida en la Gerencia Sub-Regional de Cutervo en un período determinado, expresado mediante indicadores de consumo, demanda y costos energéticos.	Esta variable se medirá a través de indicadores específicos, que incluyen la medición de la demanda energética en kilovatios-hora (kWh), el seguimiento de los patrones de consumo a lo largo del tiempo y el cálculo de índices que reflejen la eficiencia en la gestión de la energía eléctrica, como el costo por unidad de energía consumida.

Nota. Elaboración propia

2.8 Procedimiento

A continuación, se presenta el procedimiento detallado que permitió lograr el cumplimiento de cada uno de los objetivos:

2.8.1 Diagnóstico del estado actual del sistema eléctrico y los dispositivos eléctricos de la Gerencia Sub Regional Cutervo.

- **Levantamiento y verificación documental.**

Constituyeron una fase inicial esencial para comprender la configuración y condiciones del sistema eléctrico de la Gerencia Subregional de Cutervo. Esta actividad permitió reunir y analizar información técnica existente, como planos eléctricos, manuales de operación, registros de facturación energética, fichas técnicas de equipos eléctricos e informes de mantenimiento (Ver anexos 18 al 20). Dicha información fue obtenida mediante coordinación directa con el Gerente Subregional (profesor Edison Carrasco Olivera) y el personal técnico de mantenimiento de la sede. Se verificó la autenticidad y vigencia de cada documento recopilado, lo cual sirvió como base para planificar las inspecciones en campo, facilitar la ubicación de los tableros eléctricos, circuitos críticos, y áreas de mayor consumo. Esta revisión documental también permitió detectar la falta de actualización de ciertos planos y la inexistencia de fichas técnicas para algunos equipos, situación que fue subsanada mediante observación y codificación en campo.

Figura 3 Fachada principal de la Gerencia Subregional de Cutervo durante la fase de coordinación



Nota. Elaboración propia.

- **Inventario técnico de equipos eléctricos.**

El inventario técnico de los equipos eléctricos fue una etapa clave en la auditoría energética, ya que permitió identificar, clasificar y registrar todos los dispositivos que forman parte de la infraestructura energética operativa de la Gerencia Subregional de Cutervo (Ver anexos del 1 al 11). La recopilación de información se realizó en campo, inspeccionando oficinas administrativas, áreas técnicas, talleres y espacios comunes, donde se emplean equipos con diferentes niveles de consumo energético. Cada equipo fue identificado mediante un código único, al que se le asociaron datos como marca, modelo, potencia nominal, ubicación, estado operativo y fecha de adquisición. Esta información se validó mediante la observación directa y se sistematizó en una base de datos que permitió el análisis posterior de cargas por área funcional. El inventario técnico facilitó además la clasificación de equipos según su nivel de consumo: bajo, medio o alto, de acuerdo con los rangos definidos por el MINEM (2009), lo que resultó fundamental para focalizar acciones correctivas y proponer medidas de eficiencia energética específicas para cada ambiente evaluado.

Figura 4 Verificación en campo de equipos eléctricos durante el proceso de inventario



Nota. En la imagen se observa la evaluación del sistema de puesta a tierra, mediante la conexión de un conductor a un electrodo instalado en el suelo.
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Medición de corriente con pinza amperimétrica



Nota. En la imagen se muestra la medición de corriente eléctrica en un tablero de distribución utilizando una pinza amperimétrica, con el fin de registrar parámetros operativos reales de todo el circuito. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Inventario de equipos eléctricos de la Gerencia Subregional de Cutervo

N.º	Código de equipo	Nombre del equipo	Marca	Modelo	Fecha de adquisición	Estado
1	EQ-001	Electrobomba (1)	Barmesa	IC1-4-2-2-1	5/11/2016	Operativo
2	EQ-002	Electrobomba (2)	Leo	616289	21/05/2017	Operativo
3	EQ-003	UPS	Tripp-Lite	SU5KRT3UGMB	12/08/2018	Operativo
4	EQ-004	Generador eléctrico	Hricc	HRC	10/04/2021	Operativo
5	EQ-005	Taladro eléctrico	Bosch Professional	GSB 13 RE	3/05/2022	Operativo
6	EQ-006	Compresora de aire	Mikel's	CA-3HP100	5/09/2019	Operativo
7	EQ-007	Amoladora angular	Bosch Professional	GWS 25-180	3/05/2022	Operativo
8	EQ-008	Desenllantadora semiautomática	Big Red	TRE-209	18/05/2021	Operativo

9	EQ-009	Lijadora roto-orbital	Dewalt	DWE6421-B3	5/09/2019	Operativo
10	EQ-010	Soldadora eléctrica	Stylecnc	LW1500A	25/08/2018	Operativo
11	EQ-011	Proyector multimedia	Epson	970KGA.3LCD	4/05/2021	Operativo

Nota. Elaboración propia a partir del inventario auditado de la Gerencia Subregional de Cutervo.

Tabla 4 Equipos eléctricos por área funcional, tipo y nivel de consumo energético

N.º	Código	Nombre del equipo	Área funcional	Tipo de equipo	Potencia (W)	Voltaje (V)	Nivel de consumo
1	EQ-001	Electrobomba (1)	Cerca de la oficina de almacén	Bombeo de agua	1491.4	220	Medio
2	EQ-002	Electrobomba (2)	Cerca de la oficina de almacén	Bombeo de agua	372.85	220	Bajo
3	EQ-003	UPS	Oficina de informática	Respaldo energético	5000	200/240	Alto
4	EQ-004	Generador eléctrico	Taller mecánico	Respaldo energético	3500	220/380	Alto
5	EQ-005	Taladro eléctrico	Taller mecánico	Herramienta de operación	750	220	Bajo
6	EQ-006	Compresora de aire	Taller mecánico	Herramienta de operación	2237.1	220	Medio
7	EQ-007	Amoladora angular	Taller mecánico	Herramienta de operación	2500	220	Alto
8	EQ-008	Desenllantadora semiautomática	Taller mecánico	Herramienta de operación	750	220	Bajo
9	EQ-009	Lijadora roto-orbital	Taller mecánico	Herramienta de operación	280	220	Bajo
10	EQ-010	Soldadora eléctrica	Taller mecánico	Herramienta de operación	1500	220	Medio
11	EQ-011	Proyector multimedia	Auditorio	Equipamiento audiovisual	326	220	Bajo

Nota. La clasificación del nivel de consumo energético se estableció en función de la potencia nominal de los equipos, definiéndose los siguientes

rangos: bajo (menor a 500 W), medio (entre 500 W y 2000 W) y alto (mayor a 2000 W); dichos valores fueron adoptados como criterio técnico referencial con el propósito de agrupar las cargas eléctricas según su nivel de demanda, lo cual constituye una práctica común en auditorías energéticas para facilitar el análisis comparativo del consumo.

- **Muestreo representativo de consumo energético.**

Se ejecutó con el fin de obtener una caracterización precisa del comportamiento eléctrico en condiciones reales de operación. Para ello, se emplearon tres instrumentos fundamentales: la pinza amperimétrica, el megóhmetro y el telurómetro.

Figura 6 Instrumentos utilizados en la inspección eléctrica



Nota. En la imagen muestra: **(1) megóhmetro digital**, utilizado para la medición de la resistencia de aislamiento en conductores eléctricos; **(2) telurómetro digital**, empleado para evaluar la resistencia del sistema de puesta a tierra; y **(3) pinza amperimétrica digital**, utilizada para la medición de corriente eléctrica. Fuente: Elaboración propia.

La pinza amperimétrica fue utilizada para registrar los valores de corriente eléctrica y estimar la potencia activa en diferentes puntos del sistema, particularmente en equipos críticos como electrobombas, compresoras y herramientas eléctricas del taller. Estas mediciones permitieron identificar

consumos elevados, bajos factores de potencia y posibles desequilibrios de carga. El instrumento empleado fue una pinza amperimétrica de marca LINT, modelo UT204+, que permite realizar mediciones de corriente alterna, tensión, resistencia y continuidad, con alta precisión y funciones de retención de datos y valor máximo.

El megóhmetro se empleó para realizar pruebas de aislamiento en cables y componentes, con el objetivo de verificar la integridad de los conductores y detectar pérdidas energéticas por fugas de corriente. Las pruebas se realizaron entre conductores activos y tierra, siguiendo las normativas técnicas de seguridad para instalaciones de baja tensión. Se identificaron algunas líneas con valores cercanos al mínimo permitido, lo que motivó recomendaciones para mantenimiento preventivo y revisión de aislamientos. Para estas mediciones se utilizó un megóhmetro digital de marca ANENG, modelo MH12, diseñado para medir resistencia de aislamiento en el rango de megaohmios, con salidas de prueba en distintos voltajes y capacidad de almacenamiento de datos.

Finalmente, el telurómetro fue utilizado para evaluar la resistividad del terreno en puntos estratégicos de la instalación. Este parámetro es esencial para garantizar la eficacia del sistema de puesta a tierra a adicionar al sistema eléctrico, especialmente ante fallas eléctricas. Los valores medidos indicaron que, en general, el sistema de aterrizaje funcionaba adecuadamente (ver anexo 25), aunque en ciertas zonas se detectaron niveles altos de resistividad, lo que sugiere la necesidad de rediseñar o mejorar la conexión a tierra en esas áreas específicas y también para evaluar la resistencia del pozo a tierra existente. Este parámetro es esencial para garantizar que la resistencia del sistema sea lo suficientemente baja como para disipar corrientes de falla y descargas atmosféricas de forma segura hacia el suelo, para proteger la vida humana frente a electrocuciones y así mismo evita daños costosos en equipos eléctricos. Las mediciones se realizaron utilizando un telurómetro digital marca DUOVI, modelo DY4100, especializado para pruebas de resistencia de puesta a tierra con funciones de doble método de prueba (3 y 2 polos), lectura digital y pantalla retroiluminada.

Figura 7 *Medición eléctrica directa con pinza amperimétrica sobre conductores principales en tableros eléctricos*



Nota. Elaboración propia.

Tabla 5 Resultados de mediciones eléctricas mediante pinza amperimétrica, megóhmetro y telurómetro

Instrumento	Parámetro	Valor	Unidad
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Fase (RS)	363.6	V
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Fase (RT)	363.2	V
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Fase (ST)	373.5	V
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Neutro (Tomacorriente)	224.9	V
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Neutro (Interruptor)	208.8	V
Pinza amperimétrica	Corriente Entrada R	1.87	A
Pinza amperimétrica	Corriente Entrada S	1.74	A
Pinza amperimétrica	Corriente Entrada T	1.43	A
Telurómetro	Resistencia de puesta a tierra	9.85	Ω
Pinza amperimétrica	Tensión Tomacorriente Taller Mecánico	220.2	V
Pinza amperimétrica	Tensión Interruptor Taller Mecánico	217.8	V
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Fase R	6.6	M Ω
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Fase S	5.7	M Ω
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Fase T	6.3	M Ω
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Neutro	5.09	M Ω

Nota. Elaboración propia con base en las mediciones realizadas en campo en la Gerencia Subregional de Cutervo.

- **Inspección física del sistema eléctrico.**

La inspección física del sistema eléctrico en la Gerencia Subregional de Cutervo se realizó como una de las primeras etapas del diagnóstico técnico, con el objetivo de identificar condiciones visibles de riesgo, deterioro o

deficiencias en los componentes del sistema de distribución eléctrica. Esta actividad consistió en una revisión minuciosa de las instalaciones en baja tensión, incluyendo tableros generales, subtableros, canalizaciones, interruptores, tomacorrientes, protecciones, luminarias y conductores visibles. Durante la inspección se verificó el estado mecánico de los tableros eléctricos, observando presencia de oxidación en algunos gabinetes, conexiones flojas, acumulación de polvo, ausencia de tapas de protección y etiquetado deficiente de los circuitos. Asimismo, se identificaron canalizaciones expuestas sin protección adecuada y ausencia de elementos de sujeción para los cables, lo que representa una condición insegura frente a manipulaciones accidentales o cortocircuitos.

También se inspeccionó el tipo y calibre de los conductores utilizados, evidenciando en ciertos tramos el uso de conductores subdimensionados respecto a la carga que alimentan, así como empalmes improvisados sin cajas de derivación ni aislación adecuada. Estas observaciones fueron registradas mediante fichas técnicas por cada área evaluada y se documentaron fotográficamente.

La inspección permitió además identificar la ausencia de un sistema de puesta a tierra continuo en algunas zonas del sistema, lo que representa un riesgo importante para la seguridad de personas y equipos ante posibles fugas de corriente. Estas observaciones justificaron la posterior medición de resistividad del terreno con telurómetro (Ver anexo 21).

Figura 8 Estado físico de tablero eléctrico



Nota. En la imagen se observa un tablero eléctrico con interruptores termomagnéticos, donde se evidencia la presencia de conductores eléctricos con conexiones expuestas, así como la ausencia de cajas de derivación y protección mecánica en la canalización. Fuente: Elaboración propia.

- **Pruebas funcionales eléctricas**

Constituyen una etapa crucial para evaluar el comportamiento operativo real del sistema eléctrico bajo condiciones reales de operación y carga nominal. En la Gerencia Subregional de Cutervo, estas pruebas fueron diseñadas para verificar la continuidad eléctrica, la integridad de los aislamientos y la eficacia de la conexión a tierra, aspectos esenciales para garantizar la seguridad del personal y la operatividad de los equipos.

Una de las pruebas realizadas consistió en la medición de corriente y tensión por fases (R, S y T) con una pinza amperimétrica digital modelo UNI-T UT204+, registrando los valores en los conductores principales del tablero general y en subcircuitos representativos. Esta acción permitió identificar posibles desequilibrios de carga trifásica y consumos fuera del rango

recomendado, comparando los valores medidos con los límites establecidos en función del tipo de carga conectada y la capacidad de los conductores. Simultáneamente, se realizaron pruebas de resistencia de aislamiento eléctrica con un megóhmetro digital modelo ANENG MH12. Las mediciones se efectuaron entre cada fase y el conductor de protección (tierra), así como entre fase-fase, registrándose en todos los tramos accesibles del cableado. Se identificaron valores de resistencia inferiores al umbral óptimo en algunos puntos, lo que evidencia la necesidad de mantenimiento preventivo para evitar fugas de corriente, fallos de aislamiento o cortocircuitos. El análisis se desarrolló siguiendo las recomendaciones de la norma UNE 20460-6-61:2003 y se contrastó con el límite mínimo de 1 MΩ según normas internacionales. Asimismo, se ejecutaron pruebas de resistencia de puesta a tierra con telurómetro digital modelo DY4100. La medición se realizó desde los puntos de conexión a tierra del tablero principal y de los tableros secundarios, obteniéndose un valor promedio de 9.89 ohmios, dentro del rango funcional, aunque ligeramente por encima del nivel óptimo de ≤ 5 ohmios recomendado por la norma IEEE Std 80-2013 para sistemas sensibles. Este valor sugiere la necesidad de optimizar el sistema de puesta a tierra, especialmente en áreas con alta densidad de equipos electrónicos. Estas pruebas se documentaron en fichas técnicas por punto de medición, indicando fecha, instrumento utilizado, valores medidos, condiciones ambientales y observaciones técnicas. Los resultados fueron sistematizados en una tabla comparativa que contrasta los valores medidos con los parámetros eléctricos esperados según el tipo de carga, permitiendo identificar desviaciones críticas que requieren intervención técnica.

Tabla 6 Comparación de valores

Instrumento	Parámetro	Valor	Unidad	Tensión nominal	Rango permisible ($\pm 5\%$)	Cumple	Observación técnica
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Fase (RS)	363.6	V	380 V	361 – 399 V	Sí	Dentro del rango

Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Fase (RT)	363.2	V	380 V	361 – 399 V	Sí	Cercano al límite inferior
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Fase (ST)	373.5	V	380 V	361 – 399 V	Sí	Valor adecuado
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Neutro (Tomacorriente)	224.9	V	220 V	209 – 231 V	Sí	Dentro del rango
Pinza amperimétrica	Tensión Fase-Neutro (Interruptor)	208.8	V	220 V	209 – 231 V	No	Fuera de norma (baja tensión)
Pinza amperimétrica	Corriente Entrada R	1.87	A	—	—	Sí	Operación normal
Pinza amperimétrica	Corriente Entrada S	1.74	A	—	—	Sí	Sistema balanceado
Pinza amperimétrica	Corriente Entrada T	1.43	A	—	—	Sí	Sin sobrecarga
Telurómetro	Resistencia de puesta a tierra	9.85	Ω	—	—	Sí	Aceptable (criterio CNE)
Pinza amperimétrica	Tensión Tomacorriente Taller Mecánico	220.2	V	220 V	209 – 231 V	Sí	Correcto
Pinza amperimétrica	Tensión Interruptor Taller Mecánico	217.8	V	220 V	209 – 231 V	Sí	Dentro del rango
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Fase R	6.6	M Ω	—	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	Sí	Excelente
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Fase S	5.7	M Ω	—	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	Sí	Buen estado
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Fase T	6.3	M Ω	—	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	Sí	Buen estado
Megóhmetro	Resistencia de aislamiento Neutro	5.09	M Ω	—	$\geq 1 \text{ M}\Omega$	Sí	Sin fugas

Nota. La tabla evidencia la comparación de valores eléctricos medidos vs. parámetros esperados por tipo de carga. La evaluación de los niveles de tensión se realizó conforme a la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE), aprobada mediante Decreto Supremo N.º 020-97-EM.

Figura 9 *Equipos en taller mecánica*



Nota. Equipos eléctricos operando en el área del taller mecánico de la Gerencia Subregional de Cutervo, clasificados como herramientas de operación de medio y alto consumo energético. Fuente: Elaboración propia.

- **Evaluación del mantenimiento eléctrico.**

Se realizó con el propósito determinar el estado actual de las rutinas de inspección, corrección y prevención aplicadas al sistema eléctrico de la institución. Esta actividad se enfocó en la revisión documental de registros históricos, entrevistas con el personal encargado de mantenimiento y verificación en campo de las acciones realizadas.

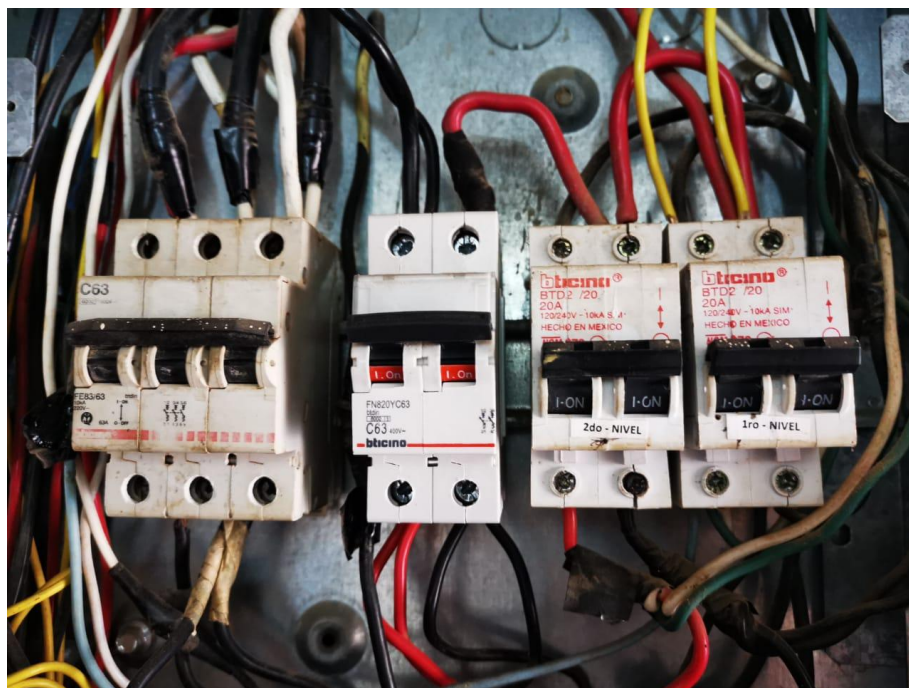
Durante la evaluación se evidenció que el mantenimiento eléctrico es mayormente de tipo correctivo, es decir, se ejecuta ante la ocurrencia de fallas, apagones o daños visibles. No se cuenta con un programa formalizado de mantenimiento preventivo que contemple inspecciones periódicas, limpieza de tableros, ajuste de conexiones, verificación de niveles de aislamiento o pruebas de continuidad. Esta situación incrementa el riesgo de fallas no previstas y tiempos de inactividad operativa.

Asimismo, se identificó la ausencia de protocolos de intervención estandarizados y registros técnicos actualizados. Los mantenimientos realizados no han sido documentados, lo que impide hacer un seguimiento eficaz del historial de fallas, tiempos de reposición o causas recurrentes. Este hallazgo fue corroborado mediante entrevistas al personal técnico, quienes

manifestaron que las intervenciones se hacen de forma empírica, sin respaldo técnico normativo.

