



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

**FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS**

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ESTUDIO ENERGÉTICO Y CAMBIO DE LÁMPARAS HALOGENADAS POR
LÁMPARAS LED EN LA BODEGA DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA PLANTA
PRONACA PUEMBO PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO”**

Autores:

Guallimba Catagña Carlos Manuel

Ramos Romero Wilmer Edison

Tutor:

Ing. MgS. Edwin Moreano

LATACUNGA- ECUADOR

2017



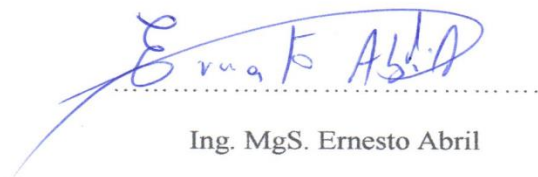
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

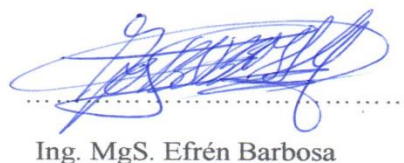
En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas, por cuanto el o los postulantes: Guallimba Catagña Carlos Manuel y Ramos Romero Wilmer Edison con el título de Proyecto de Investigación: **“ESTUDIO ENERGÉTICO Y CAMBIO DE LÁMPARAS HALOGENADAS POR LÁMPARAS LED EN LA BODEGA DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA PLANTA PRONACA PUEMBO PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO.”** Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Febrero del 2017

Para constancia firman:


Ing. MgS. Ernesto Abril


Ing. MgS. Efrén Barbosa


Ing. Carlos Espinel



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, Guallimba Catagña Carlos Manuel, portador de la cedula de identidad número: 1723618730 y Ramos Romero Wilmer Edison, portador de la cedula de identidad número: 0502926587, Egresado de la Universidad Técnica De Cotopaxi, declaramos ser autor del presente proyecto de investigación: **“ESTUDIO ENERGÉTICO Y CAMBIO DE LÁMPARAS HALOGENADAS POR LÁMPARAS LED EN LA BODEGA DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA PLANTA PRONACA PUEMBO PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO”**, siendo el MgS. Ing. EDWIN MOREANO Director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.

Latacunga, Febrero del 2017

Carlos Manuel Guallimba Catagña

c.c. 1723618730

Wilmer Edison Ramos Romero

c.c. 0502926587



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de director del trabajo investigativo sobre el tema: **“ESTUDIO ENERGÉTICO Y CAMBIO DE LÁMPARAS HALOGENADAS POR LÁMPARAS LED EN LA BODEGA DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA PLANTA PRONACA PUEMBO PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO”**, de Guallimba Catagña Carlos Manuel y Ramos Romero Wilmer Edison, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnico suficientes para ser sometido a la Evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Febrero del 2017

El tutor

Ing. MgS. Edwin Moreano

C.I. 0502607500

AGRADECIMIENTOS

.A mi madre quienes a lo largo de toda mi vida han apoyado y motivado mi formación académica, creyó en mí en todo momento y no dudo de mis habilidades.

Muchas veces, los amigos se convierten en una gran fuente de ayudas para alcanzar diversos tipos de objetivos, y uno de ellos a Edison Ramos mi amigo de tesis y de toda mi carrera universitaria porque en esta armonía grupal y esfuerzo lograremos culminar este proyecto siendo cada día mejores profesionales, a mi director de tesis quién nos ayudó en todo momento, Ing. Edwin Moreano.

A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su paciencia y enseñanza y finalmente un eterno agradecimiento a esta prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Carlos

AGRADECIMIENTOS

A la distinguida Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme sus puertas y a todos los catedráticos por impartir sus conocimientos permitiéndome así formarme como un profesional.

A las personas que estaban a mi lado en el transcurso de toda mi etapa estudiantil y profesional, en especial a mis padres Pedro Ramos y María Luisa Romero que ellos fueron los pilares fundamentales de apoyo diario e incondicional, gracias por confiar en mí y estar siempre en los momentos difíciles.

