

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Eléctrica

Trabajo de Suficiencia Profesional

**Implementación de alumbrado público con
tecnología led para el centro poblado Cerro Verde -
Electropangoa S. A.**

Robinson Vilchez Cueva

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Electricista

Huancayo, 2024

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ingeniería
DE : Ing. Percy Javier Juan De Dios Ortiz
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 27 de mayo de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

IMPLEMENTACION DE ALUMBRADO PÚBLICO CON TECNOLOGIA LED PARA EL CENTRO POBLADO CERRO VERDE -ELECTROPANGO S.A.

Autor:

ROBINSON VILCHEZ CUEVA – EAP. Ingeniería Eléctrica

Se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 20 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores N° de palabras excluidas (40): SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

La firma del asesor obra en el archivo original

(No se muestra en este documento por estar expuesto a publicación)

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Agradecimiento	iv
Dedicatoria	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	x
Índice de figuras	xi
Resumen	xii
Introducción	xiii
Capítulo I	15
Aspectos generales	15
1.1. Datos generales	15
1.2. Actividades principales	15
1.3. Reseña histórica de la empresa Electropangoa S. A.	15
1.4. Organigrama de la empresa Electropangoa S. A.	16
1.5. Visión y misión de la empresa Electropangoa S. A.	17
1.5.1. Visión.....	17
1.5.2. Misión.....	17
1.6. Bases legales	17
1.6.1. Constitución de la empresa Electropangoa S. A.	17
1.6.2. Bases legales y administrativas de maniobras	17
1.7. Descripción del área donde se realizaron las actividades profesionales	18
1.8. Descripción del cargo y de las responsabilidades del bachiller en la empresa	20
1.8.1. Cargo desempeñado.....	20
1.8.2. Descripción de las actividades desarrolladas en campo.....	20
Capítulo II	22
Descripción de actividades	22
2.1. Descripción de las actividades desarrolladas en campo	22
2.2. Identificación de oportunidad o necesidad en el área de actividad profesional	23
2.3. Objetivos de la actividad profesional	24
2.3.1. Objetivo general.....	24
2.3.2. Objetivos específicos	24
2.4. Justificación de la actividad profesional	24
2.4.1. Técnica.....	24
2.4.2. Económica	24
2.5. Resultados esperados	25

Capítulo III	26
Marco teórico	26
3.1. Actividades realizadas en el proyecto	26
3.2. Bases teóricas de las actividades realizadas	26
3.2.1. Parámetros eléctricos	26
3.2.1.1. Parámetros básicos de electricidad.....	26
3.2.2. Sistema de iluminación pública	27
3.2.2.1. Lámparas y luminarias	27
3.2.2.2. Reglas de alumbrado de vías públicas	29
3.2.2.3. Alumbrado en zona urbano rural.....	30
3.2.2.4. Requerimientos de diseño	30
3.2.3. Alumbrado público con tecnología LED	31
3.2.3.1. Fundamentos de la tecnología LED	31
3.2.3.2. Características de los LED	32
3.2.3.3. Tipos de LED.....	33
3.2.3.4. Luminarias de alumbrado LED.....	33
3.3. Antecedentes de la investigación	34
3.3.1. Antecedentes nacionales	34
3.3.2. Antecedentes internacionales.....	36
3.4. Definiciones de términos básicos.....	38
3.4.1. Alumbrado público	38
3.4.2. Tecnología LED.....	38
3.4.3. Consumo eléctrico del AP y facturación.....	38
3.4.4. Centro poblado Cerro Verde – Pangoa	39
3.5. Definición y terminología normativa y legal	40
3.5.1. CIE 136 – 2000	40
3.5.2. Regulación de la calidad del servicio eléctrico.....	41
3.5.2.1. Calidad comercial	41
3.5.2.2. Calidad técnica.....	42
3.5.2.3. Calidad de alumbrado público	43
Capítulo IV	44
Descripción de las actividades profesionales	44
4.1. Descripción de actividades profesionales	44
4.1.1. Actividad 1: Evaluación de las necesidades y requisitos del proyecto	44
4.1.2. Actividad 2: Análisis de necesidades de iluminación	46
4.1.3. Actividad 3: Determinación de los objetivos y metas del proyecto de	