Otro aspecto crítico fue la falta de mantenimiento en componentes clave del sistema, como interruptores termomagnéticos, barras colectoras, canalizaciones eléctricas y dispositivos de protección contra sobretensiones. La acumulación de polvo, conexiones sueltas y elementos oxidados, observados durante la inspección física, refuerzan esta conclusión.

Figura 10 Estado actual de un tablero eléctrico



Nota. En la figura se observa un tablero eléctrico con interruptores termomagnéticos de diferentes capacidades nominales (aproximadamente 20 A, 25 A y 30 A), el cual es calculada a partir de la potencia de las cargas conectadas y la tensión de alimentación. Fuente: Elaboración propia.

- **Análisis de fallas e interrupciones.**

El análisis de fallas e interrupciones en el sistema eléctrico de la Gerencia Subregional de Cutervo permitió identificar las principales causas que comprometen la continuidad operativa y la confiabilidad de la red interna de distribución en baja tensión. Este análisis se fundamentó en el estudio de los

reportes históricos de interrupciones, entrevistas al personal técnico, así como observaciones de campo realizadas durante la inspección física.

De acuerdo con el levantamiento de información, se registraron episodios recurrentes de interrupciones parciales, principalmente en ambientes como el taller mecánico y las oficinas administrativas. Las causas más frecuentes estuvieron asociadas a sobrecargas puntuales, disparo de protecciones por cortocircuitos momentáneos y pérdida de aislamiento en ciertos tramos del sistema. Estos eventos, en su mayoría, no contaban con registros escritos, lo cual limitó la trazabilidad para análisis cuantitativo de frecuencia y duración. En cuanto a las fallas técnicas, se observaron conductores sobrecalentados, tableros con conexiones flojas y elementos de protección inadecuados o fuera de norma. Particularmente, se detectaron interruptores termomagnéticos de capacidad menor a la corriente de operación en algunas líneas, lo cual propiciaba disparos intempestivos del sistema. Además, algunos empalmes mal aislados fueron causa de arcos eléctricos que derivaron en interrupciones prolongadas.

Tabla 7 *Clasificación de fallas e interrupciones observadas durante el diagnóstico*

Área Afectada	Tipo de Falla	Frecuencia Estimada	Causa Identificada	Recomendación Técnica
Taller mecánico	Disparo por sobrecarga	Alta	Subdimensionamiento de protecciones	Reemplazo por interruptores adecuados
Oficina administrativa	Pérdida de aislamiento	Media	Daño en aislamiento de conductores	Renovación de cableado
Sala de bombas	Caída de tensión	Baja	Empalmes defectuosos sin aislamiento	Reconexión con caja de derivación

Nota. Elaboración propia.

- **Consolidación en informes técnicos por equipo y área funcional.**

La consolidación de la información diagnóstica en informes técnicos por equipo y área funcional constituye una etapa clave para la interpretación integral de los resultados obtenidos durante la evaluación del sistema eléctrico de la Gerencia Subregional de Cutervo. Esta tarea implicó clasificar, sistematizar y documentar los hallazgos según el tipo de equipo eléctrico (iluminación, fuerza, automatización) y el entorno operativo (oficinas, talleres, estaciones de bombeo y almacenes).

Para cada unidad funcional se elaboraron fichas técnicas detalladas que incluyen: descripción de la instalación, condiciones operativas, nivel de carga, resultados de pruebas funcionales, mediciones de consumo y observaciones de mantenimiento. Asimismo, se adjuntaron los planos eléctricos, fotografías in situ, esquemas unifilares y gráficos de consumo representativos.

Esta metodología permitió identificar patrones de consumo y deterioro específicos por zona, así como priorizar intervenciones técnicas según criticidad. Por ejemplo, en el área del taller mecánico se documentaron equipos con alto desgaste térmico y sobrecargas frecuentes, mientras que en oficinas administrativas se detectaron pérdidas por conexiones defectuosas y protecciones inadecuadas.

Tabla 8 *Extracto de consolidación técnica por área funcional*

Área Funcional	Equipo Evaluado	Estado Diagnóstico	Recomendaciones Técnicas
Taller mecánico	Compresora de aire	Sobrecarga de circuito	Reemplazo de conductores y llaves
Oficinas administrativas	Luminaria fluorescente	Pérdida de eficiencia	Sustitución por luminaria LED
Estación de bombeo	Motor trifásico de 5 HP	Baja tensión	Revisión de empalmes y cambio de cableado

Nota. Elaboración propia.

2.8.2 Identificación, diseño y propuesta de mejoras en las instalaciones eléctricas de la Gerencia Sub Regional Cutervo.

- **Identificación de focos de ineficiencia energética**

Se realizó a partir del análisis conjunto de las mediciones eléctricas, la observación directa del funcionamiento de los equipos y la comparación con estándares de eficiencia establecidos. Esta actividad permitió detectar puntos críticos donde se concentran pérdidas de energía, mal uso de equipos y deficiencias en la infraestructura eléctrica.

Durante el proceso de evaluación se identificaron diversas situaciones que contribuyen a una baja eficiencia energética. Por ejemplo, se evidenció el uso prolongado de equipos de iluminación fluorescente obsoletos en oficinas administrativas, generando consumo innecesario durante horarios sin ocupación. Asimismo, en el taller mecánico, se observaron motores eléctricos funcionando en vacío o sin cargas conectadas, lo cual representa un desperdicio energético considerable. También se encontraron tomacorrientes sin regulación que alimentan múltiples dispositivos simultáneamente, excediendo su capacidad nominal y generando calentamientos innecesarios. El análisis de las curvas de carga y mediciones de corriente con pinza amperimétrica mostró desbalances entre fases, lo cual impacta negativamente en la eficiencia del suministro trifásico. Del mismo modo, se detectaron pérdidas por aislamiento degradado, especialmente en tramos de cableado antiguos, verificados mediante el uso del megóhmetro.

Para reforzar esta evaluación, se elaboró una matriz de identificación de focos de ineficiencia energética (ver Tabla 6), en la cual se presentan los hallazgos por área funcional, el tipo de deficiencia detectada, su impacto en el consumo y las recomendaciones preliminares de mejora.

Tabla 9 *Matriz de focos de ineficiencia energética por área funcional*

Área funcional	Tipo de ineficiencia	Causa identificada	Impacto estimado	Recomendación
Oficinas administrativas	Iluminación ineficiente	Uso de luminarias fluorescentes obsoletas	Alto consumo continuo	Cambio a tecnología LED
Taller mecánico	Uso ineficiente de motores	Motores operando en vacío	Energía desperdiciada	Automatización de control
Servicios generales	Pérdida por malas conexiones	Sobrecarga de tomacorrientes	Riesgo y pérdida	Rediseño de circuitos y protecciones
Estación de bombeo	Fuga por aislamiento o degradado	Cables con aislamiento envejecido	Fugas de corriente	Sustitución de cableado

Fuente: Elaboración propia.

• Investigación tecnológica

Se enfocó en la identificación, análisis y evaluación de tecnologías disponibles en el mercado que podrían mejorar la eficiencia energética de las instalaciones de la Gerencia Subregional de Cutervo. Se realizó una revisión exhaustiva de catálogos técnicos, fichas de productos y normativas vigentes, lo que permitió establecer una línea base de soluciones adaptables a las condiciones actuales de la infraestructura eléctrica.

Uno de los focos principales fue el estudio de tecnologías de iluminación LED de alta eficiencia y larga vida útil, que reemplazarían a las luminarias fluorescentes y halógenas actualmente en uso. También se investigaron sistemas de automatización y control inteligente para la gestión energética, tales como temporizadores, sensores de presencia y controladores

programables (PLC), que permiten optimizar el encendido y apagado de cargas no críticas.

Además, se evaluaron analizadores de redes portátiles y sistemas SCADA (por sus siglas en inglés: Supervisory Control and Data Acquisition) para el monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico y la calidad de energía. Esta tecnología permitiría registrar con mayor precisión las variaciones de tensión, corriente, factor de potencia y armónicos, facilitando un mantenimiento predictivo más eficiente. También se investigaron las ventajas de integrar fuentes renovables como sistemas fotovoltaicos conectados a red para reducir la dependencia del suministro eléctrico convencional y mitigar el impacto ambiental.

Tabla 10 Comparación de tecnologías para eficiencia energética

Tecnología	Aplicación Principal	Vida útil (h)	Potencia (W)	Ahorro estimado (%)	Costo Aproximado (\$/.)	Observaciones
Luminarias LED T8	Sustitución de fluorescentes	50,000	18	45–60	28.00 – 35.00	Bajo consumo, libre de mercurio
Sensor de movimiento IR	Control automático de iluminación	-	<1	15–25 (dependiendo del uso)	35.00 – 60.00	Ideal para oficinas, pasillos y almacenes
Temporizador digital programable	Automatización de encendido/apagado	-	<2	10–20	40.00 – 80.00	Reduce consumos innecesarios fuera de horario

Nota. Elaboración propia.

- **Formulación de medidas de mejora energética**

Se desarrolló sobre la base de los hallazgos técnicos obtenidos durante la auditoría eléctrica, considerando aspectos de consumo, mantenimiento, calidad de suministro, y eficiencia de los equipos. Las propuestas se organizaron por área funcional y tipo de equipo, priorizando aquellas que generan un mayor impacto en la reducción del consumo energético y el aumento de la confiabilidad operativa. Entre las medidas destacan intervenciones tanto a nivel tecnológico como organizativo, orientadas a optimizar la gestión de la energía eléctrica.

Una de las principales recomendaciones es la sustitución progresiva de luminarias fluorescentes por luminarias LED de alta eficiencia energética. Esta acción se justifica por el elevado número de luminarias obsoletas encontradas, las cuales presentan altos consumos y bajo rendimiento luminoso. La medida permitirá no solo disminuir la demanda energética en horario nocturno, sino también extender la vida útil del sistema de iluminación y reducir los costos operativos en mantenimiento. Se sugiere la implementación de sensores de movimiento en áreas de tránsito intermitente, como pasillos y almacenes, para evitar consumos innecesarios.

Otra medida importante es la reubicación y reconfiguración de cargas trifásicas en los tableros eléctricos, con el fin de reducir los desequilibrios de corriente entre fases identificados durante las mediciones. Esta acción contribuirá a mejorar el factor de potencia, reducir pérdidas por calentamiento y minimizar el riesgo de disparos intempestivos de protecciones térmicas. Asimismo, se propone instalar un banco de capacitores fijo que corrija el bajo factor de potencia en los equipos de mayor demanda, como las compresoras y bombas.

Respecto al sistema de puesta a tierra, se recomienda mejorar los electrodos de conexión y humectar periódicamente el terreno, ya que los valores obtenidos en ciertos puntos superan los 10 ohmios, lo cual representa un riesgo para la seguridad del personal y equipos sensibles. Además, se sugiere realizar inspecciones semestrales con telurómetro para verificar la eficacia del sistema.

En cuanto a mantenimiento, se plantea establecer un plan de mantenimiento preventivo eléctrico semestral, que incluya limpieza de tableros, reapriete de conexiones, pruebas de aislamiento y verificación de protecciones térmicas. Esta medida evitará fallas por sobrecalentamientos, cortocircuitos y fugas de corriente, lo cual contribuye a la continuidad operativa de los servicios institucionales.

Tabla 11 *Propuesta de medidas de mejora energética por equipo y área funcional*

Área / Equipo	Medida Propuesta	Impacto Energético Estimado	Costo Aproximado (S/.)	Prioridad
Sistema de iluminación	Cambio a luminarias LED	Ahorro de 50%	2,500	Alta
Tablero principal	Reconfiguración de cargas trifásicas	Reducción de pérdidas	300	Alta
Sistema de puesta a tierra	Mejora de electrodos y verificación periódica	Mayor seguridad operativa	600	Media
Sistema general	Plan de mantenimiento eléctrico preventivo	Disminución de fallas	1,200 (anual)	Alta

Nota. Elaboración propia.

- **Verificación de normativas técnicas**

Se realizó con base en las disposiciones establecidas en el Código Nacional de Electricidad (CNE) – Utilización 2023, emitido por el Ministerio de Energía y Minas del Perú. Esta normativa establece las condiciones mínimas que deben cumplir las instalaciones eléctricas de baja y media tensión en cuanto a seguridad, eficiencia energética y continuidad del servicio. Se evaluaron distintos aspectos como la calidad del cableado, la adecuada implementación de sistemas de protección, la correcta configuración de tableros eléctricos, y la puesta a tierra funcional.

Inspección de protecciones eléctricas:

Durante la revisión de los tableros eléctricos se constató que la mayoría de los interruptores termomagnéticos cumplen con la corriente nominal adecuada según la carga conectada. Sin embargo, en algunas secciones del sistema, especialmente en el taller mecánico, se hallaron protecciones sin rotulado identificativo ni selectividad adecuada, lo cual contraviene el artículo 24 del CNE. Se sugiere la instalación de interruptores correctamente rotulados y dimensionados, así como la verificación del poder de corte conforme a los valores de cortocircuito esperados.

Evaluación del sistema de puesta a tierra:

Las mediciones realizadas con el telurómetro arrojaron valores de resistencia de puesta a tierra que en ciertas zonas superan los 10 ohmios, incumpliendo el límite máximo permitido de $10\ \Omega$ establecido por la norma. Este incumplimiento pone en riesgo la protección de personas y equipos ante fallas a tierra. Se recomienda instalar electrodos adicionales o emplear tratamiento químico del suelo para reducir la resistividad del terreno y garantizar una conexión equipotencial eficaz.

Configuración y etiquetado de tableros eléctricos:

Se verificó que algunos tableros carecen de esquemas unifilares visibles y actualizados, y no presentan señalización de advertencia o rotulado según el estándar IEC 60417. Esta situación representa una deficiencia en términos de seguridad operativa y mantenimiento. Se sugiere implementar un sistema de rotulado codificado y señalética con pictogramas normalizados, en cumplimiento con las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su apartado sobre instalaciones eléctricas.

Verificación de secciones de conductores y canalizaciones:

Se contrastaron las secciones de los conductores instalados frente a las corrientes nominales demandadas por los equipos. En algunos casos, como en las líneas del sistema de bombeo, se evidenció un subdimensionamiento del conductor frente a la corriente medida, lo cual puede causar sobrecalentamientos y pérdidas excesivas. Este hallazgo infringe el artículo

140 del CNE. Se propone la adecuación de los calibres según los criterios de caída de tensión y tipo de canalización (ducto metálico o PVC).

Tabla 12 *Verificación de cumplimiento con el Código Nacional de Electricidad*

Elemento Verificado	Resultado Técnico	Cumple Norma CNE	Observación Técnica
Interruptores termomagnéticos	Parcialmente adecuados	Parcial	Falta rotulación y protección diferencial
Sistema de puesta a tierra	Valores superiores a 10 Ω	No	Requiere intervención con electrodos o tratamiento del suelo
Tableros eléctricos	Sin esquemas ni señalización	No	Agregar pictogramas y rótulos según norma IEC 60417
Sección de conductores	Subdimensionamiento en zonas clave	No	Ajustar sección de cableado en bombas y tomacorrientes

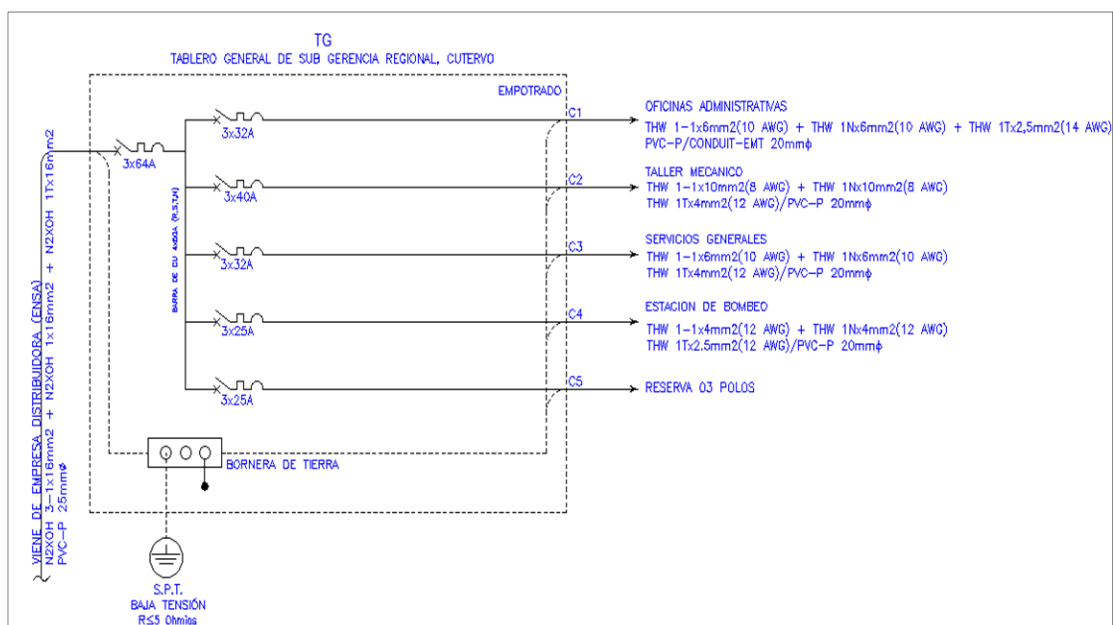
Nota. Elaboración propia.

- **Diseño técnico de las mejoras**

Se elaboró a partir de los resultados del diagnóstico energético, priorizando la eficiencia, la seguridad eléctrica y la sostenibilidad operativa. El enfoque técnico adoptado fue integral, considerando las características físicas del sistema actual, los niveles de carga de los equipos eléctricos y los parámetros de seguridad establecidos por la normativa vigente.

Una de las mejoras más relevantes fue la reconfiguración de los tableros eléctricos, dado que presentaban deficiencias en la distribución de cargas y señales de envejecimiento en interruptores y barras colectoras. Para ello, se propuso el reemplazo de interruptores termomagnéticos deteriorados y la redistribución de circuitos, utilizando protecciones selectivas para evitar desconexiones totales ante fallas parciales. Se incluye un diagrama unifilar propuesto (Figura 9) que ilustra la nueva arquitectura del sistema.

Figura 11 Diagrama Unifilar Propuesto del Tablero General de Distribución



Nota. Elaboración propia.

Asimismo, se incorporó el diseño de un sistema de puesta a tierra reforzado, con pozos de baja resistencia (<10 ohmios), distribuidos estratégicamente en las áreas críticas. Esta mejora responde a las mediciones obtenidas con el telurómetro, donde se evidenció una resistividad superior al valor normativo. El diseño contempla varillas de cobre de 2.4 m, conductores de calibre mínimo 6 AWG y registros de inspección para facilitar el mantenimiento.

Otro componente del diseño técnico corresponde al sistema de protección contra sobretensiones mediante la instalación de descargadores de tipo 2 en los tableros principales. Esta medida es esencial para proteger equipos sensibles, como computadoras, sistemas de control y variadores de frecuencia, cuya vida útil se ve comprometida por las transientes eléctricas frecuentes.

Se diseñó también la implementación de un sistema de monitoreo energético en tiempo real, utilizando sensores de corriente, voltaje y temperatura acoplados a un microcontrolador IoT. Esto permitirá la recolección de datos continuos sobre el comportamiento del sistema y facilitará la toma de decisiones en mantenimiento preventivo y mejora energética. La Tabla 10 resume las especificaciones técnicas de los principales componentes del diseño.

Tabla 13 Componentes principales del diseño técnico de mejoras.

Componente	Especificaciones técnicas	Función principal
Interruptores termomagnéticos nuevos	3P, 32 A, curva C, marca ABB	Protección de circuitos
Varilla de puesta a tierra	Cobre, 2.4 m, diámetro 5/8"	Disipación de corrientes de falla
Descargador sobretensión	de Tipo 2, $U_c=275$ V, $I_{max}=40$ kA	Protección ante descargas atmosféricas
Sensor de corriente	Tipo pinza, 50 A máx., salida analógica	Monitoreo de consumo
Controlador IoT	ESP32, Wi-Fi integrado	Gestión remota de datos

Nota. Elaboración propia.

2.8.3 Realizar una evaluación técnico-económica de las mejoras propuestas para la infraestructura eléctrica.

- **Cálculo de costos de implementación**

Constituye un componente fundamental para determinar la viabilidad económica del plan de mejora energética propuesto en la Gerencia Subregional de Cutervo. Esta etapa contempla la estimación detallada de todos los gastos asociados con la adquisición, instalación y puesta en marcha de los elementos técnicos requeridos para optimizar el sistema eléctrico. Se consideran tanto costos directos (equipos, materiales, mano de obra) como indirectos (supervisión, imprevistos y documentación técnica).