A Carlos Guallimba mi amigo el cual inicio los estudios conmigo y culminamos con la misma meta de ser, profesionales y también como responsable de este trabajo de investigación a mi director quién nos ayudó en todo momento, Ing. Edwin Moreano.

Edy

DEDICATORIA

A mi madre Mercedes Catagña pilar fundamental en mi vida. Sin ella, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora. Su tenacidad y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

A mis hermanos, principalmente a Erick Facunda, Andrés Facunda, quienes a lo largo de mi carrera estudiantil estaban ayudándome, siendo mí apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

Carlos

DEDICATORIA

A mis maravillosos padres: Pedro y María Luisa por compartir este sueño anhelado por mucho tiempo y que me inspiraron el valor de la responsabilidad para culminar con este proyecto.

A mis hermanos: Byron y Melissa que ellos también formaron parte de toda esta etapa estuvieron en las buenas y malas situaciones junto conmigo.

A mi esposa y mis hijos: Ligia, Michael, Arleht a ellos que siempre están apoyándome constantemente e insistiendo para la culminación de esta meta, por la razón que ahora son de mi responsabilidad y debo cuidar por el bienestar de ellos.

Edy

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iii
AVAL DEL DIRECTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
AGRADECIMIENTOS.....	vi
DEDICATORIA.....	vii
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT.....	xv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	4
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS:.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.....	6

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
Luz	7
Iluminación.....	7
Clases de iluminación.....	8
Luz natural.....	8
Luz artificial	8
Sistemas de iluminación	8
Sistema de iluminación directa.....	9
Sistema de iluminación semidirecta	9
Sistema de iluminación difusa.....	9
Sistema de iluminación semiindirecta	9
Sistema de iluminación indirecta.....	10
Comparación de los distintos sistemas de iluminación	10
Métodos de alumbrado	10
Alumbrado general	10
Alumbrado localizado.....	11
Alumbrado general localizado.....	12
Alumbrado individual.....	12
Alumbrado combinado	13
Alumbrado suplementario	13
Aparatos de alumbrado.....	14
Propiedades de los aparatos de alumbrado	15
Luxómetro	15
Funcionamiento	16
Amperímetro.....	16
Multímetro.....	16
Medidor de energía.....	17
Eficiencia energética.....	17
Lámparas	17
Vida útil de las lámparas	18
Lámpara de halógeno.....	19
LED	20
Tipos de formatos en los que se puede encontrar a los LED.....	20
LED Común.....	20
LED SMD.....	21
LED COB	21
Tecnología LED	21
Flujo luminoso (Φ).....	22

Coeficiente de reflexión.....	22
Normas para el cálculo	23
Normas para realizar los proyectos de iluminación de interiores.....	23
9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	29
Hipótesis	29
Variables.....	29
Variable independiente Cambio de lámparas halogenadas por lámparas LED.....	29
Variable dependiente Para disminuir el consumo energético.....	29
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	30
Modalidad de la investigación.....	30
Tipos de investigación.....	30
Investigación descriptiva	30
Investigación de campo	30
Técnicas de investigación.....	31
Observación.....	31
Características técnicas del sistema de iluminación Halogenada vs LED.....	31
Dimensiones de la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS	32
11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS).....	33
12. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS).....	38
Impacto social.....	38
Impacto económico.....	38
Impacto ambiental	39
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	40
14. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	40
15. CONCLUSIONES.....	41
16. RECOMENDACIONES	41
17. BIBLIOGRAFÍA	42
18. ANEXOS	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los beneficiarios	4
Tabla 2. Objetivos específicos, actividades y metodología	6
Tabla 3. Sistema de iluminación.....	9
Tabla 4. Sistema de Iluminación	15
Tabla 5. Factor de reflexión.....	22
Tabla 6. Resistencia de los conductores	29
Tabla 7. Características del sistema de iluminación halogenada vs LED	31
Tabla 8. Dimensiones de la bodega	32
Tabla 9. Datos de mediciones.....	32
Tabla 10. Conductor técnico y económicamente recomendable	38
Tabla 11. Comparación de los sistemas de iluminación.....	39
Tabla 12. Cuadro comparativo de mantenimiento.....	39
Tabla 13. Elaboración del presupuesto.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Alumbrado General.....	11
Figura 2. Alumbrado Localizado.....	11
Figura 3. Alumbrado General Localizado	12
Figura 4. Alumbrado Individual	13
Figura 5. Alumbrado Combinado.....	13
Figura 6. Alumbrado Suplementario	14
Figura 7. Vida útil promedio de las lámparas.....	19
Figura 8. Lámpara de halógeno	19
Figura 9. Lámpara LED.....	20
Figura 10. Flujo luminoso	22