implementación de tecnología LED.....	47
4.1.4. Actividad 4: Desarrollo del plan de acción.....	48
4.1.5. Actividad 5: Puesta en marcha del parque de alumbrado público y monitoreo.....	48
4.1.6. Actividad 6: Supervisión del parque de alumbrado público.....	49
4.1.7. Actividad 7: Evaluación energética de la alternativa de tecnología LED en el parque de alumbrado público.....	50
4.2. Enfoque de las actividades profesionales.....	50
4.2.1. Alcance de las actividades profesionales.....	50
4.2.2. Entregables de las actividades profesionales.....	51
4.3. Aspectos técnicos de la actividad profesional.....	52
4.3.1. Metodologías.....	52
4.3.1.1. Método inductivo.....	52
4.3.1.2. Enfoque de investigación.....	53
4.3.1.3. Alcance de la investigación.....	53
4.3.2. Técnicas e instrumentación de la investigación.....	54
4.3.2.1. Técnicas.....	54
4.3.2.2. Instrumentos.....	54
4.3.3. Equipos y materiales utilizados en el desarrollo de las actividades.....	54
Capítulo V.....	57
Resultados.....	57
5.1. Resultados finales de las actividades realizadas.....	57
5.1.1. Evaluación de las necesidades y requisitos del proyecto – actividad 1.....	57
5.1.2. Análisis de las necesidades de iluminación – Actividad 2.....	60
5.1.3. Determinación de los objetivos y metas del proyecto de implementación de tecnología LED – Actividad 3.....	62
5.1.4. Desarrollo del plan de acción – Actividad 4.....	64
5.1.5. Puesta en marcha del parque de alumbrado público y monitoreo – Actividad 5...	65
5.2. Resultados finales.....	74
5.2.1. Supervisión del parque de alumbrado público – Actividad 6.....	75
5.2.2. Evaluación energética de la alternativa de tecnología LED en el parque de alumbrado público – Actividad 7.....	77
5.3. Logros alcanzados.....	78
5.3.1. En la aplicación de la normativa en el procedimiento de implementación de tecnología LED y alumbrado público.....	78
5.3.2. En el ámbito profesional.....	78
5.3.3. En el ámbito personal.....	79