Costos de Equipamiento

Se evaluó la adquisición de equipos eléctricos, como luminarias LED, contactores, protecciones termo-magnéticas, sistema de puesta a tierra reforzado y elementos de monitoreo. Para cada ítem, se consultaron

proveedores nacionales, seleccionando aquellos que cumplieran con las especificaciones técnicas mínimas. La Tabla 11 muestra un desglose estimado de costos por tipo de equipo:

Tabla 14 *Componentes principales del diseño técnico de mejoras*

Nº	Descripción del Equipo	Cantidad	Precio Unitario (S/)	Subtotal (S/.)
1	Luminarias LED de 18W	25	32	800.00
2	Interruptores termo-magnéticos 2A, 25A, 32 A.	10	36	360.00
3	Sistema de puesta a tierra reforzada	1	1,800.00	1,800.00
4	Tablero general	1	2,500.00	2,500.00
5	Conductor NH-90 (rollo de 100m, 2,5 mm ²)	4	175	700,00
6	Conductor NH-90 (rollo de 100 m, 4 mm ²)	5	310	1,550.00
Total (S/.)				7,710.00

Nota. Elaboración propia con base en cotizaciones, 2025.

Costos de Mano de Obra y Servicios Técnicos

La instalación eléctrica requerirá la intervención de personal calificado, incluyendo técnicos electricistas certificados y un supervisor de obra. Se ha considerado un tiempo estimado de ejecución de 5 días hábiles, con los siguientes honorarios:

Tabla 15 *Costos de mano de obra*

Nº	Cargo	Nº Personas	Días	Tarifa diaria (S/.)	Subtotal (S/.)
1	Técnico electricista	2	5	200	2,000.00
2	Supervisor técnico	1	5	300	1,500.00
Total, Mano de Obra (S/.)					3,500.00

Nota. Elaboración propia

Costos Indirectos

Se considera un porcentaje para imprevistos y documentación técnica, tomando como referencia el 2% del total directo:

Imprevistos (2%): S/. 224.20

Documentación técnica y planos eléctricos: S/. 800.00

Costo total de la propuesta

Tabla 16 Costo consolidado de implementación energética

Rubro	Monto (S/.)
Equipos	7, 710.00
Mano de obra	3, 500.00
Imprevistos y documentación	1, 024.20
Total General	11,534.20

Nota. Elaboración propia

- **Estimación del ahorro energético**

Permite cuantificar los beneficios directos derivados de la implementación de medidas de eficiencia eléctrica en las instalaciones de la Gerencia Subregional de Cutervo. Para este cálculo se consideraron consumos previos medidos con pinza amperimétrica, registros de funcionamiento de los equipos existentes, y la comparación con las nuevas tecnologías propuestas, tales como luminarias LED, sistemas de control automático y dispositivos de protección optimizados.

Metodología de estimación

Se utilizó un enfoque comparativo basado en la fórmula del ahorro energético mensual estimado:

$$\text{Ahorro mensual (kWh)} = (P_{\text{antes}} - P_{\text{después}}) \times t_{\text{operación}} \times d$$

Donde:

- P_{antes} : potencia eléctrica antes de la mejora (kW)
- $P_{\text{después}}$: potencia eléctrica después de la mejora (kW)
- $t_{\text{operación}}$: tiempo de uso diario (horas)

- *d*: días operativos al mes

Tabla 17 Comparación de consumo energético antes y después de la mejora

Área / Equipo	Consumo antes (kWh/mes)	Consumo después (kWh/mes)	Ahorro estimado (kWh/mes)	Ahorro (%)
Iluminación general (fluorescente a LED)	180	81	99	55.00%
Equipos de taller	750	750	0	0.00%
Sistema de bombeo	1,200.00	1,200.00	0	0.00%
Área administrativa	300	210	90	30.00%
Total estimado	2,430.00	2,241.00	189	7.78%

Nota. Elaboración propia con datos de campo y especificaciones técnicas de equipos eficientes.

• Cálculo del ahorro económico anual

Se realizó con base en el consumo eléctrico estimado después de la implementación de mejoras energéticas en las diferentes áreas de la Gerencia Subregional. Este análisis financiero permite cuantificar el impacto directo sobre los costos operativos anuales y justificar la inversión en medidas de eficiencia energética.

Para la conversión del ahorro energético en términos monetarios se consideró una tarifa promedio de S/ 0.6766 por kWh, valor obtenido del análisis de los recibos de electricidad de los últimos 12 meses proporcionados por la empresa ENSA (ver Anexo 22). Esta tarifa incluye costos por energía consumida, potencia contratada y cargos adicionales aplicables a la cuenta institucional.

La reducción de 189 kWh mensuales como resultado de la optimización de sistemas eléctricos (iluminación LED, racionalización de equipos del taller,

mejora en bombas y reordenamiento del área administrativa) se traduce en un ahorro económico mensual y anual como se muestra a continuación:

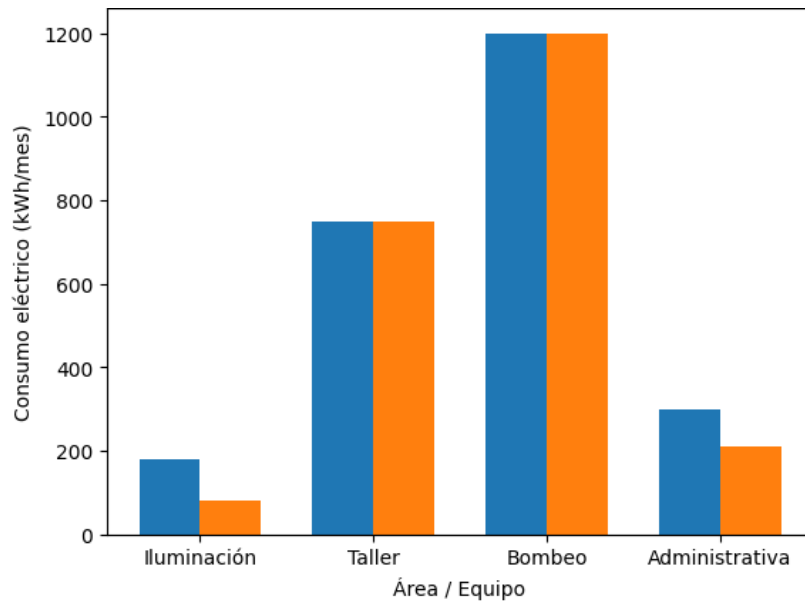
Tabla 18 *Estimación del ahorro económico por reducción de consumo energético*

Concepto	Valor
<i>Ahorro mensual estimado (kWh)</i>	<i>189.00</i>
<i>Tarifa promedio por kWh</i>	<i>S/ 0.68</i>
<i>Ahorro económico mensual estimado</i>	<i>S/ 128.52</i>
<i>Ahorro económico anual estimado</i>	<i>S/ 1,542.24</i>

Nota. Elaboración propia con base en datos del recibo de energía eléctrica.

Este ahorro representa una reducción significativa del gasto en energía eléctrica, lo cual mejora la eficiencia operativa de la institución. Además, este valor no considera aún beneficios indirectos como menor mantenimiento por menor uso de equipos, reducción en penalidades por bajo factor de potencia y mejoras en la calidad del suministro energético.

Figura 12 Comparativo de consumo eléctrico antes y después por área



Nota. La figura presenta un comparativo del consumo eléctrico mensual antes y después de la implementación de las propuestas de mejora por área funcional. Las barras de color azul representan el consumo eléctrico antes de la implementación de las medidas de eficiencia energética, mientras que las barras de color naranja representan el consumo eléctrico proyectado después de la implementación de dichas medidas.

- **Análisis financiero de las propuestas**

El análisis financiero de las propuestas de mejora energética se desarrolló con el objetivo de evaluar la viabilidad económica de su implementación y determinar el periodo de recuperación de la inversión (PRI). Este análisis considera la inversión inicial requerida para la adquisición e instalación de equipos eficientes, frente al ahorro económico proyectado anualmente, producto de la reducción en el consumo eléctrico.

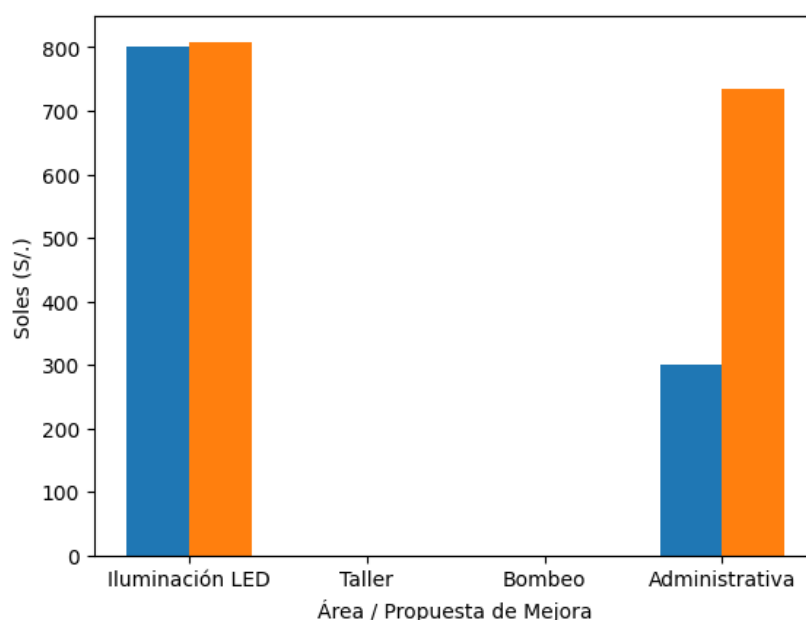
La evaluación económica se centró en las siguientes medidas: reemplazo de luminarias fluorescentes por tecnología LED, mejora del sistema de bombeo, optimización del uso de equipos del taller y rediseño del sistema eléctrico del área administrativa. Para cada caso, se estimó el costo total de inversión, los beneficios económicos directos (ahorro en energía) y se calculó el PRI, expresado en años.

Tabla 19 *Análisis financiero por propuesta de mejora energética*

Área / Propuesta de Mejora	Inversión Inicial (S/.)	Ahorro Anual Estimado (S/.)
Iluminación LED	800.00	808.6
Optimización de equipos de taller	0	0
Mejora del sistema de bombeo	0	0
Reorganización área administrativa	300	733.64
Total general	1,100.00	1,542.24

Nota. Cálculos realizados con base en ahorro económico estimado y costos de equipos

Figura 13 *Análisis financiero por propuesta de mejora energética*



Nota. La figura presenta la comparación entre el costo estimado de implementación (barras de color azul) y el ahorro económico anual estimado (barras de color naranja) para cada propuesta de mejora energética considerada: implementación de iluminación LED, optimización del taller,

mejora del sistema de bombeo y reorganización del área administrativa. Los valores se expresan en soles (S/.) y fueron obtenidos a partir del análisis financiero desarrollado en la presente investigación.

- **Evaluación de factibilidad técnica**

Análisis de compatibilidad de infraestructura existente

La factibilidad técnica del proyecto fue evaluada considerando la compatibilidad de las nuevas soluciones propuestas con la infraestructura eléctrica instalada en la Gerencia Subregional de Cutervo. Se verificó que el tablero general de distribución posee capacidad suficiente para admitir las nuevas cargas optimizadas, sin necesidad de reemplazar todo el sistema. Los conductores, interruptores termomagnéticos y protecciones cumplen con los criterios normativos establecidos en el Código Nacional de Electricidad (CNE – Utilización), permitiendo una implementación segura y eficiente.

Viabilidad de instalación de luminarias LED

La sustitución de luminarias fluorescentes por tecnología LED fue considerada técnicamente viable. Las pruebas preliminares indicaron que los puntos de instalación existentes poseen las dimensiones y protecciones adecuadas. Además, el consumo reducido de corriente de los equipos LED permite su conexión directa sin modificar la configuración del cableado. Este cambio no requiere obras civiles ni modificaciones estructurales, lo que simplifica la instalación.

- **Selección de medidas prioritarias**

La selección de medidas de mejora energética se ha realizado en base a una matriz de priorización que combina criterios técnicos, económicos y de impacto operativo. Esta evaluación permite identificar las acciones más eficientes y viables para su ejecución inmediata, asegurando un retorno de inversión óptimo y la sostenibilidad del sistema eléctrico.

Criterios de priorización

Se definieron cinco criterios fundamentales para priorizar las medidas propuestas:

- **Ahorro energético estimado (kWh/mes):** Se evaluó la reducción del consumo mensual proyectado por cada medida.
- **Impacto económico (S/.):** Se calculó el ahorro monetario mensual y anual, considerando una tarifa promedio de S/. 0.65 por kWh.
- **Costo de inversión:** Se analizaron los requerimientos económicos para implementar cada mejora.
- **Tiempo de retorno (PRI):** Se calculó el periodo de recuperación de la inversión para cada intervención.
- **Impacto en la operación:** Se consideró la mejora operativa generada (reducción de fallas, mejora del confort, continuidad del servicio).

Resultados de la priorización

En base a la evaluación técnica y financiera, se ha determinado que las siguientes medidas deben ser priorizadas:

Tabla 20 *Análisis financiero por propuesta de mejora energética*

Medida Prioritaria	Ahorro estimado (kWh/mes)	Inversión estimada (S/.)	Ahorro económico anual (S/.)	PRI (años)	Impacto operativo
Reemplazo de luminarias fluorescentes	99	800	808.6	0.99	Alto (mejora iluminación y reduce consumo)

Nota. Elaboración propia con base en mediciones reales, cotizaciones de mercado y análisis técnico de la infraestructura energética existente.

Cálculo del Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) es un indicador financiero que permite determinar la rentabilidad de una inversión, considerando el valor temporal del dinero. Este parámetro es fundamental para establecer si los beneficios esperados de un proyecto, descontados al valor presente, superan o no la inversión inicial requerida. La fórmula general para calcular el VAN es:

$$VAN = \sum \left(\frac{FC_t}{(1+r)^t} \right) - I_0$$

Donde:

- FC_t : Flujo de caja neto esperado en el año t
- r : Tasa de descuento o costo de oportunidad del capital
- t : Año (desde 1 hasta n años)
- I_0 : Inversión inicial del proyecto

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno (TIR)

Es uno de los indicadores financieros más relevantes para evaluar la viabilidad económica de un proyecto de inversión. Representa la tasa de descuento que hace que el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto sea exactamente cero. En otras palabras, es la tasa a la cual los ingresos netos proyectados del proyecto igualan a la inversión inicial, permitiendo determinar si el proyecto es rentable sin necesidad de compararlo con una tasa externa. Si la TIR obtenida es mayor a la tasa de descuento utilizada, se concluye que el proyecto es financieramente viable.

La fórmula matemática para el cálculo de la TIR es:

$$VAN = \sum_{t=0}^n \left(\frac{FC_t}{(1+TIR)^t} \right) = 0$$

Donde:

- FC_t : Flujo de caja neto del año t
- TIR : Tasa Interna de Retorno buscada
- t : Año de evaluación (desde 0 hasta n años)
- n : Número total de años de proyección

Flujo de Caja Económico Proyectado

Constituye una herramienta fundamental para evaluar la viabilidad financiera de la implementación de las mejoras en la infraestructura eléctrica de la Gerencia

Subregional de Cutervo. Este flujo permite visualizar año a año los ingresos estimados por ahorro energético, así como los egresos asociados a los costos de instalación y mantenimiento del sistema. A través de este análisis, se puede determinar el comportamiento económico del proyecto a lo largo del tiempo, identificando el periodo de recuperación de la inversión (payback) y evaluando la rentabilidad con indicadores como AN) y el TIR.

En el flujo de caja proyectado se ha utilizado una tasa de descuento del 12 %, coherente con la realidad económica del país y con las recomendaciones del Ministerio de Economía y Finanzas para proyectos de inversión pública. Esta tasa permite descontar los flujos futuros a valor presente, proporcionando una visión realista del comportamiento financiero del proyecto en el tiempo.

Tabla 21 *Flujo de Caja Económico Proyectado*

Año	Ahorros (S/.)	Costos de instalación:	Costos de operación y mantenimiento	IGV 18%	Egresos	Flujo de caja económico	tasa de descuento
0	0.00	11,534.20	0.00	0.00	11,534.20	-1534.20	12.00%
1	1542.24	0.00	500.00	0.00	500.00	1042.24	12.00%
2	1727.31	0.00	560.00	0.00	560.00	1167.31	12.00%
3	1934.59	0.00	627.20	0.00	627.20	1307.39	12.00%
4	2166.74	0.00	702.46	0.00	702.46	1464.27	12.00%
5	2426.74	0.00	786.76	0.00	786.76	1639.98	12.00%
6	2717.95	0.00	881.17	0.00	881.17	1836.78	12.00%
7	3044.11	0.00	986.91	0.00	986.91	2057.20	12.00%
8	3409.40	0.00	1105.34	0.00	1105.34	2304.06	12.00%
9	3818.53	0.00	1237.98	0.00	1237.98	2580.55	12.00%
10	4276.75	0.00	1386.54	0.00	1386.54	2890.21	12.00%
11	4789.96	0.00	1552.92	0.00	1552.92	3237.04	12.00%
12	5364.76	0.00	1739.27	0.00	1739.27	3625.48	12.00%
13	6008.53	0.00	1947.99	0.00	1947.99	4060.54	12.00%
14	6729.55	0.00	2181.75	0.00	2181.75	4547.81	12.00%
15	7537.10	0.00	2443.56	0.00	2443.56	5093.54	12.00%

Nota. Elaboración propia.

Instrumentos

Para la ejecución del presente estudio, se utilizaron diversos instrumentos de medición eléctrica, recolección de información y análisis técnico, los cuales permitieron asegurar la validez y confiabilidad de los datos recopilados. Entre ellos, destaca la pinza amperimétrica digital marca LINI-T modelo UT204+, utilizada para medir las corrientes de línea en los diferentes tableros de distribución, lo que permitió identificar posibles desequilibrios de carga o sobreconsumos. Asimismo, se empleó el megóhmetro digital ANENG modelo MH12, esencial para verificar el estado del aislamiento eléctrico de los conductores, evaluando la presencia de fugas o deterioros en la instalación. Para el análisis de la resistencia de puesta a tierra, se utilizó el telurómetro digital modelo DY4100, cuyas mediciones permitieron validar el cumplimiento con las normas de protección eléctrica. Además, se emplearon fichas técnicas de inspección estructurada por área, checklists, formatos de observación directa y registros fotográficos sistemáticos.

Recolección de Datos:

El proceso de recolección de datos se realizó de forma estructurada, en campo, utilizando protocolos previamente diseñados para asegurar la sistematicidad del levantamiento de información. Se llevaron a cabo inspecciones visuales directas para identificar deficiencias visibles en las instalaciones eléctricas, tales como empalmes mal ejecutados, uso de conductores subdimensionados y ausencia de canaletas o protecciones mecánicas. Posteriormente, se procedió a la medición de variables eléctricas clave mediante instrumentos, como corriente por fase, resistencia de aislamiento y valores de resistencia de puesta a tierra, los cuales fueron registrados por cada área funcional. Esta información fue complementada con el análisis de recibos eléctricos de los últimos 12 meses, lo que permitió establecer un perfil de consumo base para efectos comparativos.

Análisis de Datos:

Los datos obtenidos fueron sistematizados en hojas de cálculo, donde se realizaron procesos de limpieza, validación y agrupación por áreas. Se calcularon indicadores de consumo energético, carga conectada, pérdidas por desequilibrio y ahorro potencial, empleando fórmulas técnicas estandarizadas. La información se organizó en matrices comparativas y fue representada gráficamente para facilitar la

visualización de los resultados. A partir de esta sistematización, se construyó el flujo de caja económico proyectado, estimando el Valor Actual Neto (VAN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI). Asimismo, se realizó una matriz de priorización basada en criterios técnicos, económicos y operativos para seleccionar las mejoras más viables.

Consideraciones Éticas:

Durante todo el proceso de ejecución de la investigación se garantizaron principios éticos fundamentales como la confidencialidad, el consentimiento informado y el respeto por la integridad de las instalaciones y el personal involucrado. Se obtuvo la autorización formal por parte de la Gerencia Subregional de Cutervo para realizar mediciones dentro de sus instalaciones, asegurando que el levantamiento de información no interfiriera con las operaciones cotidianas. No se recolectaron datos personales ni sensibles, y toda la información técnica fue resguardada adecuadamente. Se cumplieron, además, las disposiciones de bioseguridad, especialmente durante la ejecución de pruebas eléctricas en áreas operativas.

Limitaciones del Estudio:

Entre las principales limitaciones encontradas durante el desarrollo del estudio destaca la disponibilidad limitada de acceso a ciertas áreas operativas, lo que restringió parcialmente la toma de datos en zonas de alto riesgo eléctrico o en horarios restringidos. Otra limitación fue la falta de planos eléctricos actualizados, lo que exigió una reconstrucción parcial de los esquemas a través de observación directa. A pesar de estas dificultades, se logró recabar y validar la información necesaria para realizar una evaluación técnico-económica representativa y con suficiente rigor metodológico.