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TITULO: ESTUDIO ENERGÉTICO Y CAMBIO DE LÁMPARAS HALOGENADAS POR LÁMPARAS LED EN LA BODEGA DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA PLANTA PRONACA PUEMBO PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO.

Autores:

Guallimba Catagña Carlos Manuel
Ramos Romero Wilmer Edison

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo realizar el mejoramiento de consumo energético, tomando como punto de partida la iluminación en la empresa PRONACA ALIMENTOS - PUEMBO, siendo el estudio y cambio de las luminarias de la bodega de producto terminado. La iluminación es un medio o elemento esencial para el desarrollo de actividades más allá de la horas de luz natural, la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO teniendo una jornada de trabajo de 24 horas dividida en 2 turnos de 12 horas, nace la necesidad de considerar el estudio y cambio de luminarias halogenadas por luminarias LED, para obtener un ahorro y empleo racional de la electricidad en la iluminación, el proyecto de investigaciones tiene un alcance en la optimización de recursos que se utilizan para el mantenimiento que se realiza semestralmente. El proyecto es innovador y tiene un alcance en mayor escala como el de ir mejorando todas las luminarias a la nueva tecnología LED, la que ha alcanzado un fuerte impacto en ahorro y disminución de otros gastos considerable para la base de operaciones generando reducción de costos y la eliminación de desperdicios que son enviados a gestores ambientales.

Palabras claves: *luminarias, eficiencia energética, tecnología LED.*

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY AND ENGINEERING SCIENCES ACADEMIC UNIT

TOPIC: ENERGY STUDY AND CHANGE OF LAMPS HALOGENED BY LED LAMPS IN THE WAREHOUSE OF PRODUCTS FINISHED IN THE PLANT PRONACA PUEMBO TO REDUCE ENERGY CONSUMPTION

Author:

Guallimba Catagña Carlos Manuel

Ramos Romero Wilmer Edison

ABSTRACT.

The objective of the following project is to improve the energy consumption, taking as a starting point the lighting in the company of PRONACA'S FOOD IN PUEMBO, being the study and changing of the luminaries of the finished product warehouse. The Lighting is a medium or essential element for the development of activities beyond the hours of natural light, the company of PRONACA'S FOOD in PUEMBO, having a working day of 24 hours divided in 2 shifts of 12 hours, arises the need to consider the study and change of halogenated luminaries by LED luminaries, to obtain a saving and rational use of electricity in lighting, the research project has a scope in the optimization of resources that are used for the maintenance that takes place every six months. The project is innovative and has a wider scope such as improving all luminaries to the new LED technology, which has achieved a strong impact on saving and other considerable expenses for the base of operations generating cost reduction and the disposal of waste that is sent to environmental managers.

Keywords: *luminaries, energy efficiency, LED technology.*



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de docente del idioma inglés del centro cultural de idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que la traducción del resumen del proyecto de investigación al idioma inglés presentado por los Señores egresados Guallimba Catagña Carlos Manuel y Ramos Romero Wilmer Edison de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas correspondientes a la carrera de Ingeniería Electromecánica, cuyo título versa **“ESTUDIO ENERGÉTICO Y CAMBIO DE LÁMPARAS HALOGENADAS POR LÁMPARAS LED EN LA BODEGA DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA PLANTA PRONACA PUEMBO PARA DISMINUIR EL CONSUMO ENERGÉTICO”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Febrero del 2017

Atentamente:

Lic. Edison Marcelo Pacheco Pruna

C.I.: 0502617350

DOCENTE CENTRO CULTURAL DE IDIOMAS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Estudio energético y cambio de lámparas halogenadas por lámparas LED en la bodega de productos terminados en la planta PRONACA PUEMBO para disminuir el consumo energético.