5.4. Dificultades encontradas	79
5.5. Planteamiento de mejoras	81
5.5.1. Aporte de metodologías (propuestas)	82
5.5.2. Aportes del bachiller en la empresa	83
Conclusiones	84
Recomendaciones	85
Lista de referencias	86
Anexos	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cuadro resumen de la estructura organizacional de la empresa Electropangoa S. A.	16
Tabla 2. Tipo de alcance	28
Tabla 3. Tipo de dispersión.....	28
Tabla 4. Tipos de alumbrado público	29
Tabla 5. Factor KALP.....	30
Tabla 6. Tipos de calzadas	31
Tabla 7. Niveles de luminancia, luminaria e índice de control de deslumbramiento	31
Tabla 8. Tipos de diodos LED	33
Tabla 9. Datos geográficos del centro poblado Cerro verde.....	39
Tabla 10. Normativa legal de alumbrado público.....	40
Tabla 11. CIE niveles de iluminancia	40
Tabla 12. Criterios de control de la calidad comercial y reclamos y contrastación de medidores	41
Tabla 13. Diagnóstico de la calidad del servicio eléctrico.....	42
Tabla 14. Mapeo de postes de alumbrado público utilizado en el centro poblado Cerro Verde	59
Tabla 15. Sistema de alimentación secundario del centro poblado Cerro Verde 2018.....	60
Tabla 16. Necesidades de iluminación en el centro poblado Cerro Verde	62
Tabla 17. Objetivos generales del proyecto de implementación LED en el parque de AP en el centro poblado Cerro Verde	64
Tabla 18. Cronograma planteado de la ejecución de actividades	64
Tabla 19. Resultados de mapeo de alumbrado público LED por necesidades.....	76
Tabla 20. Resultados de luminarias de AP con tecnología LED	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama general de empresa Electropangoa S. A.	16
Figura 2. Alcance longitudinal.....	27
Figura 3. Dispersión transversal del flujo luminoso incidente en la calzada	28
Figura 4. Dispersión de una luminaria	29
Figura 5. Método gráfico para calcular el alcance y la dispersión.....	29
Figura 6. Corte transversal de la led	32
Figura 7. Principio de emisiones de luz de un led	32
Figura 8. Alumbrado exterior con LED	34
Figura 9. Luminaria LED en interior	34
Figura 10. Centro poblado Cerro Verde.....	39
Figura 11. Cumplimiento de metas planeadas en el plan piloto de fiscalización de alumbrado público	43
Figura 12. Vista aérea del centro poblado Cerro Verde.....	57
Figura 13. Plano catastral del centro poblado Cerro Verde	58
Figura 14. Poste de alumbrado público en el centro poblado Cerro Verde, farol de camino P022	60
Figura 15. Poste de alumbrado público en el centro poblado, calle principal P002	61
Figura 16. Poste de alumbrado público en el centro poblado, farol de cruce P003	61
Figura 17. Poste pastoral LED con inclinación de 18°	66
Figura 18. Poste pastoral LED – abrazaderas	66
Figura 19. Poste pastoral LED – pernos	67
Figura 20. Características del poste pastoral LED.....	68
Figura 21. Características de calzada del centro poblado Cerro Verde	69
Figura 22. Vista de las isolíneas de calzada en el centro poblado Cerro Verde.....	70
Figura 23. Resultados de iluminancia horizontal por AP	71
Figura 24. Resultados de iluminancia general por AP.....	71
Figura 25. Resultados de iluminancia horizontal de calles AP	72
Figura 26. Resultados de luminancia total en calles	72
Figura 27. Colores falsos de iluminancia.....	73
Figura 28. Poste LED de AP P002, centro poblado Cerro Verde	74
Figura 29. Poste LED de AP P011, centro poblado Cerro Verde	74
Figura 30. Poste LED de AP P021, centro poblado Cerro Verde	75
Figura 31. Comparativa de eficiencia energética con la implementación de tecnología LED	78

RESUMEN

Actualmente, la implementación de alumbrado público con tecnología LED emerge como una estrategia fundamental para mejorar la eficiencia energética y promover la sostenibilidad. La adopción de esta tecnología moderna no solo implica la actualización de la infraestructura de iluminación, sino que también representa un paso significativo hacia la gestión inteligente de la energía. Los medidores eléctricos desempeñan un papel crucial en este proceso, ya que proporcionan información detallada sobre el consumo de electricidad, permitiendo una facturación precisa y una gestión eficiente de los recursos energéticos. Al implementar medidores inteligentes y sistemas de iluminación LED, se establece un marco para una red eléctrica más inteligente y sostenible, facilitando una distribución equitativa de la electricidad y fomentando la eficiencia energética. Esta iniciativa no solo beneficia a los residentes del centro poblado Cerro Verde, sino que también contribuye al desarrollo sostenible de la región, allanando el camino hacia un futuro más iluminado y sostenible.

En la actualidad es imperativo asegurar que los dispositivos de iluminación sean eficientes y estén alineados con las normativas pertinentes. Dada la importancia de la precisión y la confiabilidad en la gestión energética, es esencial garantizar que los procesos de instalación y mantenimiento cumplan con estándares establecidos. Los sistemas de alumbrado público, especialmente aquellos basados en tecnología LED, representan una oportunidad para mejorar la eficiencia energética y la calidad de la iluminación en áreas urbanas y rurales. Para lograr este objetivo, es crucial que los procedimientos de implementación se adhieran a normativas que garanticen la calidad, la seguridad y la eficacia del alumbrado público. En este sentido, la regulación y supervisión adecuadas, como la establecida por el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin), son fundamentales para asegurar que la implementación del alumbrado público con tecnología LED en Cerro Verde – Electropangoa sea exitosa y beneficiosa para la comunidad en términos de eficiencia energética, seguridad y calidad de vida.