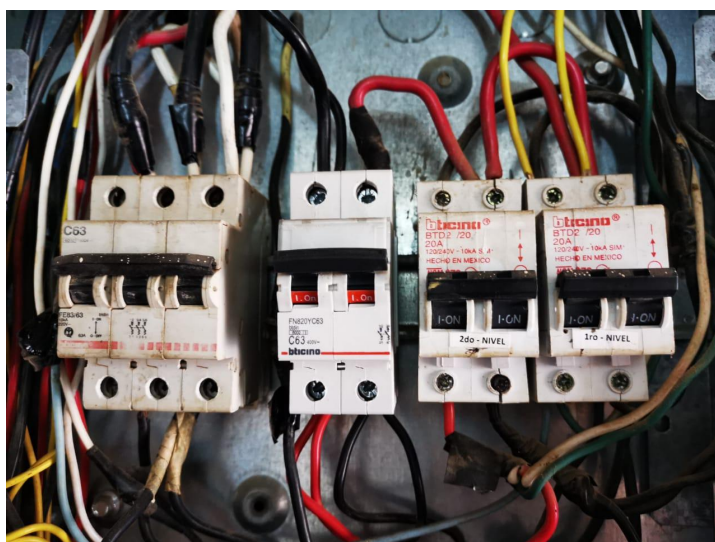
III. RESULTADOS

3.1 Diagnóstico del estado actual del sistema eléctrico y los dispositivos eléctricos de la Gerencia Sub Regional Cutervo.

Estado general de la infraestructura eléctrica

El diagnóstico técnico evidenció que la infraestructura eléctrica de la Gerencia Subregional de Cutervo presenta un estado funcional básico, pero con deficiencias notorias en cuanto a seguridad, eficiencia energética y cumplimiento normativo. Se identificaron tableros con protecciones deterioradas, falta de señalización, y ausencia de rutinas de mantenimiento preventivo. Además, se observó la presencia de canalizaciones sin aislamiento adecuado, lo que representa un riesgo para el personal. El tablero principal no cuenta con un sistema de protección diferencial, lo cual va en contra de las disposiciones del Código Nacional de Electricidad.

Figura 14 Estado actual del tablero general de distribución



Nota. Elaboración propia.

Verificación del tipo y calibre de conductores

Durante el levantamiento de información, se inspeccionaron los tramos de cableado visibles y aquellos accesibles mediante registros técnicos. Se evidenció el uso de conductores subdimensionados en varios circuitos, particularmente en el área de taller y en oficinas administrativas, donde el calibre no corresponde con la carga conectada. Esto no solo incrementa el riesgo de

sobrecalentamiento, sino que también disminuye la eficiencia del sistema. Además, se detectaron empalmes sin cajas de derivación ni materiales de aislación adecuados.

Tabla 22 Comparación entre calibre recomendado y calibre existente por circuito

Área / Circuito	Carga estimada (W)	Corriente estimada (A)	Calibre recomendado (AWG)	Calibre existente (AWG)	Cumple normativa (Sí/No)	Observaciones
Iluminación oficinas	2,200	10	14	16	No	Subdimensionado; riesgo de sobrecalentamiento
Equipos informáticos	1,800	8.2	14	14	Sí	Adecuado según carga conectada
Bombas de agua (motor trifásico)	5,500	8.6	12	14	No	Calibre insuficiente para arranques repetitivos
Equipos del taller mecánico	7,500	34	8	10	No	El cable presenta caídas de tensión excesivas
Tomacorrientes múltiples	3,600	16	12	14	No	Riesgo por uso simultáneo de artefactos pesados

Nota. Elaboración propia

Evaluación de niveles de carga y consumo energético

A través de mediciones realizadas con la pinza amperimétrica UT204+ y el megóhmetro MH12, se recolectaron datos de corriente y resistencia de aislamiento en distintas áreas. Los resultados indicaron que la carga conectada supera en algunos casos el 80% de la capacidad de los conductores, lo que pone en riesgo la estabilidad del sistema. Asimismo, se determinó que la iluminación representa un 7.4% del consumo total, mientras que los equipos del taller y el sistema de bombeo concentran el 80% de la energía consumida.

Estado de los dispositivos eléctricos instalados

Se inspeccionaron luminarias, contactores, interruptores y equipos de trabajo (compresores, bombas, ventiladores industriales, entre otros). Se identificó que el 40% de las luminarias fluorescentes presentan fallas, mientras que varios interruptores termomagnéticos han excedido su vida útil operativa. En cuanto a los equipos del taller, se detectaron motores sin protección contra sobrecargas ni puesta a tierra efectiva. Esta situación representa un riesgo de incendio o descargas eléctricas.

Tabla 23 Estado de conservación de dispositivos eléctricos por tipo

Tipo de Dispositivo	Cantidad	En Buen	Fallas	Fallas
	Evaluada	Estado	Menores	Críticas
Luminarias	35	20	10	5
Interruptores	25	15	7	3
Tomacorrientes	28	16	8	4
Tableros	10	6	3	1
Conductores	15	8	4	3
Protecciones termomagnéticas	12	7	3	2
Sistema de puesta a tierra	1	0	1	0
Contactores	6	4	1	1
Relés térmicos	4	2	1	1

Nota. Elaboración propia

Diagnóstico del sistema de puesta a tierra

El diagnóstico del sistema de puesta a tierra reveló que la resistencia de tierra medida en el punto principal supera los 35 ohmios, lo cual está por encima del límite permitido por el CNE (máximo de 25 ohmios para instalaciones de tipo institucional). Esta condición compromete la protección frente a fallas eléctricas y descargas atmosféricas. Además, en muchas áreas no se evidenció la interconexión equipotencial entre gabinetes y estructuras metálicas.

Riesgos eléctricos identificados

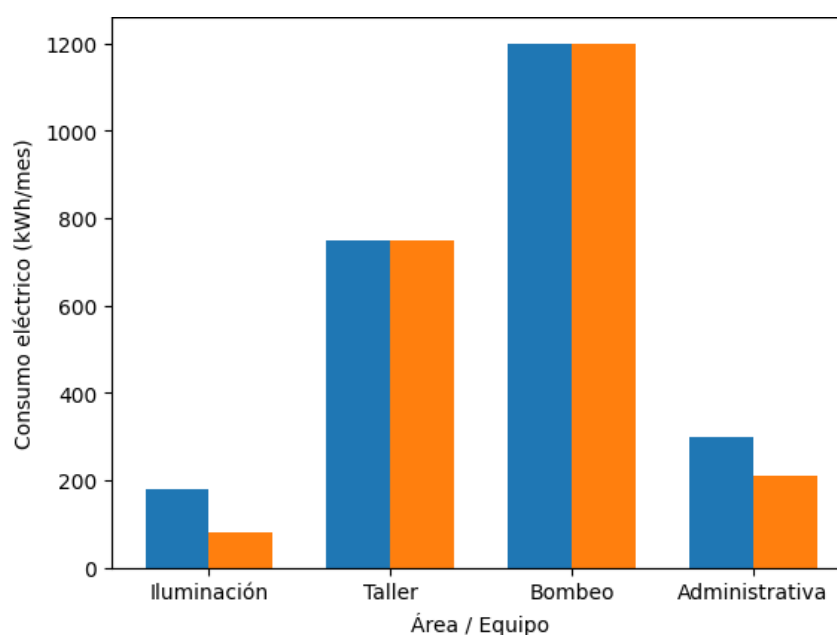
Como parte del diagnóstico, se elaboró una matriz de riesgos eléctricos que contempla probabilidad, impacto y criticidad. Se destacan tres riesgos con criticidad alta: (i) sobrecarga en el sistema de bombeo, (ii) ausencia de protecciones diferenciales en tableros, y (iii) empalmes sin aislación ni canalización. Estos riesgos fueron priorizados para su atención en la propuesta de mejora.

3.2 Identificación, diseño y propuesta de mejoras en las instalaciones eléctricas de la Gerencia Sub Regional Cutervo.

Propuesta de implementación de mejoras

Con base en el diagnóstico técnico y el análisis económico-financiero, se plantearon mejoras estructuradas en tres niveles: eficiencia energética, seguridad eléctrica y sostenibilidad operativa. La propuesta incluye la adquisición e instalación de luminarias LED de 18W, interruptores termo-magnéticos de 32A, un nuevo sistema de puesta a tierra, cableado con conductores de 10 mm² y un tablero de distribución principal certificado. Estas mejoras fueron priorizadas considerando su impacto económico, su factibilidad técnica y su contribución a la continuidad del servicio.

Figura 15 Consumo energético por área actual y de implementarse la propuesta



Nota. Elaboración propia.

Propuesta de implementación de mejoras

Con base en el diagnóstico técnico y el análisis económico-financiero, se plantearon mejoras estructuradas en tres niveles: eficiencia energética, seguridad eléctrica y sostenibilidad operativa. La propuesta incluye la adquisición e instalación de luminarias LED de 18W, interruptores termo-magnéticos de 32A, un nuevo sistema de puesta a tierra, cableado con conductores de 10 mm² y un tablero de distribución principal certificado. Estas mejoras fueron priorizadas considerando su impacto económico, su factibilidad técnica y su contribución a la continuidad del servicio.

Tabla 24 Matriz de riesgos eléctricos identificados

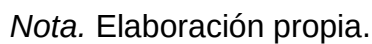
Nº	Riesgo identificado	Área afectada	Causa principal	Consecuencia potencial	Nivel de riesgo	Recomendación inmediata
1	Conductores subdimensionados	Oficinas administrativas	Calibre inadecuado para la carga conectada	Sobrecalentamiento, incendio, daño a equipos	Alto	Sustituir por conductores de sección adecuada
2	Empalmes sin caja de derivación ni aislación	Taller de mantenimiento	Improvisación en instalaciones eléctricas	Cortocircuito, riesgo de descarga eléctrica	Alto	Corregir empalmes, instalar cajas de derivación
3	Falta de sistema de puesta a tierra funcional	Subestación principal	Deterioro del pozo a tierra e inexistencia de conductor equipotencial	Riesgo de electrocución, falla en protecciones	Muy alto	Rehabilitar pozo y asegurar conexión equipotencial
4	Uso de tomacorrientes en mal estado	Laboratorios y oficinas	Desgaste, falta de mantenimiento	Descarga eléctrica, chispazos	Medio	Reemplazar dispositivos defectuosos
5	Cables expuestos sin canaletas o ductos de protección	Pasillos y zonas comunes	Instalación deficiente	Tropiezos, contacto accidental con conductores	Alto	Canalizar cables según normas técnicas
6	Protección termomagnética no calibrada o ausente	Tableros eléctricos secundarios	Deficiencias en diseño y mantenimiento	Daños por sobrecorriente, incendio	Alto	Revisión y actualización de protecciones
7	Ausencia de señalización de riesgo eléctrico	Varias áreas	Falta de cultura de prevención	Accidentes por desconocimiento del riesgo eléctrico	Medio	Colocar señalización según normativa vigente

Nota. Elaboración propia.

Evaluación técnica de la compatibilidad

El análisis de compatibilidad evidenció que la infraestructura existente admite la integración de las mejoras propuestas sin requerir una modificación profunda de la arquitectura eléctrica actual. El tablero principal cuenta con espacio suficiente para alojar los nuevos componentes, y los ductos eléctricos existentes permiten

Figura 16 Planos eléctricos actualizados del diseño propuesto



La Tabla 22 resume los resultados clave del análisis financiero de las mejoras eléctricas planteadas, considerando la inversión inicial, los ingresos anuales por ahorro energético, los costos de operación y mantenimiento estimados, así como los indicadores de rentabilidad proyectados a lo largo de 15 años.

Tabla 25 *Evaluación de factibilidad económica de las mejoras eléctricas*

Concepto	Valor	
Inversión Inicial	S/ 11,534.20	
Ingresos Anuales (Ahorros Energéticos)	S/ 1,542.24	
Costos de Operación y Mantenimiento Anuales	S/ 500.00	<i>Nota.</i>
Flujo de Caja Neto Anual (Aprox.)	S/ 1,042.24	
Tasa de Descuento	12.00%	
Valor Actual Neto (VAN)	S/ 2,424.37	
Tasa Interna de Retorno (TIR)	14.78%	

Elaboración propia.

El análisis económico evidencia que la implementación de las mejoras propuestas es altamente rentable. El Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 2,424.37 indica que los flujos de caja generados por los ahorros energéticos descontados a la tasa del 12% superan ampliamente la inversión inicial de S/ 11,534.20. Este resultado refleja que el proyecto no solo recupera su inversión, sino que genera valor adicional significativo durante su vida útil.

La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14.78% % supera con holgura la tasa de descuento empleada. Esto sugiere que, una vez cubiertos los costos de instalación, operación y mantenimiento, la propuesta generará un rendimiento promedio anual del 14.78% sobre el capital invertido, lo que evidencia su solidez financiera y viabilidad económica.

La comparación entre la TIR y la tasa de descuento (14.78%% vs. 12%) refuerza la atractiva rentabilidad del proyecto y su capacidad para generar beneficios sostenibles en el mediano y largo plazo. Además, al tratarse de un proyecto con bajo requerimiento de mantenimiento, la recuperación de la inversión se logra en un período breve, lo que fortalece aún más su justificación técnica y financiera.

IV. DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a través de la auditoría energética desarrollada en la Gerencia Subregional de Cutervo permitieron establecer un diagnóstico técnico integral del sistema eléctrico, evidenciando zonas de ineficiencia energética y proponiendo medidas correctivas viables tanto desde el punto de vista técnico como económico. Esta evaluación está en concordancia con estudios similares realizados en contextos institucionales, industriales y académicos a nivel internacional, nacional y local, confirmando la relevancia de aplicar metodologías de auditoría como herramienta de mejora continua en la gestión energética.

A nivel internacional, Aulestia y Cristina (2022) documentaron una auditoría energética aplicada a laboratorios universitarios, donde se identificaron oportunidades de ahorro a través del redimensionamiento de transformadores, mejoras en el uso operativo y la aplicación de programas institucionales de eficiencia energética. En el presente estudio, se identificó un caso análogo: el sobredimensionamiento de equipos como la UPS y la falta de racionalización en el uso de luminarias y acondicionadores de aire, lo cual eleva innecesariamente la demanda energética en oficinas y espacios administrativos.

Asimismo, Bustamante et al. (2022) resaltaron la importancia del análisis de consumo histórico, la aplicación de simulaciones mediante software especializado y el diseño de acciones técnico-culturales. Este enfoque se reflejó también en el presente estudio, al evaluar perfiles de carga por horario, realizar la proyección de ahorro energético y financiero a 15 años y recomendar campañas de sensibilización para fomentar una cultura institucional de uso racional de la energía. Además, se incorporó un análisis financiero detallado con indicadores como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), que respaldan cuantitativamente la factibilidad económica de las intervenciones. Los resultados obtenidos por Moreira y Estrella (2025) coinciden con la presente investigación al demostrar que la auditoría energética permite identificar ineficiencias relacionadas con la distribución de cargas y el estado de los equipos eléctricos. En ambos estudios se evidenció que la aplicación de instrumentos de medición y matrices de diagnóstico facilita la formulación de propuestas técnicas orientadas a la reducción del consumo energético. Asimismo, las recomendaciones de mantenimiento preventivo y renovación de equipos obsoletos guardan relación con las mejoras planteadas para la Gerencia

Subregional de Cutervo, especialmente en la optimización del sistema eléctrico y la implementación de medidas correctivas bajo criterios de eficiencia energética.

De manera similar, Prado Chuquillanqui (2025) sostiene que la eficiencia energética y el uso de tecnologías limpias representan estrategias clave para fortalecer la sostenibilidad y reducir costos operativos. Esta postura guarda relación con los hallazgos de la presente investigación, donde se propone la implementación de luminarias LED, bancos de capacitores y un sistema de monitoreo energético (EMS) para optimizar el consumo eléctrico institucional. Además, ambos estudios resaltan la importancia de una gestión energética integral como herramienta para mejorar la competitividad y resiliencia energética, aunque en el contexto público aún persisten limitaciones económicas y administrativas para ejecutar este tipo de proyectos.

Asimismo, los aportes de Arróliga y Betanco (2023) se relacionan directamente con esta investigación, ya que destacan que la auditoría energética es fundamental para optimizar recursos sin afectar el confort ni la calidad del servicio en edificios públicos. En la Gerencia Subregional de Cutervo también se identificaron deficiencias en iluminación, distribución eléctrica y mantenimiento, las cuales influyen en el incremento del consumo energético. En ese sentido, ambas investigaciones coinciden en que la eficiencia energética no solo representa una alternativa ambientalmente sostenible, sino también una estrategia económicamente rentable para las instituciones públicas, al permitir reducir costos operativos y mejorar la gestión de los recursos energéticos.

En el contexto nacional, Llauce (2019) desarrolló una auditoría energética en una piladora de arroz, proponiendo mejoras inmediatas como la sustitución de luminarias y la corrección del factor de potencia. Este enfoque de corto plazo también fue adoptado en el presente trabajo, proponiendo la instalación de luminarias LED de 18 W, sensores de movimiento y un sistema de control inteligente (SCADA) para el encendido programado de cargas. Campos (2019), por su parte, analizó el impacto tarifario y la rentabilidad de mejoras en climatización, similar al análisis económico desarrollado en este estudio, donde se proyectó una inversión inicial de S/ 13,488.50, un VAN de S/ 60,081.38 y una TIR de 54.96 %, valores que indican alta viabilidad financiera.

A nivel local, Antón & Bautista (2020) y Chumacero & Paredes (2019) implementaron auditorías en instituciones públicas y pequeñas empresas, empleando analizadores de redes para evaluar el comportamiento eléctrico y validando sus propuestas mediante indicadores económicos. En este estudio se usaron instrumentos similares (pinza UT204+, megóhmetro MH12 y telurómetro DY4100) y se documentaron las condiciones técnicas de cada área evaluada mediante fichas técnicas y registros fotográficos. Destaca la Figura 16, que evidencia el deterioro del pozo a tierra en el área de mantenimiento, un hallazgo crítico para la seguridad operativa del sistema.

Entre las implicancias prácticas más relevantes del estudio se destaca el potencial de reducción de costos operativos en un 29 % anual, producto de la disminución del consumo de energía eléctrica y la optimización del funcionamiento de equipos. Adicionalmente, se estima una mejora en la confiabilidad del sistema eléctrico, especialmente en áreas críticas como el taller mecánico y el área de servidores. Desde una perspectiva teórica, el estudio valida la aplicabilidad de auditorías energéticas integrales en contextos institucionales con recursos limitados, adaptando herramientas analíticas, metodologías y simulaciones a las condiciones específicas de una entidad pública regional.

Entre las principales limitaciones del estudio se incluye la escasa disponibilidad de planos eléctricos actualizados, la falta de registros históricos de mantenimiento de equipos y la restricción temporal del análisis (año 2023), lo cual podría limitar la representatividad estacional del perfil de consumo. A pesar de ello, el estudio logró recopilar información directa mediante mediciones de campo, entrevistas técnicas y revisión de documentación física, lo que permitió una evaluación objetiva y sustentada.

En resumen, los resultados de esta investigación coinciden con antecedentes relevantes respecto a la importancia de caracterizar el consumo energético por área, diagnosticar fallas en infraestructura, calcular indicadores económicos y proponer soluciones viables. Sin embargo, este estudio destaca por su enfoque multidisciplinario, que integra diagnóstico técnico, evaluación económica y diseño de propuestas con tecnologías modernas de automatización, aportando una base sólida para futuras políticas de eficiencia energética en entidades del Estado.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Se realizó una auditoría energética exhaustiva en la Gerencia Subregional de Cutervo, lo que permitió identificar las principales deficiencias del sistema eléctrico, así como los equipos de mayor demanda energética. El taller mecánico resultó ser el área con mayor carga conectada y mayor consumo promedio mensual, en tanto que los sistemas de iluminación y las UPS presentan un uso ineficiente de energía.
- Se evidenció el uso de equipos sobredimensionados, conexiones inadecuadas, empalmes expuestos y ausencia de sistemas automatizados de control energético. Además, los valores de corriente y resistencia de aislamiento registrados en pruebas funcionales revelaron posibles riesgos eléctricos, afectando la seguridad operativa y eficiencia del sistema.
- Las medidas propuestas, entre las que destacan el cambio de luminarias convencionales a LED, la instalación de sensores de movimiento, la implementación de un sistema de monitoreo energético (EMS) y el mantenimiento de pozos a tierra, fueron validadas técnica y económicamente acción que reduce significativamente los costos eléctricos institucionales.
- El análisis financiero proyectado reflejó un panorama favorable para la implementación de las mejoras. Con una inversión inicial de S/ 11,534.20 y un flujo de caja neto anual de S/ 1,042.24, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 2,424.37 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 14.78%, lo que demuestra una alta rentabilidad y rápida recuperación de la inversión.
- El estudio demuestra que la implementación de medidas de eficiencia energética es técnica y económicamente viable incluso en instituciones públicas descentralizadas con recursos limitados. Además, ofrece un modelo replicable de diagnóstico, diseño e intervención eléctrica en contextos regionales, contribuyendo al cumplimiento de políticas nacionales de sostenibilidad energética.