Fecha de inicio: Martes, 11 de enero del 2017

Fecha de finalización: febrero 2017

Lugar de ejecución:

Puembo, parroquia El Chiche, cantón Quito, provincia Pichincha-zona 2, institución PRONACA ALIMENTOS - PUEMBO

Facultad Académica que auspicia

Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Ing. Electromecánica

Proyecto de investigación vinculado:

No

Equipo de Trabajo:

- Coordinador de Proyecto de Investigación: Carlos Manuel Guallimba Catagña
- Tutor de Titulación: MgS. Ing. Edwin Moreano.
- Equipo de investigadores:
Carlos Manuel Guallimba Catagña
Wilmer Edison Ramos Romero

DATOS PERSONALES DEL TUTOR

Nombres y Apellidos: Edwin Homero Moreano Martínez

Fecha de Nacimiento: 09 de Agosto 1980

Estado Civil: Divorciado

Cédula de Identidad: 0502607500

Email: edwin.moreano@utc.edu.ec

Teléfono: 0984568934

Superior: ESPE-L UTC

Títulos Obtenidos: Ing. Electromecánico e Instrumentista

MgS. Gestión de Energía

DATOS PERSONALES DE LOS INVESTIGADORES

Apellidos y Nombres: Guallimba Catagña Carlos Manuel

Fecha de Nacimiento: 29 de Agosto 1989

Cédula de Identidad: 1723618730

Teléfono: 0990915053

Email: carlos_guallimba@hotmail.com

Título Obtenido: Bachiller Especialidad Técnico Electromecánico

Apellidos y Nombres: Ramos Romero Wilmer Edison

Fecha de Nacimiento: 01 de Marzo 1988

Cédula de Identidad: 0502926587

Teléfono: 0984916285

Email: ramos_edison@hotmail.com

Título Obtenido: Bachiller Especialidad Técnico Eléctrico

Área de Conocimiento:

Eficiencia energética con tecnología LED.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental

Sub líneas de investigación de la Carrera:

Desarrollo tecnológico e innovación, eficiencia energética y reducir el impacto medioambiental derivado de la utilización de los recursos energéticos.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

El presente proyecto tiene como objetivo realizar el mejoramiento de consumo energético, tomando como punto de partida la iluminación en la empresa PRONACA ALIMENTOS - PUEMBO, con el estudio y cambio de las luminarias de la bodega de producto terminado.

La iluminación es un medio o elemento esencial para el desarrollo de actividades más allá de la horas de luz natural, la empresa PRONACA ALIMENTOS - PUEMBO teniendo una jornada de trabajo de 24 horas dividida en 2 turnos de 12 horas, nace la necesidad de considerar el estudio para el cambio de luminarias halogenadas por luminarias LED, para así obtener un ahorro y empleo racional de la electricidad en la iluminación, en el desarrollo del proyecto de investigaciones se realiza mediciones utilizando los siguientes equipos como son: medidor de energía, luxómetro, amperímetro y multímetro equipos que permiten conocer los parámetros de potencia, nivel de iluminación, corriente y voltaje instalado en la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS-PUEMBO.

El proyecto es innovador y tiene un alcance a mayor escala como el de ir mejorando todas las luminarias de la planta PRONACA-PUEMBO a la nueva tecnología LED, de acuerdo al estudio y nuevo diseño del sistema de iluminación por el método evaluativo y con el análisis de un cuadro comparativo de las luminarias halógenas con las luminarias LED.

Al ejecutarse el cambio de las luminarias tradicionales por las LED, se presenta una disminución del consumo de energía de un 50 % por la reducción de potencia en cada una de las luminarias, los costos por mantenimiento, la reducción del consumo energético representa para el medio ambiente una mejor conservación de los recursos naturales.

Finalmente se presenta los resultados calculados y el nuevo diseño que se propone en el estudio del cambio de luminarias, las conclusiones y las recomendaciones.