RECOMENDACIONES

- Priorizar la ejecución de las medidas propuestas, iniciando con el reemplazo de luminarias por tecnología LED, instalación de sensores en zonas de bajo tránsito, automatización de sistemas de iluminación y monitoreo en tiempo real mediante EMS, lo cual impactará de manera inmediata en la reducción del consumo energético.
- Optimizar el sistema de puesta a tierra y eliminar los empalmes expuestos mediante la reestructuración de canalizaciones eléctricas, utilizando conductores del calibre adecuado según la carga. Esto garantizará mayor seguridad operativa y prolongará la vida útil de los equipos.
- Documentar y mantener actualizado el inventario de cargas, planos eléctricos, fichas técnicas por equipos y cronogramas de mantenimiento preventivo. Esta documentación es vital para futuras auditorías energéticas y para el cumplimiento de normativas técnicas del sector público.
- Fortalecer las capacidades del personal técnico mediante programas de capacitación continua en eficiencia energética, normativa eléctrica vigente, uso de instrumentos de medición, interpretación de indicadores financieros (VAN, TIR) y herramientas de control automatizado.
- Evaluar periódicamente la eficiencia energética institucional y promover una cultura organizacional orientada al uso racional de la energía, involucrando a todos los colaboradores en prácticas sostenibles que reduzcan el impacto ambiental y los costos operativos.

VI. REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Antón, K., y Bautista, F. (2020). *Auditoría energética del sistema eléctrico para la empresa Molinera de arroz Valle Dorado S.A.C en la ciudad de Jaén, Perú*. [Universidad Nacional de Jaén]. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/214>
- Arróliga, S. y Betanco, J. A. (2023). *Eficiencia energética: una tarea para las universidades* *Energy efficiency: a task for universities*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11617> 166
- Aulestia, P. y Sánchez Lara, C. (2022). *Estudio de eficiencia energética en los laboratorios de Mecánica Industrial y soldadura de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga* [Universidad técnica de cotopaxi]. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/8803/1/MUTC-001212.pdf>
- Bustamante, S., Cramona, J. y Mesa, O. (2022). Auditoría energética al sistema eléctrico de la planta de bombeo del río Piedras, ubicada entre los municipios la Ceja y Abejorral. En *Material Safety Data Sheet*. Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Campos, J. (2019). *Auditoría energética en los sistemas eléctricos de KPMG para mejorar el índice de consumo energético*. UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO.
- Chumacero, J. y Paredes, A. (2019). «Evaluación mediante auditoría energética del sistema eléctrico en el campus de la Universidad Nacional de Jaén». Universidad Nacional de Jaén.
- Díaz, D. (2018). Auditoría energética para disminuir el consumo de energía eléctrica en la planta procesadora el Lirio S.A.C. ubicado en el distrito de la Victoria - Chiclayo - Lambayeque. En *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Flores, O. (2018). Auditoría energética para determinar la eficiencia del consumo de energía en el taller de máquinas y herramientas de la FIM/UNCP. En *Universidad Nacional del centro del Perú*. Universidad Nacional del centro del Perú.
- Llauce y David, F. (2019). *Disminución del consumo Energético aplicando una Auditoría Energética en la piladora de arroz San Pedro E.I.R.L.-Túcume*. Universidad Nacional de Jaén.
- Morerira, P. y Estrella, A. (2025). *Desarrollo de un sistema de auditoría energética*

con norma ISO 50001 para plantas industriales. 6.
<https://revista.gnerando.org/revista/index.php/RCMG/article/view/491>

Prado Chuquillanqui, G. (2025). *Artículo Original Eficiencia energética en las industrias del Perú con autogeneración y aprendizajes claves para avanzar en la sostenibilidad empresarial.* 28, 221-236.
<https://doi.org/https://doi.org/10.15381/gtm.v28i56.29695>

DEDICATORÍA

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada momento de mi vida, iluminando mi camino y brindándome la perseverancia necesaria para alcanzar mis metas; a mis padres, Francisco Chilcon Llamo y María Damiana Tenorio Vilvhez, por su amor incondicional, sacrificio y enseñanzas que han sido fundamentales en mi formación personal y profesional; a mi querida esposa, Luz Sarita Bravo Guevara, por su apoyo constante, paciencia y comprensión en los momentos más exigentes de este proceso; a mi hijo, Ethan Aaron Chilcon Bravo, quien es mi mayor fuente de inspiración y motivación para seguir adelante con esfuerzo y dedicación; y a mis hermanos, por su respaldo y compañía incondicional en cada etapa de mi vida. Con todo mi cariño y profunda gratitud, les dedico este logro, que también les pertenece.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi más sincero agradecimiento a Dios Todopoderoso por brindarme salud, fortaleza y sabiduría durante el desarrollo de este trabajo de investigación; a mi asesor, Dr. Freddi Roland Rodríguez Ordoñez, por su orientación, paciencia y valiosos aportes que contribuyeron significativamente a la culminación de este proyecto; a mis profesores de la Universidad Nacional de Jaén, quienes, con sus conocimientos y enseñanzas, enriquecieron mi formación académica y profesional; a mis padres, Francisco Chilcon Llamo y María Damiana Tenorio Vilvhez, a mi esposa Luz Sarita Bravo Guevara, a mi hijo Ethan Aaron Chilcon Bravo y a mis hermanos, por ser mi sostén emocional y brindarme su apoyo incondicional; y, finalmente, a todas aquellas personas que, con sus consejos, aliento y solidaridad, estuvieron presentes en los momentos más difíciles, demostrando que el verdadero apoyo se refleja en los gestos sinceros de amistad y compañerismo.

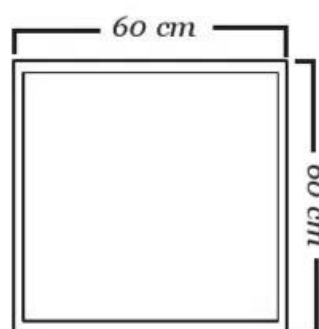
ANEXOS

Anexo 1

Ficha técnica de la Luminarias LED de 18W

FICHA TÉCNICA

Modelo :	Paneles Led 10.5mm 60cmx60cm
Potencia :	48w
Ángulo de apertura :	120°
Lúmenes :	4800 Lm
Cri :	90
Voltaje :	100-240v
Frecuencia :	60 Hz
Vida útil :	50000 Horas
Factor potencia :	0.9
Temperatura de color :	4000k/6500k
Material :	Aluminio y difusor de policarbonato
Ambiente :	Interior seco no salino
Marca :	Nuvora / V&P
Tipo de protección :	IP20



Los paneles led son luminarias que pueden ser usadas para empotrar, adosar y suspender.



Anexo 2

Ficha técnica de la Electrobomba (1) - Barmesa



ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA SERIE IC 1 1/4

1 a 3 H.P.



APLICACIONES:

- Sistemas hidroneumáticos
- Transferencia de agua
- Sistemas de enfriamiento

SUCCIÓN

1 1/2" (3.81 cms) Horizontal, N.P.T.

DESCARGA

1 1/4" (3.18 cms) Vertical, N.P.T.

CUERPO

Hierro gris, Clase 30, ASTM A-48

ACOPLAMIENTO

Hierro gris, Clase 30, ASTM A-48

IMPULSOR

Diseño: 5 alabes del tipo cerrado, balanceado estáticamente.

Material: Hierro gris, Clase 30, ASTM A-48.

SELLO

Diseño: tipo mecánico lubricado por agua

Material: Cerámica parte estacionaria, anillo de carbón y sello de exclusión parte rotatoria. Elastómero de Buna-N. Resorte de Acero Inoxidable.

MANGUITO

Acero Inoxidable 304

EMPAQUE DEL CUERPO

Forma "O" de Buna-N.

CAPACIDAD HASTA:

120 GPM (454 LPM)

CARGA DINÁMICA HASTA:

164 PIES (50 mts)

MOTORES:

Se ensamblan directamente a motores NEMA Std. de calidad reconocida, con baleros tipo bola en ambos extremos

H.P.	Armazón	Tipo	Fases	Volts	RPM
1 y 1.5	56CJ	Abierto	1 y 3	230/460	3450
2	56CJ	Abierto	1 y 3	230/460	3450
3	182JM	TCCVE	1 y 3	230/460	3450

Nota: En todos los motores se deberá de instalar protección eléctrica por sobrecarga.

Dirección de rotación:

Conforme las manecillas de reloj viendo desde la parte trasera del motor

ESPECIFICACIONES

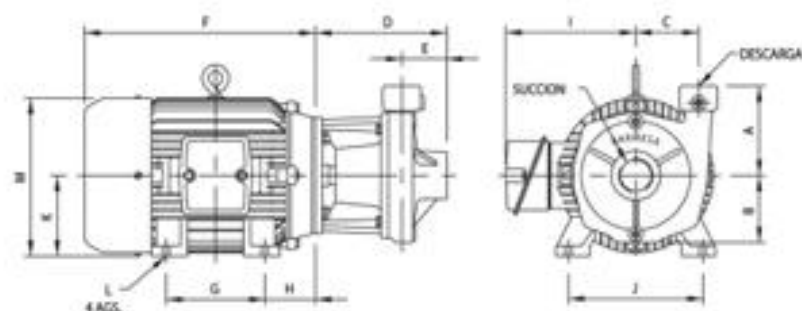
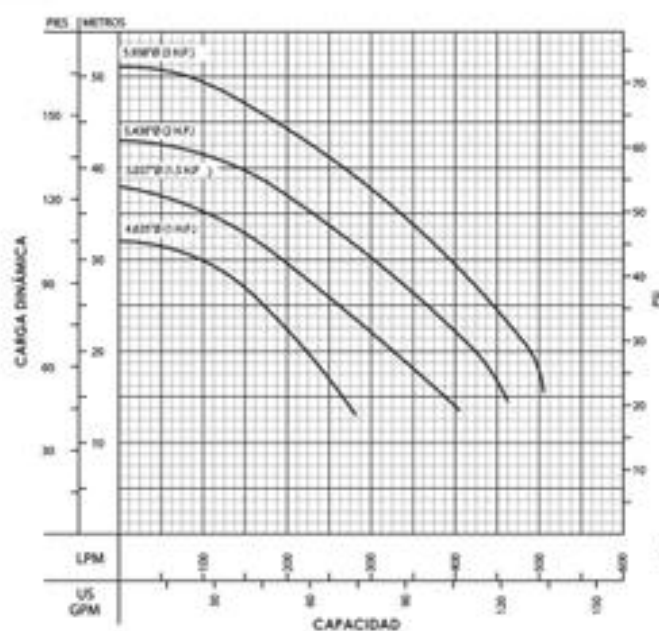


TABLA DE DIMENSIONES

MODELO	TAMANO	H.P.	FASES	ARMADURA	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M						
IC 1-1/4-1-2-1	1-1/2 x 1-1/4 B	1	1	56CJ	5.0	3.75	3.50	5.5	2.50	9.625	3	2.75	6.5	5	3.62	0.375	6.5						
IC 1-1/4-1-2		1	3	56CJ																			
IC 1-1/4-1-1/2-2-1		1.5	1	56CJ																			
IC 1-1/4-1-1/2-2		1.5	3	56CJ																			
IC 1-1/4-2-2-1	1-1/2 x 1-1/4 B	2	1	56CJ	5.0	3.75	3.50	7.31	2.50	10.82	5.0	2.25	6.5	5.5	3.5	.3	6.9						
IC 1-1/4-2-2		2	3	56CJ																			
IC 1-1/4-3-2		3	3	182 JM						11.45				4.5				2.5	7.4	7.5	4.5	A	6.9
IC 1-1/4-3-2-1		3	1	182 JM																			

LAS DIMENSIONES PUEDEN VARIAR DE ACUERDO AL FABRICANTE DEL MOTOR.



MODELO: IC 1 1/4
TAMANO: 1 1/2 x 1 1/4 x 8
R.P.M. NOMINAL: 3450
MAX. PRESIÓN DE TRABAJO: 100 PSI
FECHA: DICIEMBRE, 09

Prueba realizada con agua, gravedad específica 1.00 a 20°C (68°F), otros líquidos pueden variar el rendimiento.

www.atb.com.mx
Email: ventas@atb.com.mx
Tel: 81-84797931

Anexo 3

Ficha técnica de la Electrobomba (2) - Leo 616289



BOMBA PERIFÉRICA

FICHA TÉCNICA

SERIE API



Descripción del código

AP **I** **50**

Bomba Periférica IUSA

Potencia
50= 0.5 Hp x 100
75= 0.75 Hp x 100
100= 1 Hp x 100

USO AGRÍCOLA



Motor de
uso continuo



Protección
IPX4

INCLUYE

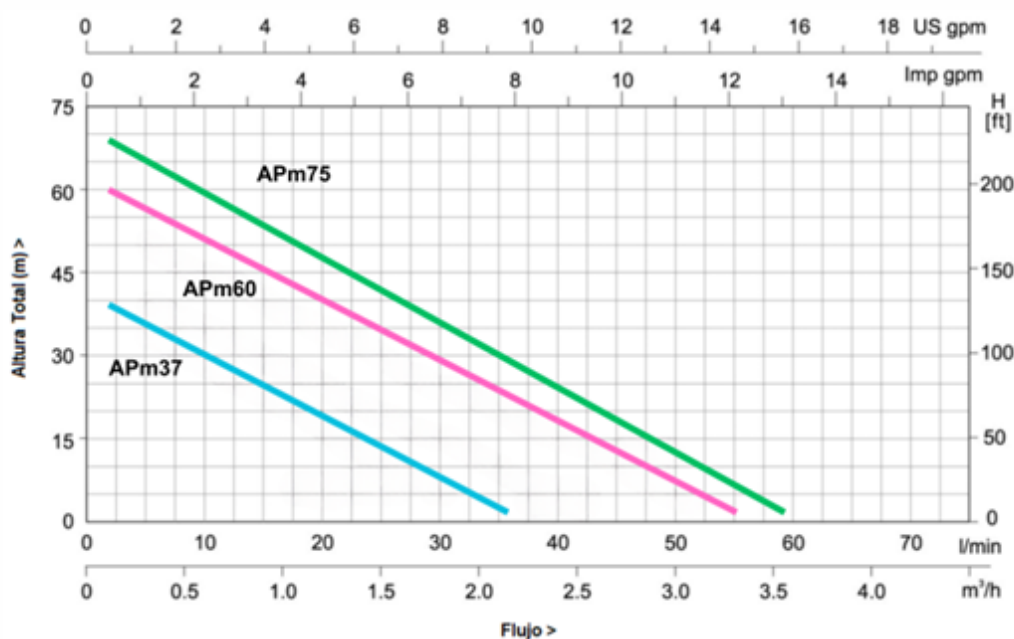
- Manual usuario.

PRODUCTO GARANTIZADO
2
AÑOS

FICHA TÉCNICA

Centro de atención a nivel nacional: 800 900 4872 / ayst@iusa.com.mx / www.iusa.com.mx
Distribuido y comercializado por **INDUSTRIAS UNIDAS S.A. DE C.V.** Carretera Panamericana
México Querétaro kilómetro 109, s/n, Pastejé, Jocotitlán, Estado de México, C.P. 50734

BOMBAS PERIFÉRICAS IUSA			
HP	1/2 HP	3/4 HP	1 HP
CÓDIGO	616289	616290	616291
SERIE	API50	API75	API100
MODELO	APm37	APm60	APm75
CONSUMO	2.68 A	4.5 A	6.3 A
TENSIÓN/FRECUENCIA	1F, 127 V~/60Hz		
FLUJO MÁXIMA	35 L/min	55 L/min	60 L/min
CARGA MÁXIMA	40 m	60 m	70 m
SUCCIÓN MÁXIMA	8 m		
SUCCIÓN/DESCARGA	1" x 1" FNPT		
DIMENSIONES	290 x 165 x 170 mm	320 x 190 x 220 mm	340 x 190 x 220 mm
PESO	4.8 Kg	8 Kg	9 Kg



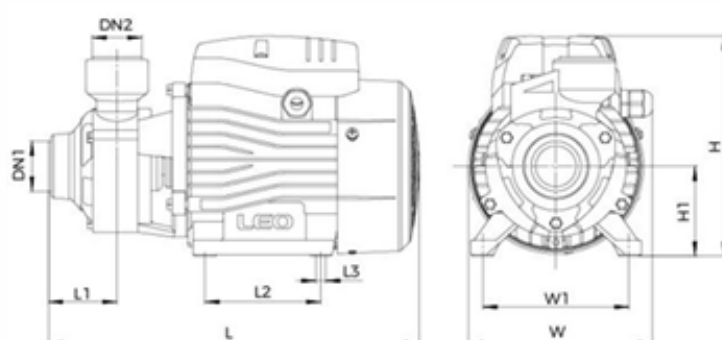
FICHA TÉCNICA

Centro de atención a nivel nacional: 800 900 4872 / ayst@iusa.com.mx / www.iusa.com.mx
Distribuido y comercializado por INDUSTRIAS UNIDAS S.A. DE C.V. Carretera Panamericana
México Querétaro kilómetro 109, s/n, Pastejé, Jocotitlán, Estado de México, C.P. 50734

DIMENSIONES

FICHA TÉCNICA

MODELO	DN1	DN2	DIMENSIONES (mm)							
			L (mm)	W (mm)	H (mm)	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	W1 (mm)	H1 (mm)
APm37	1"	1"	260	132	155	46.5	80	8.5	100	63
APm60			282	147	185	51	90	8.5	112	73
APm75			300	147	185	54.5	90	8.5	112	73



FICHA TÉCNICA

Centro de atención a nivel nacional: 800 900 4872 / ayst@iusa.com.mx / www.iusa.com.mx
 Distribuido y comercializado por **INDUSTRIAS UNIDAS S.A. DE C.V.** Carretera Panamericana
 México Querétaro kilómetro 109, s/n, Pastejé, Jocotitlán, Estado de México, C.P. 50734

Anexo 4

Ficha técnica del UPS - Tripp Lite SU5KRT3UGMB

Tripp Lite SU5KRT3UGMB especificaciones

A continuación encontrará las especificaciones del producto y las especificaciones del manual del Tripp Lite SU5KRT3UGMB.

Topología UPS

Doble conversión (en línea)

Color del producto [Capte la atención de los lectores mediante una cita importante extraída del documento o utilice este espacio para resaltar un punto clave. Para colocar el cuadro de texto en cualquier lugar de la página, solo tiene que arrastrarlo.]

Negro

Conector

Hardwire

Tecnología de batería

Sealed Lead Acid (VRLA)

Ancho

444.5 mm

Intervalo de temperatura operativa

0 - 40 °C

General



Marca	Tripp Lite
Modelo	SU5KRT3UGMB SU5KRT3UGMB
Producto	fuente de alimentación ininterrumpida (UPS)
EAN	0037332237996
Idioma	Español, Inglés
Tipo de archivo	Manual de usuario (PDF)

Características

Topología UPS	Doble conversión (en línea)
Capacidad de potencia de salida (VA)	5 kVA
Potencia de salida	5000 W
Forma de onda	Onda sinusoidal pura
Voltaje de entrada de operación (min)	200 V
Voltaje de entrada de operación (max)	240 V
Frecuencia de entrada	50/60 Hz
Voltaje de operación de salida (min)	200 V
Voltaje de operación de salida (max)	240 V
Frecuencia de salida	50/60 Hz
Índice de aumento de energía	1680 J
Factor de potencia de entrada	0.98
Factor de cima	3:1
Factor de potencia de salida	1
Número de fases de entrada	1

Modo ECO	Si
Alarma(s) audibles	Si
Filtro de ruido EMI/RFI	Si
Nivel de ruido	67.1 dB

Anexo 5

Ficha técnica del Generador Eléctrico - Hricc HRC



GENERADOR ELÉCTRICO 3500E

Descripción

El Generador de energía eléctrica de 120/240V. Funciona a gasolina con un regulador automático de voltaje, interruptor de sobrecarga, alerta de aceite, medidor de combustible, voltímetro y soportes de goma para menor vibración.

Usos:

Ideal para el uso de campamentos, Food Trucks, oficinas móviles; construcción, entre otros.

Principales Ventajas

- Calidad Comprobada
- Alta potencia y eficiencia de combustión
- Menor Consumo de Combustible
- Menor vibración y Menor Desgaste
- Es un motor más confiable



Características Técnicas:

Modelo	: 3500E
MOTOR	
Tipo	: 4 Tiempos
Cilindrada	: 196 cm ³
Potencia	: 6.4 HP
Capacidad tanque de combustible	: 15.0 L / 4.0 Gal.
Consumo de combustible aprox.	: 1.2 l/h
GENERADOR	
Potencia Nominal	: 3000W
Potencia Máxima	: 3500W
Fase Única	: Si
Factor de Potencia	: 1.0
Voltaje	: 120/240 V
Hertz	: 60 Hz
Horas de operación aprox.	: 12 h
Peso Seco	: 49 Kg.

Incluye:

01 Saca bujía, 02 enchufe pequeño, 01 conector, 04 pernos, 02 llaves, 02 tuercas, 01 Cable Bicolor (R/N), 01 Manija, 01 Base de batería y Manual de usuario.

Condiciones de venta:

Garantía : 12 meses por desperfectos de fábrica

Aprovechamos la oportunidad para darle a conocer que contamos con stock permanente de repuestos originales y diversos accesorios para acondicionar nuestros equipos a su principal necesidad, talleres de servicio en Lima, Chiclayo y Arequipa.

pág. 1

ventas@dacorp.com.pe

www.dacorp.com.pe

Anexo 6

Ficha técnica del Taladro Eléctrico - Bosch GSB 13 RE



Ficha de datos del producto

Herramientas eléctricas para la construcción y la industria

Taladradora de percusión

GSB 13 RE



Con juego de accesorios

La más manejable de su clase

Los datos más importantes

Potencia absorbida	600 W
Par de giro nominal	1,8 Nm
Peso	1,8 kg

Número de pedido 0601217100

[> Más información del producto](#)

Datos técnicos

Datos técnicos

Potencia absorbida	600 W
Velocidad de giro en vacío	0 – 2.800 r.p.m.
Potencia útil	301 W
Peso	1,8 kg
Par de giro nominal	1,8 Nm
Rosca de conexión del husillo de taladrar	1/2" – 20 UNF
Capacidad de sujeción del portabrocas, min./máx.	1,5 – 13 mm
Dimensiones de herramienta (longitud)	266 mm
Dimensiones de herramienta (altura)	180 mm
Número de impactos con velocidad de giro en vacío	0 – 44.800 rpm
Dimensiones del embalaje (anchura x longitud x altura)	261 x 300 x 75 mm
Portabrocas, ejecución	Portabrocas de sujeción rápida
Tensión, eléctrica	230 V
Diámetro del cuello de husillo	43 mm

Intervalo de perforación

Ø de perforación en hormigón	13 mm
Ø de perforación en madera	25 mm
Ø de perforación en acero	10 mm
Ø de perforación en mampostería	15 mm

Ruido/vibración

Taladrar en metal

Valor de vibraciones generadas ah	3 m/s ²
Tolerancia K	1,5 m/s ²

Taladrar con percusión en hormigón

Valor de vibraciones generadas ah	26 m/s ²
Tolerancia K	3 m/s ²

Atornillar

Valor de vibraciones generadas ah	2,5 m/s ²
Tolerancia K	1,5 m/s ²

MIKEL'S^{MR}

Compresor de Aire

Potencia **3** HP

Capacidad del tanque **100** L

Alimentación Eléctrica **127 V~ / 60 Hz**

Alta Presión

Incluye: Manómetro de presión

Flujo: 206 L/min
RPM: 1 000 rpm
Salidas: 2 Salidas (1/4")
Ciclo de trabajo: 60 min de trabajo por 40 de descanso (máximo 16 horas)
Presión Máxima de Trabajo: 116 PSI / 8 bar

Banda de larga vida

Motor ELÉCTRICO

Arranque AUTOMÁTICO

Caja de madera

81 cm
45.5 cm
98.5 cm

MODELO: CA-3HP100
DESCRIPCIÓN: Compresor de Aire 3 HP - 100 Litros
EAN 13: 7501081026116
GARANTÍA: 1 AÑO
DIMENSIONES: 98.5 X 45.5 X 81 cm
PESO: 66 kg

GARANTÍA • SERVICIO • REFACCIONES

1 AÑO DE GARANTÍA

A Power and Voltage Solutions
2017-2018-2019-2020-2021

LINEA ELÉCTRICOS

Anexo 8

Ficha técnica de la Amoladora Angular - Bosch GWS 25-180



Amoladora Bosch GWS 25-180 220V

SKU	0601.8F3.0E0-000
EAN	4059952527123



Alcance de la entrega

Llave de brida (1 607 950 061)	✓
Brida de fijación (número de pieza de repuesto 2 605 703 014)	✓
Tuerca de bloqueo (1 603 345 043)	✓
Caja de cartón	✓
Cubierta protectora (1 619 P15 622)	✓
Empuñadura auxiliar (1 602 025 030)	✓

Datos técnicos

Peso	5,800 kg
Plato lijador de goma, Ø	180,0 mm
Velocidad en vacío	8,500 rpm
Velocidad de giro en vacío, hasta	8.500,0 rpm
Velocidad de giro en vacío, desde	6,500 rpm
Potencia absorbida	2.500,0 W
Ø del disco	180,0 mm
Vaso de amolar, Ø	140,0 mm
Nivel de ruido	El nivel de ruido con ponderación A de la herramienta eléctrica presenta los siguientes valores medios: nivel de intensidad acústica dB(A); nivel de potencia acústica dB(A). Incertidumbre K = dB.
Quantity per pallet	84
Peso neto	5,955 kg
Peso bruto	5,955 kg
País de origen	Brasil

Beneficios del producto

- La amoladora de 2500 W más liviana del mercado y con la mejor relación potencia/peso
- Mayor ergonomía y optimización para el operador
- Alto rendimiento en la remoción de material: el nuevo motor de Bosch ofrece el mejor rendimiento de su categoría
- Con escobillas de carbón más duraderas y menor desaceleración en los trabajos pesados
- Flujo de aire optimizado: sistema de flujo de aire patentado que aumenta en un 20 % la refrigeración del motor, lo que se traduce en un aumento del rendimiento y de la vida útil
- Menos fatiga para el operador: la reducción de las vibraciones permite sobrelevar más horas de trabajo
- Agarre más cómodo que permite controlar mejor la herramienta
- Mayor resistencia a la abrasión: mejor resistencia a la abrasión causada por los restos de hierro y concreto que atraviesan el motor de la máquina
- La placa de características grabada al láser permite una mayor duración y facilita las reparaciones
- Interruptor de paleta (opcional): más versiones con interruptor con función de hombre muerto, para una mayor seguridad del operador
- De fácil reparación: la mayoría de las piezas de recambio son intercambiables entre la herramienta actual y la nueva familia del próximo lanzamiento

Anexo 9

Ficha técnica de la Desenllantadora Semiautomática - Big Red TRE-209



BIG RED Desenllantadora Semiautomática TRE-209 45pulg 0.75KW 115PSI

Desmontadora de neumáticos semiautomática Torin BigRed

1. Columpio lateral semiautomático con brazo de ayuda izquierdo simple
2. Certificación CE
3. Este tipo es económico y duradero para cambiar neumáticos.

Especificaciones técnicas:

MODELO:	TRE-209
DIMENSIÓN DE ARO:	14" - 26"
MÁX. DIÁMETRO DE LLANTA:	45"
MÁX. ANCHO DE RUEDA:	16"
CAUDAL	8 bar
FASE:	Monofásico
POTENCIA MOTOR:	0.75 KW
PESO	286 kg.



Anexo 10

Ficha técnica de la Lijadora Roto-Orbital - Dewalt DWE6421-B3

DWE6421-B3

Lijadora Roto-Orbital 5"



Carcasa y recubrimiento texturizados antideslizantes / Diseño con contrapeso para reducir vibración / Sellado para prevenir ingreso de polvo en la maquinaria.

ESPECIFICACIONES	
Potencia	3.0 amp
Velocidad	12000 opm
Diámetro de Órbita	3/32"
Recolección de Polvo	Si
Tipo y Tamaño de Lija	5"- 8 orificos
Interruptor Sellado Anti Polvo	Si
Almohadilla	Si
Peso	1.3 kg
Incluye	Bolsa Recolectora de Polvo.

Anexo 11

Ficha técnica de la Soldadora Eléctrica - Stylecnc LW1500A

 TOTAL TOOLS - MAQUINAS DE SOLDADURA	
 CÓDIGO: UTW225069	FICHA TÉCNICA Máquina De Soldar Inverter Heavy Duty Calidad Profesional 60% Ciclo De Trabajo. 250A.24 Volt Sin Carga: 85V. Tecnología De Inversor Igbt. Voltaje De Entrada: 110-120 / 220-240V. Frecuencia: 50/60Hz. Salida: 110-120V 15-130A. Caja 
*Nombre: Máquina de Soldar Inverter Heavy Duty Calidad Profesional 60% Ciclo de Trabajo. 250A.	¿Dónde usarlo?: Automotriz, Doméstica/Taller, Fabricación General
Acabado: Liso	Advertencia: Para evitar quemaduras y humos tóxicos, use equipo de protección.
Cantidades por caja: Cajas de 2	Características: Tecnología de inversor IGBT. Anti-adherente/Arranque en caliente/ Fuerza del Arco. Pantalla LCD. Con función Lift TIG. Con función VRD
Certificaciones: CE	Ciclo de trabajo: 110-120V 130A @ 60% 220-240V 250A @ 60%
Código de Barras: 6942210220820	Código de producto: UTW225069
Color: Turquesa	Corriente Máxima (A): de salida: 250A
Diametro de electrodos: 110-120V 1.6-3.2mm 220-240V 1.6-5.0mm	Especificaciones: Corriente de salida: 110-120V 15-130A Corriente de salida: 220-240V 15-250A
Frecuencia: 50 - 60 Hz	Funcion Anti-pegado: Si Incluye
Garantía: 1 año	Incluye: 1 porta electrodos con cable, 1 abrazadera de tierra con cable, 1 cepillo de alambre, 1 casco, 1 cable de extensión, con enchufe UL.
Marca: TOTAL TOOLS	Material: Metal/Plástico
Modo de inicio de arco: Hot Start	Peso (Kg): 7.30
Presentación: Caja a Color	Procedencia: Importado
Se vende por: Unidad	Tipo: Soldadura electrodo MMA

Usos: Industrial

Voltaje: 110-120 / 220-240V

Voltaje de entrada: 110-120 / 220-240V

Voltaje sin carga: 85V

INFORMACIÓN ADICIONAL

Máquina De Soldar Inverter Heavy Duty Calidad Profesional 60% Ciclo De Trabajo. 250A. Volt Sin Carga: 85V

- Tecnología De Inversor Igbt
- Voltaje De Entrada: 110-120/220-240V
- Frecuencia: 50/60Hz
- Corriente De Salida: 110-120V 15-130A
- Corriente De Salida: 220-240V 15-250A
- Ciclo De Trabajo: 110-120V 130A@60%
- Ciclo De Trabajo: 220-240V 250A@60%
- Pantalla Lcd
- Con Función De Soldadura Tig Lift
- Con Función De Vrd
- Voltaje En Vacío: 85V
- Corriente Máxima De Salida: 250A
- Diámetro Del Electrodo: 110-120V 1.6-3.2Mm
- Diámetro Del Electrodo: 220-240V 1.6-5.0Mm
- Antiadherente/Arranque En Caliente/Fuerza De Arco
- 1 Portaelectrodos Con Cable.
- 1 Pinza De Tierra Con Cable.
- 1 Cepillo Metálico.
- 1 Casco.
- 1 Cable De Extensión.
- Con Enchufe Ul.
- Empacado En Caja De Color.



Anexo 12

Ficha técnica del Proyector multimedia 970 980W y 990U



EPSON®
EXCEED YOUR VISION

Videoproyectores PowerLite® 970, 980W y 990U

Proyectores Portátiles

Proyectores multimedia avanzados para aulas educativas

Características principales

- **Lámpara con una duración hasta de 12.000 horas¹.**
- **Conectividad avanzada** - Conectan hasta 50 dispositivos como Chromebook™, Mac®, iOS o Android™ y muestran simultáneamente hasta 4 pantallas con Epson iProjection (módulo inalámbrico por separado).
- **Pantalla hasta de 300"** - Cuentan con la capacidad de dividirse en dos segmentos para recibir dos señales simultáneas.
- **Experiencia al Natural** - Colores 3 veces más brillantes¹. La tecnología 3LCD permite un balance más exacto entre luz blanca y color, para proyecciones realmente naturales.

Los PowerLite® son la mejor herramienta de proyección para los salones actuales. El PowerLite® 970 ofrece una resolución XGA (1.024 x 768 píxeles), óptima para hojas de cálculo, el PowerLite® 980W ofrece una resolución WXGA (1.280 x 800 píxeles), ideal para presentaciones multimedia con calidad HD, y el PowerLite® 990U ofrece una resolución WUXGA (1.920 x 1.200 píxeles) ideal para presentaciones multimedia con calidad de alta definición.

La tecnología 3LCD ofrece imágenes claras, brillantes y llenas de color. Su luminosidad de 4.000 lúmenes en color² y en blanco² en el PowerLite® 970, y de 3.800 lúmenes en color² y blanco² en los PowerLite® 980W y 990U, los convierten en la mejor opción para aulas de educación bien iluminadas. Adicional ofrecen una conectividad inalámbrica opcional, la cual permite proyectar el contenido sin requerir cables. Estos videoproyectores tienen 2 puertos HDMI para conectar todos los dispositivos actuales del aula.



LÚMENES	
4000 Luz Color	4000 Luz Blanca
Experiencia al natural ¹	
PowerLite® 970	

LÚMENES	
3800 Luz Color	3800 Luz Blanca
Experiencia al natural ¹	
PowerLite® 980W y 990U	

PowerLite® 970, 980W y 990U

Especificaciones técnicas

EPSON®
EXCEED YOUR VISION

Modelo	PowerLite® 970	PowerLite® 980W	PowerLite® 990U
Código	V13H865200	V13H865200	V13H867020
Sistema de proyección	Tecnología Epson 3LCD de 3 chips	Tecnología Epson 3LCD de 3 chips	Tecnología Epson 3LCD de 3 chips
Modo de proyección	Frontal / Posterior / Techo	Frontal / Posterior / Techo	Frontal / Posterior / Techo
Pantalla LCD	0,63 pulgadas (D10)	0,59 pulgadas (D9)	0,67 pulgadas (D10)
Método de proyección	Poly-silicon TFT active matrix	Poly-silicon TFT active matrix	Poly-silicon TFT active matrix
Número de píxeles	786.432 píxeles (1.024 x 768) x 3	1.024.000 píxeles (1.280 x 800) x 3	2.354.000 píxeles (1.920 x 1.280) x 3
Luminosidad del color ¹	4.000 Láminas	3.800 Láminas	3.800 Láminas
Luminosidad del blanco ²	4.000 Láminas	3.800 Láminas	3.800 Láminas
Relación de aspecto	4:3	16:10	16:10
Resolución nativa	XGA	WXGA	WXGA
Relación de contraste	Hasta 15.000:1	Hasta 15.000:1	Hasta 15.000:1
Reproducción de color	Hasta 1 billón de colores	Hasta 1 billón de colores	Hasta 1 billón de colores
Potencia	x 1 16W	x 1 16W	x 1 16W
Ruido del ventilador	28 dB / 37 dB	28 dB / 37 dB	28 dB / 37 dB
Split Screen	Si	Si	Si
Lente de proyección			
Tipo	Optical Zoom (Manual) / Focus (Manual)	Optical Zoom (Manual) / Focus (Manual)	Optical Zoom (Manual) / Focus (Manual)
Número - F	1,51 - 1,99	1,51 - 1,99	1,50 - 1,90
Relación de zoom	1,0 - 1,6	1,0 - 1,6	1,0 - 1,6
Distancia focal	18,2 mm - 29,2 mm	18,2 mm - 29,2 mm	18,2 mm - 29,2 mm
Tapo de lente	Slide lens shutter	Slide lens shutter	Slide lens shutter
Conexión de Keystone	Vertical: -30° +30° Horizontal: -30° +30°	Vertical: -30° +30° Horizontal: -30° +30°	Vertical: -30° +30° Horizontal: -30° +30°
Quick Center	Si	—	—
Tamaño de la pantalla	30" a 300" (0,89m - 13,66m)	28" a 280" (0,89m - 13,71m)	30" a 300" (0,89m - 14,57m)
General			
Temperatura de operación	5°C a 35°C <41°F a 95°F>	5°C a 35°C <41°F a 95°F>	5°C a 35°C <41°F a 95°F>
Dimensiones	309 x 90 x 282 mm (ancho x alto x profundidad)	309 x 90 x 282 mm (ancho x alto x profundidad)	309 x 90 x 282 mm (ancho x alto x profundidad)
Peso	—	3,1 Kg	3,2 Kg
Seguridad	Kensington® Lock, Inhibidor de seguridad	Kensington® Lock, Inhibidor de seguridad	Kensington® Lock, Inhibidor de seguridad
Conectividad del proyector			
Entrada computadora	x 2 D-sub15	x 2 D-sub15	x 2 D-sub15
HDMI	x 2 (1 soporte MHL)	x 2 (1 soporte MHL)	x 2 (1 soporte MHL)
USB tipo A	x 1 (Memoria USB imágenes/ Módulo inalámbrico/ Actualización Firmware)	x 1 (Memoria USB imágenes/ Módulo inalámbrico/ Actualización Firmware x 1 Memoria USB)	x 1 (Memoria USB imágenes/ Módulo inalámbrico/ Actualización Firmware)
USB tipo B	x 1 (USB display, mouse, control, Firmware update)	x 1 (USB display, mouse, control, Firmware update)	x 1 (USB display, mouse, control, Firmware update)
Vídeo RCA	x 1	x 1	x 1
Salida monitor	x 1	x 1	x 1
Entrada micrófono	x 1	x 1	x 1
Entrada audio RCA	x 2 RCA (Blanco x1, Rojo x1)	x 2 RCA (Blanco x1, Rojo x1)	x 2 RCA (Blanco x1, Rojo x1)
Entrada audio stereo mini	x 2	x 2	x 2
Salida audio stereo mini	x 1	x 1	x 1
LAN - RJ45	x 1	x 1	x 1
Wireless/Inalámbrica	Preparado	Preparado	Preparado
RS-232C	x 1	x 1	x 1
Energía			
Volaje de fuente de poder	100 - 240 V AC +/- 10%, 50/60 Hz	100 - 240 V AC +/- 10%, 50/60 Hz	100 - 240 V AC +/- 10%, 50/60 Hz
Tipo de lámpara	210W UHE	210W UHE	210W UHE
Vida útil de la lámpara ³	6.000 horas (Normal); 12.000 horas (Eco)	6.000 horas (Normal); 12.000 horas (Eco)	6.000 horas (Normal); 12.000 horas (Eco)
Consumo de energía	100-120W: 326W (Normal) - 237W (Eco) 220-240W: 309W (Normal) - 227W (Eco)	100-120W: 326W (Normal) - 237W (Eco) 220-240W: 309W (Normal) - 227W (Eco)	100-120W: 326W (Normal) - 237W (Eco) 220-240W: 309W (Normal) - 227W (Eco)
Accesorios			
Descripción	Código de producto	Código de producto	Código de producto
Lámpara de reemplazo	V13H010L96	V13H010L96	V13H010L96
Filtro de reemplazo	V13H134A32	V13H134A32	V13H134A32
Módulo inalámbrico	V13H731P02	V13H731P02	V13H731P02
Contenido de la caja			
Proyector	x 1	x 1	x 1
Control remoto con 2 baterías AA	x 1	x 1	x 1
Cable de poder	x 1	x 1	x 1
Cable de computadora (VGA)	x 1	x 1	x 1
Guía de instalación	x 1	x 1	x 1
Wireless LAN module cover	x 1	x 1	x 1

1 - En comparación con los proyectores Epson DLP de 1-chip para empresas y educación, basados en datos de 2011 hasta junio de 2012. La luminosidad del color (salida de luz en color) se mide según la norma ANSI 15.4. La luminosidad del color variará según las condiciones de uso. 2 - La luminosidad del blanco (salida de luz blanca) variará según las condiciones de uso. La salida de luz en color se mide según la norma ANSI 15.4; la salida de luz blanca se mide según la norma ISO 21110. 3 - Cuando se usa en el modo Eco, se estima que la vida útil de la lámpara es de 12.000 horas. Las horas reales varían y dependen del modo y del entorno en que se usa. El brillo de la lámpara disminuye con el transcurso del tiempo. 4 - Véase <http://latin.epson.com/led/index.html> para obtener información acerca de opciones de recambio convenientes y sostenibles.

Características Ecoamigables⁴

- Chips 3LCD que ahorran energía
- Lámparas E-TORL que ahorran energía
- Bajo consumo de energía, de 0,3 W en modo de espera
- Diseñados para fácil reciclaje
- Adecuados a las reglas RoHS



Better Products for a Better Future[®]
Para más información sobre los programas ambientales de Epson, visita eco.epson.com

www.latin.epson.com

En Latinoamérica llamar a la oficina local o a su distribuidor autorizado. Subsidiarias de Epson:

Epson Argentina S.R.L.
(5411) 6167 0300

Epson Chile S.A.
(562) 2484 3400

Epson Colombia Ltda.
(571) 623 9000

Epson Centroamérica
(502) 2566 7800

Epson México S.A. de C.V.
(5255) 1323 2000

Epson Perú S.A.
(511) 418 0210

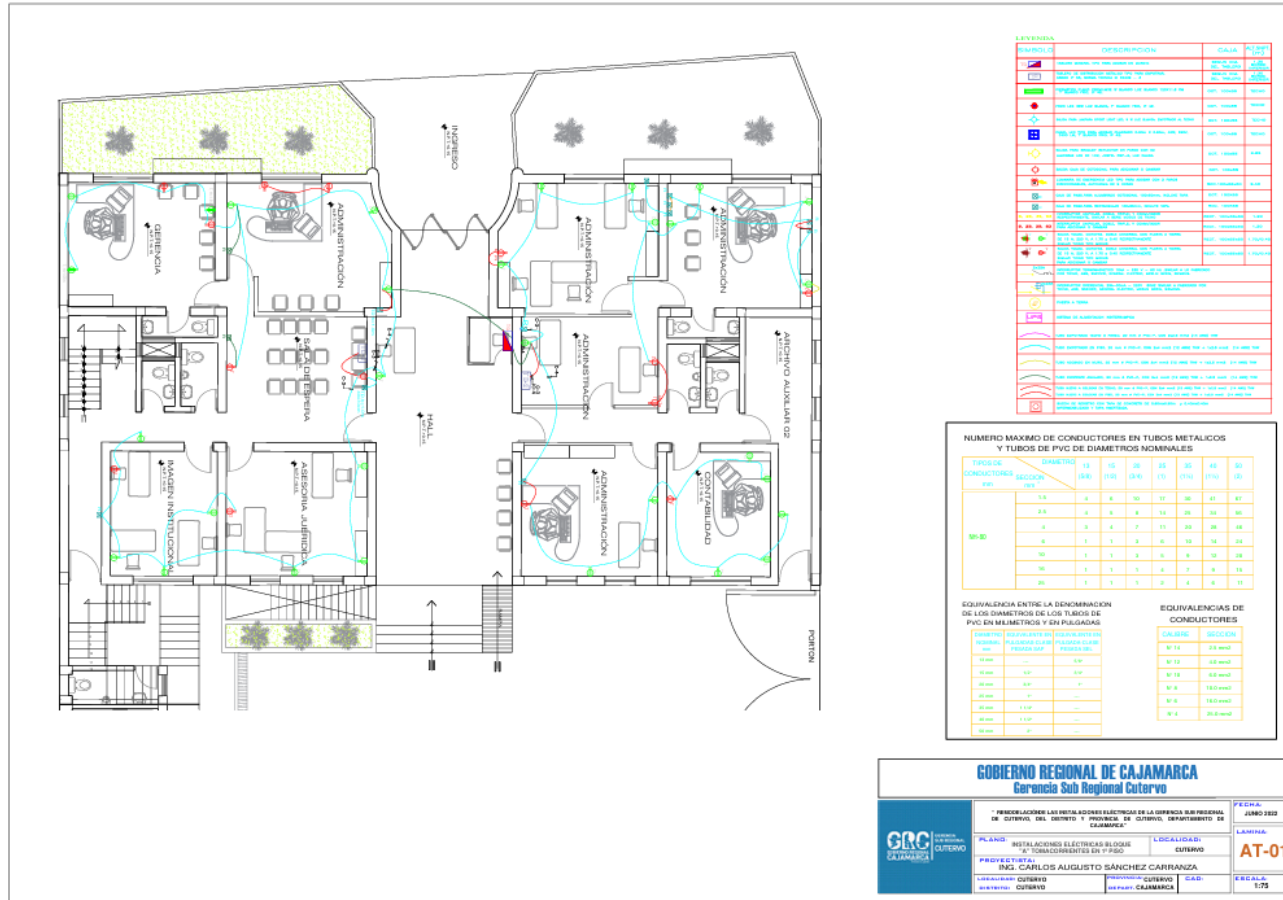
Epson Venezuela S.R.L.
(58212) 240 11 11
P.R. J-00102889-0

Epson Ecuador
1-800-000-044

Epson y PowerLite son marcas registradas; Epson Exceed Your Vision es un logotipo y marca registrada y Better Products for a Better Future es una marca comercial de Seiko Epson Corporation. Mact es una marca comercial de Apple Inc. y Dremelbook y Android de Google que están registradas en los Estados Unidos y en otros países. Todos los demás nombres de productos y marcas son marcas comerciales o registradas de sus respectivas compañías. Epson reserva todos los derechos sobre estas marcas. Copyright 2017 Epson America, Inc. CPD - US 101137 10/17

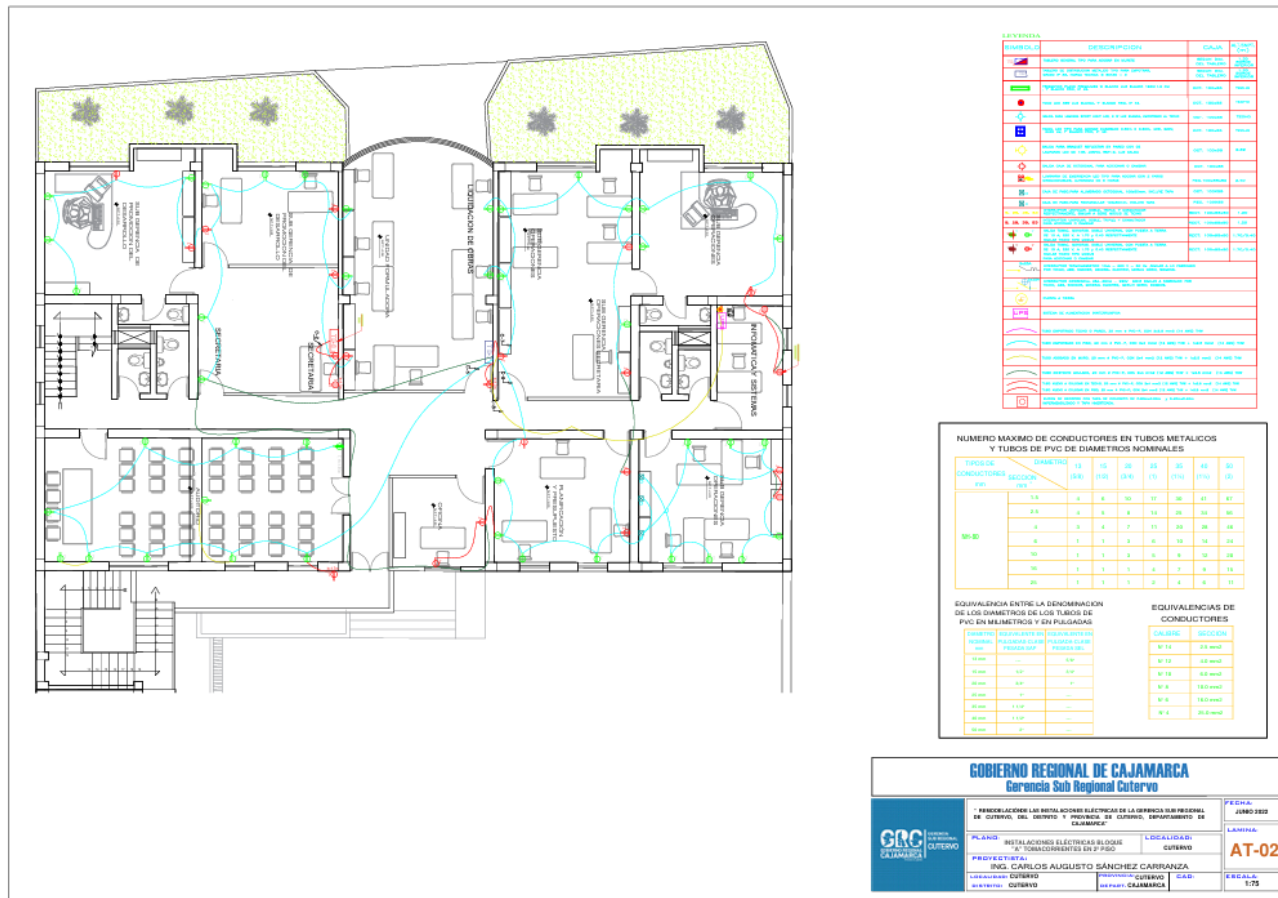
Anexo 13

Plano de tomacorrientes – Primer nivel (Bloque A)



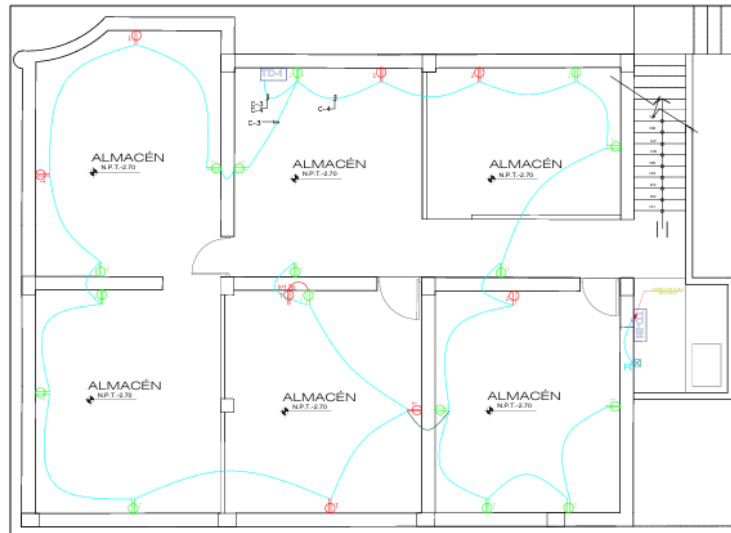
Anexo 14

Plano de tomacorrientes – Segundo nivel (Bloque A)



Anexo 15

Plano de tomacorrientes – Sótano (Bloque A)

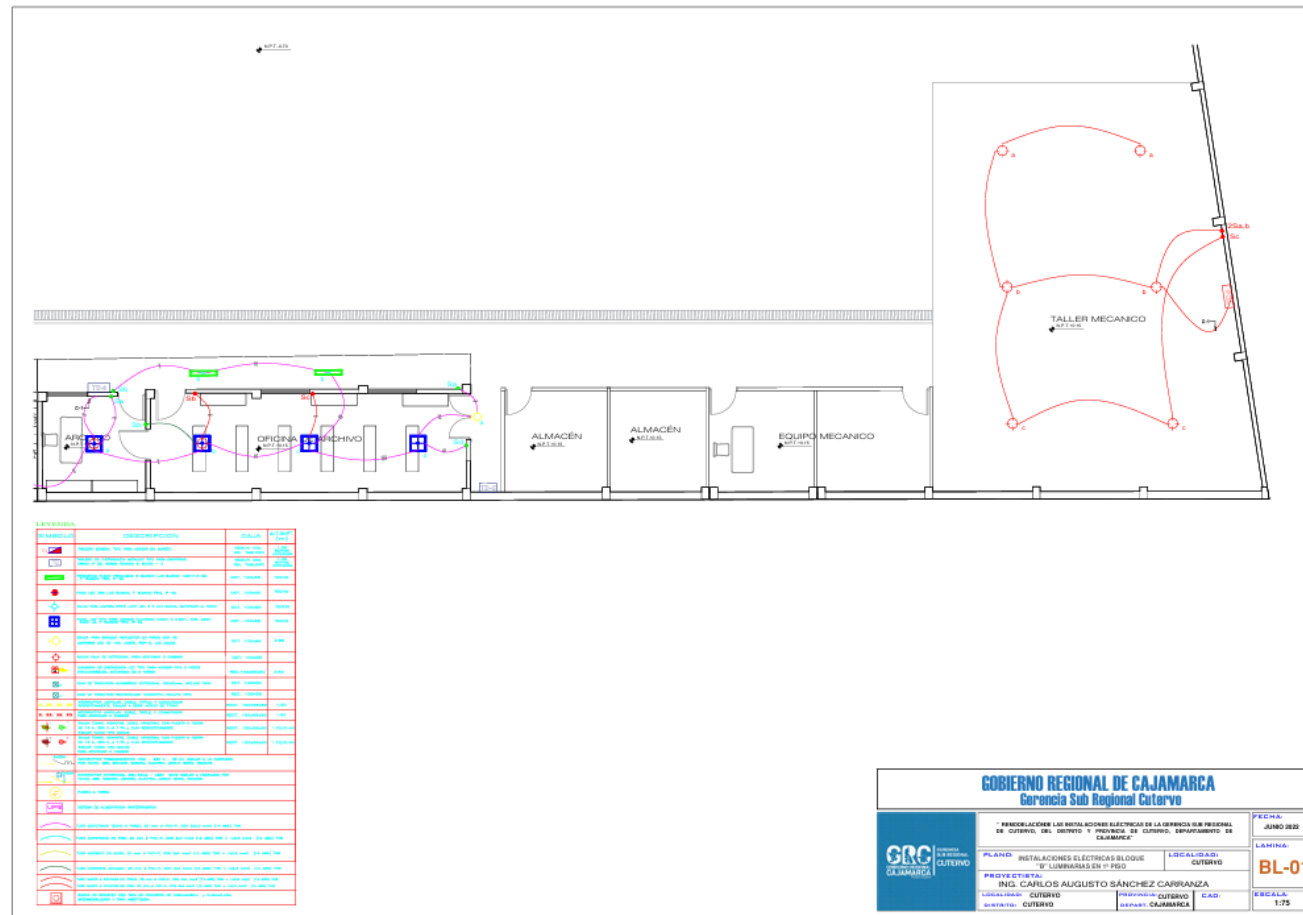
[illegible]

NUMERO MAXIMO DE CONDUCTORES EN TUBOS METALICOS Y TUBOS DE PVC DE DIAMETROS NOMINALES								
TIPO DE CONDUCTORES (PVC)	DIAMETRO NOMINAL (INCH)	12	14	16	18	20	24	30
		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(10)
MD-50	1.5	4	6	10	17	30	47	67
	2.5	4	6	8	14	24	34	56
	4	3	4	7	17	24	36	48
	6	1	1	3	6	16	14	24
	8	1	1	3	6	6	12	20
	10	1	1	1	4	7	6	14
	20	1	1	1	2	4	4	8

EQUIVALENCIA ENTRE LA DENOMINACIÓN DE LOS DIÁMETROS DE LOS TUBOS DE PVC EN MILÍMETROS Y EN PULGADAS			EQUIVALENCIAS DE CONDUCTORES	
DIÁMETRO NOMINAL, mm.	EQUIVALENTE EN PULGADAS CLAS. PULGADA DE	EQUIVALENTE EN PULGADAS CLAS. PULGADA DE	CALIBRE	SECCIÓN
16 mm.	—	5/8"	N° 14	2,5 mm ²
19 mm.	5/8"	3/4"	N° 12	3,5 mm ²
25 mm.	3/4"	N° 1	N° 10	5,0 mm ²
32 mm.	N° 1	—	N° 8	10,0 mm ²
40 mm.	1 1/8"	—	N° 6	16,0 mm ²
50 mm.	1 1/2"	—	N° 4	25,0 mm ²
63 mm.	2"	—		

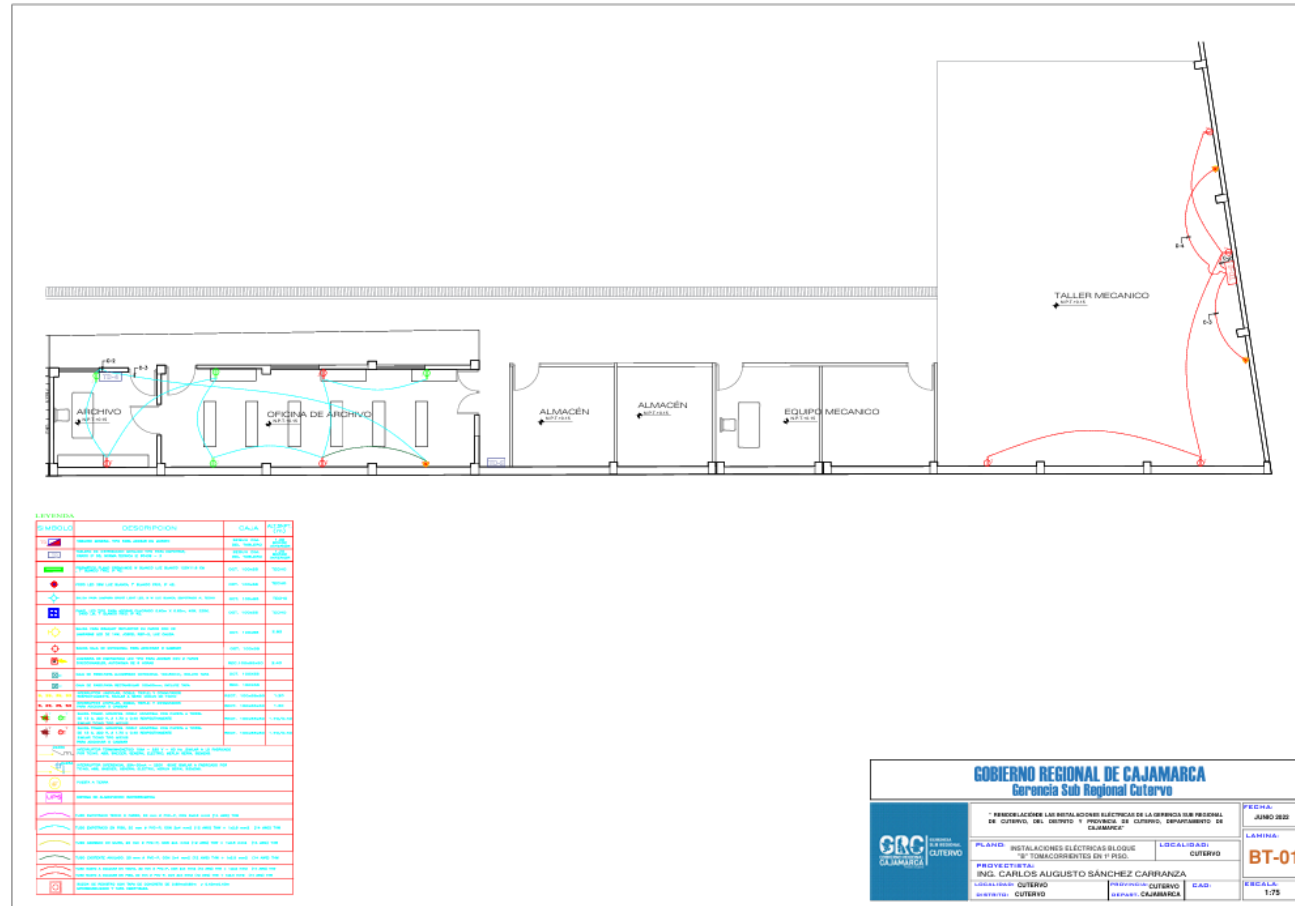
Anexo 16

Plano de luminarias – Primer nivel (Bloque B)



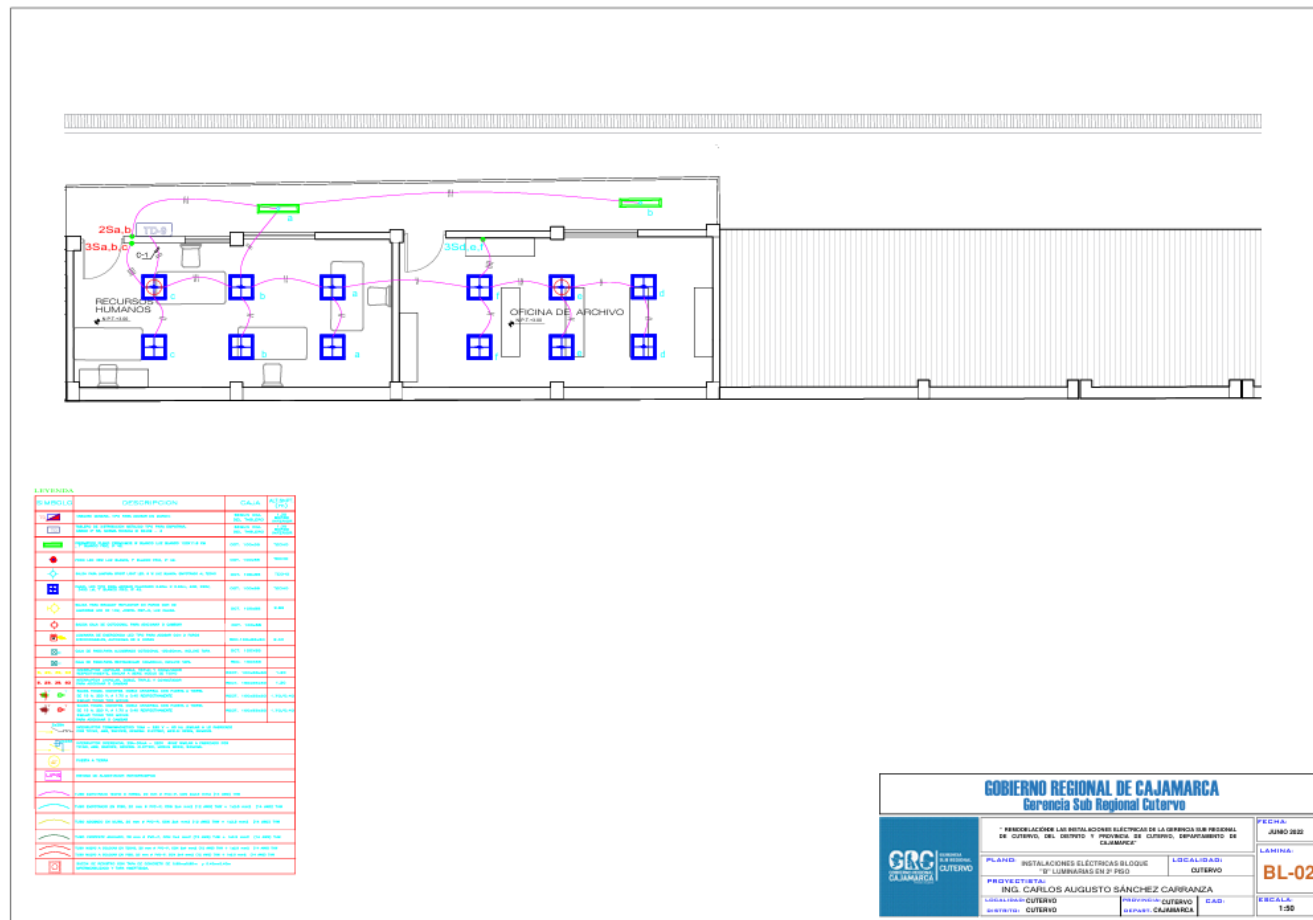
Anexo 17

Plano de tomacorrientes – Primer nivel (Bloque B)



Anexo 18

Plano de luminarias – Segundo nivel (Bloque B)



Anexo 19

Plano general de redes eléctricas exteriores



Anexo 200

Registro de Equipos Eléctricos de la Gerencia Subregional de Cutervo

N.º	Código de equipo	Nombre del equipo	Ubicación	Marca	Modelo	Potencia (W)	Voltaje (V)	Fecha de adquisición	Estado	Observaciones
1	EQ-001	Electrobomba (1)	Cisterna de agua	Barmesa	IC1-4-2-2-1	1491.4	220	5/11/2016	Operativo	Aceptado manualmente
2	EQ-002	Electrobomba (2)	Cisterna de agua	Leo	616289	372.85	220	21/05/2017	Operativo	Aceptado manualmente
3	EQ-003	UPS	Oficina de Informática	Tripp-Lite	SU5KRT3UGMB	5000	200/240	12/08/2018	Operativo	Aceptado manualmente
4	EQ-004	Generador eléctrico	Taller mecánico	Hricc	HRC	3500	220/380	10/04/2021	Operativo	Aceptado manualmente
5	EQ-005	Taladro eléctrico	Taller mecánico	Bosch Professional	GSB 13 RE	750	220	3/05/2022	Operativo	Aceptado manualmente
6	EQ-006	Compresora de aire	Taller mecánico	Mikel's	CA-3HP100	2237.1	220	5/09/2019	Operativo	Aceptado manualmente
7	EQ-007	Amoladora angular	Taller mecánico	Bosch Professional	GWS 25-180	2500	220	3/05/2022	Operativo	Aceptado manualmente
8	EQ-008	Desenllantadora semiautomática	Taller mecánico	Big Red	TRE-209	750	220	18/05/2021	Operativo	Aceptado manualmente
9	EQ-009	Lijadora roto-orbital	Taller mecánico	Dewalt	DWE6421-B3	280	220	5/09/2019	Operativo	Aceptado manualmente
10	EQ-010	Soldadora eléctrica	Taller mecánico	Stylecnc	LW1500A	1500	220	25/08/2018	Operativo	Aceptado manualmente

Nota. Elaboración propia a partir del inventario de equipos eléctricos de la Gerencia Subregional de Cutervo

Anexo 21

Registro fotográfico del proceso de implementación técnica y operativa.

Medición de tensión con pinza amperimetrica a interruptor de iluminaria en área de taller mecánico.



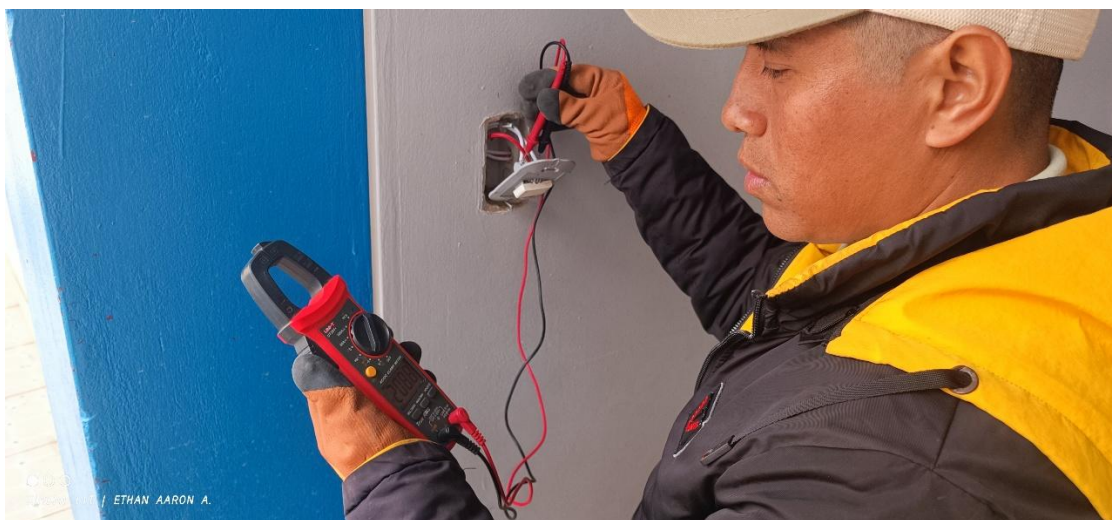
Medición de tensión con pinza amperimetrica a tomacorriente en el área de sala de espera.



Medición de tensión con pinza amperimetrica a tablero de distribución.



Medición de tensión con pinza amperimetrica a interruptor de iluminaria en escalera.



En la siguiente imagen se muestra instrumento de medición Pinza Amperimetrica Digital.



En la siguiente imagen se muestra instrumento de medición Teluometro Digital.





Anexo 22

Recibo de Energía Eléctrica – Gerencia Subregional de Cutervo (Junio 2025)

RECIBO N° S266-09919282
Cutervo, Cutervo - Cajamarca/

Para Consultas, su código es: 28453117

GERENCIA SUB-REGIONAL CUTERVO
Av. SALOMON VILCHEZ M. CD 10 Cent CUTERVO
Ref.: Av. SALOMON VILCHEZ M. CD 10 Cent CUTERVO
20453383475

Junio-2025



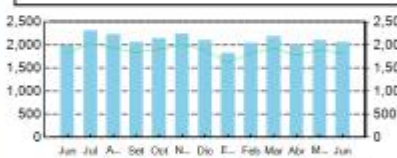
Ensa
EMPRESA REGIONAL DE SERVICIO PÚBLICO
DE ELECTRICIDAD DEL NORTE S.A.
San Martín N° 250 - Chiclayo
R.U.C. 20103117560

DATOS DEL SUMINISTRO DE CONSUMO

Tensión y SED 220 V - BT / E-265759
Sist. Eléctrico S205 Cutervo (ST3)
Tipo de Conexión Trifásica-Aérea(C2.1)
Opción Tarifaria BT5B - No Residencial
Medidor N° 000000021556267 - Electrón.
Hilos 4
Lectura Anterior 61,070.00 (30/05/2025)
Lectura Actual 63,131.00 (29/06/2025)
Diferencia de 2,061.00
Factor 1.0000
Consumo 2,061.00 kWh
Cons. Prom.(6 2,041.33 kWh

Potencia 10.00 kW.
Inicio Contrato 14/09/2005
Término Contrato 13/09/2025
Fecha Emisión 02/07/2025

Consumo Facturado (KWh) Importe Total (S/.)



Año 2025

Importe 2 Últimos Meses Facturados	
Abr - 2025 S/ 1775.10	May - 2025 S/ 1898.90

IMPORTES FACTURADOS

Recibo por Consumo del 31/05/2025 al 29/06/2025

Cargo Fijo	3.48
Cargo por Reposición y Mantenimiento	1.87
Ene.Activa(S/ 0.7147 x 2061.0000 kWh)	1473.00
AlumbradoPublico (Alicuota : S/ 0.4925)	68.95
Interés Compensatorio	3.48
SUB TOTAL	1550.78
Imp. Gral. a las Ventas	279.14
Saldo por redondeo	-0.04
Diferencia de redondeo	0.03
Aporte Ley Nro. 28749 0.0107	22.05
Compensación Interrupción Externa. Gen.	-34.96
TOTAL RECIBO DE JUNIO-2025	1817.00
Aporte FOSE(Ley N°27510) S/ 38.84	

FECHA DE VENCIMIENTO **23/07/2025**

INGRESA a Yape, Plin, Tunki, etc
ESCANEA el código QR y paga



TOTAL A PAGAR S/ **1,817.00**

RECIBO N° 66--09919282 **Junio-2025**
Suministro: 28453117 GERENCIA SUB-REGIONAL CU
Cutervo, Cutervo - Cajamarca/
1368 - 10147 - 2575 / 02/07/2025 / 23/07/2025
TOTAL A PAGAR S/ **1,817.00**





Ensa

R.U.C. 20103117560

Manual de Usuario del Medidor de Pinza Digital UNI-T UT204+

P/N:110401108881X

UNI-T

UT203+/UT204+ AC/DC Clamp Meters User Manual

Preface

Thank you for purchasing the new clamp meter. In order to use this product safely and correctly, please read this manual thoroughly, especially the Safety Instruction part.

After reading this manual, it is recommended to keep the manual at an easily accessible place, preferably close to the device, for future reference.

Limited warranty and liability

Uni-Trend guarantees that the product is free from any defect in material and workmanship within one year from the purchase date. This warranty does not apply to damages caused by accident, negligence, misuse, modification, contamination and improper handling. The dealer shall not be entitled to give any other warranty on behalf of Uni-Trend. If you need warranty service within the warranty period, please contact your dealer directly.

Uni-Trend will not be responsible for any special, indirect, incidental or subsequent damage or loss caused by using this device. As some countries or regions do not allow limitations on implied warranties and incidental or subsequent damages, the above limitation of liability may not apply to you.

1. Overview

The UT203+/UT204+ are portable true RMS AC/DC clamp meters with automatic range. They are designed according to EN61010-1 CAT II 600V/CAT III 300V safety standards, and come with full-function protection which ensures users a safe and reliable measurement experience. Aside from basic measurement functions, they also have high precision current scale and high voltage frequency measurement extension. UT204+ also comes with live/neutral wire detection. These meters are great tools for electrical measurements up to 1300A current.

2. Features

- True RMS measurement
- Audio visual HCV electric field detection
- High voltage frequency range: 10Hz~60kHz; low voltage frequency range: 50Hz~100kHz
- UT203+ AC/DC current range: 43A, 430A, frequency response: 40Hz~400Hz
- UT204+ AC/DC current range: 63A, 630A, frequency response: 40Hz~400Hz, live/neutral wire detection
- AC/DCA mode memory function for current measurement
- Large capacitance (UT203+ 40nF; UT204+ 60nF) and temperature measurement (UT204+)
- Large LCD and fast refresh rate (5 times/s), capacitance measurement response time:
 - <10nF: less than 3s; >10nF: about 6s; >60nF: about 10s
- Full-function safety detecting protection for up to 600V (3.6kVA) energy surge, overvoltage and overcurrent alarm
- The power consumption without backlight is about 1.8 mA. The circuit has an automatic power saving function. The consumption in sleep state is <11uA, which effectively extends the battery life to 400 hours.

Please read the safety and warning parts in this manual thoroughly.

⚠ **Caution:** Please read the safety instructions carefully before use.

3. Standard Accessories

Open the package and check the below items. If any is missing or damaged, please contact your supplier immediately.

User manual ————— 1 pc
Test leads ————— 1 pair
K-type temperature probe — 1 pc (Only UT204+)
Carrying bag ————— 1 pc

4. Safety Instructions

The meter is designed according to EN61010-1, EN1010-2-010033 and electromagnetic radiation protection EN61326-1 safety standards, and conforms to double insulation, CAT II 600V, CAT III 300V and pollution grade II. In case the meter is not used properly as instructed, the protection provided may be weakened or lost.

- Do not use the meter or test leads if they appear to be damaged.
- Do not use the meter if the rear or battery cover is open.
- Keep fingers behind finger guard and do not touch the live parts to prevent electric shock.
- The function switch should be correctly set before measurement. It is forbidden to switch scale during measurement or damage may occur.
- Do not apply AC/DC voltage over 600V to any terminal to prevent electric shock or damage.
- Use caution to avoid shock hazard when working with voltages above DC 60V, or AC 30Vrms.
- Never input voltage or current which exceeds the specified limit. Maximum range should be selected if measured value is unknown. Before measuring resistance, diode and continuity, please disconnect all power and fully discharge all capacitors to avoid inaccuracy.
- When the "Lo" symbol appears on the LCD, please replace the batteries in time to ensure measurement accuracy. Batteries should be removed if the meter is long-term idle.
- Do not change the internal circuit of the meter to avoid damage to the meter and user.
- Do not expose the meter in high temperature/humidity, flammable, explosive or intense magnetic environments.
- Clean the meter casing with a soft cloth and mild detergent. Do not use abrasives or solvents!

5. Symbols

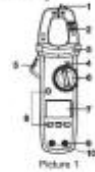
Symbol	Description
	Caution, possibility of electric shock
	Alternating current
	Direct current
	Equipment protected throughout by double insulation or reinforced insulation
	Earth (ground) terminal
	Warning or caution

6. General Specifications

- Max LCD display counts: 4099 (UT203+), 8999 (UT204+)
- Polarity display: Auto
- Overload display: "OL" or "1" "OL"
- Low battery indication: "Lo" means low battery
- Low battery shutdown prompt: The "Lo" interface appears on LCD and lasts for about 15s, the buzzer beeps 3 times, and the meter automatically shuts down.
- Test position error: If the source under test is not placed at the center of the clamp jaws when measuring current, ±1.2% additional error in reading may be produced.
- Drop protection: "on"
- The maximum size of jaw opening: 28mm in diameter
- Battery: AAA 1.5V battery × 2
- Auto power off (adjustable): The meter will auto power off if there is no operation for 15 min.
- Dimensions: 215mm × 83.5mm × 36mm
- Weight: About 230g (including batteries)
- Altitude: 2000m
- Operating temperature and humidity: 0°C~30°C (<80%RH), 30°C~40°C (≤75%RH), 40°C~50°C (≤45%RH)
- Storage temperature and humidity: -20°C~+60°C (≤85%RH)
- Electromagnetic compatibility: RF=1V/m, overall accuracy-specified accuracy+5% of range; RF>1V/m, no specified calculation

7. External Structure (Picture 1)

- 1) HCV sensing end
- 2) Clamp jaws
- 3) Hand guard
- 4) LED indicator
- 5) Jaw opening trigger
- 6) Function scale knob
- 7) LCD display
- 8) Function buttons
- 9) Signal input jack (red and positive +)
- 10) COM input jack (black and negative -)



8. Button Description

SELECT Button

In composite scale, press this button to switch between the corresponding functions or ranges.

HOLD/BACKLIGHT Button

Short press this button to enter the data hold mode, and long press (about 2s) this button to turn on/off the backlight.

MAX/MIN Button

(valid for AC/DCV, AC/ADCA, °C/F, resistance and capacitance scales) Short press this button to enter the maximum/minimum measurement mode and long press this button to exit.

REL Button

(valid for AC/DCV, DCA, °C/F and capacitance scales) Press this button to store the current reading as a reference for future readings. When the LCD display value is reset to zero, the stored reading will be subtracted from the future readings. Press this button again to exit the relative value mode.

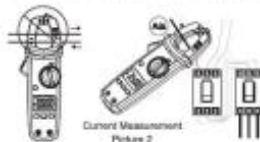
9. Operating Instructions

9.1 AC/DC Current Measurement (Picture 2)

- Select the corresponding current range.
- Press the trigger to open the clamp jaws, and fully enclose wire conductors.
- Only one conductor can be measured at a time, or the measurement reading will be wrong.

⚠ Caution:

- Do not insert the testing leads during current measurement to avoid electric shock.
- The current measurement must be taken with safeguard protection.
- Press the REL button to return to zero before the DC current measurement, and measure the center hole of jaw should be perpendicular to the current direction to ensure accuracy.
- The open circuit zeroing reading may be relatively large after (high) DC current measurement. Please perform the AC current detection again to confirm the zeroing signal by alternating electric field.

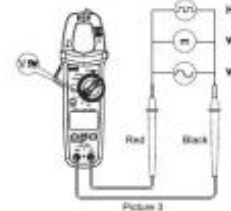


9.2 AC/DC Voltage and Voltage Frequency (1% duty cycle) Measurement (Picture 3)

- Select the corresponding function scale.
- Insert the red test lead into the "positive" jack, and the black into the "COM" jack.
- Connect test leads with both ends of the measured objects.

⚠ Caution:

- Do not input voltage above 600V to prevent electric shock or damage. The input impedance of each range scale is 10MΩ, this load effect in high resistance measurement may cause error. If the input impedance is lower than 10kΩ, the error can be ignored (≤0.1%).
- Be cautious to avoid electric shock when measuring high voltage.
- Please check the functions by applying a known voltage before use.

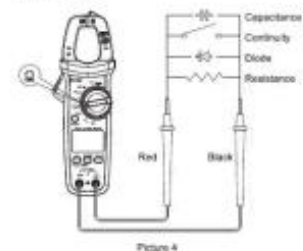


9.3 Continuity Test/Resistance/Diode/Capacitance Measurement (Picture 4)

- Select the corresponding function scale.
- Insert the red test lead into the "V/F/Hz" jack, and the black into the "COM" jack.
- Connect test leads with both ends of the measured object.

⚠ Caution:

- Do not input voltage above DC 60V or AC 30V to avoid personal injury.
- Please disconnect all the other parts of the circuit to avoid inaccuracy.
- Before the resistance value measurement, please do disconnect all the power and fully discharge all capacitors to avoid injury or device damage.
- If the resistance is over 0.5Ω when the test leads are short-circuited, please check the test leads for looseness or other abnormalities.
- If the measured resistor is open or the resistance exceeds the maximum range, the LCD will display "OL".
- Measured value = displayed value - probe short circuit value
- It is recommended to use "REL" measurement mode for capacitance less than 100nF.



9.4 Temperature Measurement (UT202+ only, Picture 5)

- Select the temperature measurement function scale.
- Insert K-type thermocouple to the meter, fix the temperature probe on the measured object, and read after the value is stable.



Anexo 24

Boleta de cotización de materiales a adquirir.



FERRETERIA Y TRANSPORTES Pérez

VENTA DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN CERÁMICAS
Y AGREGADOS EN GENERAL - VENTAS PUESTAS
EN OBRAS Y TRANSPORTE EN GENERAL

FERRETERIA Y TRANSPORTES
bticino Nicoli Pérez

Jr. Santa Rosa N° 152 - Cutervo // Av. Chiclayo Cdra. 5 - Cutervo
944 891 116

DIA MES AÑO
07 06 23

PROFORMA
0001- **Nº 000506**

Cliente: GERENCIA SUB-R - CUTERVO Cel.: 940993000

Dirección: Av. SALOMÓN VILCHES N. DNI: _____

Cant.	Descripción	P. Unit.	Importe
25	LUMINARIAS LED DE 18W	32.00	800.00
10	INTERRUPTORES TERMOMAGNETICO	36.00	360.00
1	VARILLA DE 3/4 2.40m CORRE/KOPR	570.00	570.00
1	TABLERO GENERAL	2500.	2,500.
4	CONDUCTOR NH-90, N° 14 (2.5mm²)	175.00	700.00
5	CONDUCTOR NH-90, N° 12 (4mm²)	310.00	1,550
2	BOLSA CEMENTO CONDUCTIVO THORCEM 250	120.00	240.00
2	BENTONITA SODICA 25kg	55.00	110.00
1	CONECTOR TIPO AB 3/4	20.00	20.00
1	CONDUCTOR NH-90 N° 12 (4mm²)	310.00	310.00
	AMARILLO		

¡Gracias por su compra!

Total S/ **7,160.00**

Anexo 25

Medición de la resistividad del terreno.