Palabras claves: *luminarias, eficiencia energética, tecnología LED.*

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

La presente investigación es de importancia, ya que en la actualidad las industrias buscan reducir sus costos al máximo para ser competitivos en el mercado, la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO invierte en tecnología para mejorar sus instalaciones de operación, uno de ellos es reducir el consumo de energía por iluminación ya que representa un gasto significativo.

Esta investigación se la realizo para el mejoramiento y reducción del consumo energético, siendo los beneficiarios del presente proyecto la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO, quienes son la parte fundamental, donde se realizara el análisis del ahorro económico que se tendrá por consumo energético y costo de mantenimiento y reparación de las luminarias halogenadas.

El proyecto es innovadora al utilizar una tecnología de mayor eficiencia como la iluminación LED que está revolucionando a gran magnitud en la industria por los beneficios que nos proporciona en ahorro, con un mínimo impacto ambiental, la utilidad práctica de este proyecto está reflejada, mediante el cambio de luminarias halogenadas por luminarias LED en la bodega de producto terminado de la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO y el ahorro que se obtiene, convirtiéndose en una empresa con menos generación de desechos que se produce al tener luminarias halogenadas.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

Tabla 1. Descripción de los beneficiarios

BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	
Descripción	Número
Beneficiarios directos (Empresa Pronaca Puenbo)	220
Beneficiarios indirectos (Investigadores)	2
Total	222

Fuente: Grupo investigador

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

PRONACA está presente con sus operaciones en 10 provincias del Ecuador y cubre comercialmente las 24 provincias del país. Cuenta con 108 centros de operación. Los centros más representativos están en Quito, Guayaquil, Santo Domingo de los Tsachilas

y Bucay. Con el claro propósito de contribuir a la seguridad y soberanía alimentaria, PRONACA implementa políticas para optimizar sus procesos, con un enfoque humano, salvaguardando el planeta a largo plazo, mediante el cuidado de los recursos naturales y siempre procurando un aporte a la sociedad. (PRONACA, 2015)

PRONACA busca, por medio de estudios y consultores nacionales e internacionales, mejorar tecnologías y optimizar los procesos actuales para prevenir y mitigar los impactos ambientales de sus operaciones.

En la actualidad la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO con su equipo del departamento técnico y de mantenimiento realiza varios estudios para implementar tecnologías de mayor eficiencia en su centro de operaciones así cumpliendo las políticas de la empresa.

En la bodega de producto terminado de la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO de acuerdo a los cálculos realizados en el sistema de iluminación actual, se consume 4368 KWH por concepto de iluminación y un valor por limpieza y mantenimiento aproximado de \$ 100 anual por lámpara, los cálculos realizados por los estudiantes en este trabajo de investigación servirá para posteriores estudios y propuestas de iluminación para la empresa PRONACA.

6. OBJETIVOS:

Objetivo General

- ✓ Proponer un nuevo sistema de iluminación, mediante el estudio comparativo de iluminación tradicional y tecnología de eficiencia energética para mejorar el consumo de energía en las instalaciones actuales de iluminación para la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO.

Objetivos Específicos

- ✓ Realizar mediciones de iluminación y magnitudes eléctricas utilizando equipos de medición: luxómetro, amperímetro, multímetro y medidor de energía para conocer el estado actual de consumo.
- ✓ Analizar mediante un cuadro comparativo de la tecnología actual y la tecnología LED para conocer la eficiencia energética que tiene los dos sistemas de iluminación.
- ✓ Diseñar el nuevo sistema de iluminación aplicando la normativa de iluminación y cálculos para mejorar las condiciones actuales del sistema de iluminación.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMAS DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS.

Tabla 2. Objetivos específico, actividades y metodología

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Realizar mediciones utilizando equipos de medición: luxómetro, amperímetro, multímetro y medidor de energía.	Medición de los niveles de iluminación y magnitudes eléctricas.	Revisar anexos de los resultados obtenidos con los diferentes equipos.	Mediante el método de medición se identifica los datos de iluminación, se utiliza los lúmenes de la lámpara para el cálculo del flujo luminoso total necesario. Por el método de medición se obtendrá potencia, voltaje, corriente y luxes.
Analizar el cuadro comparativo de la tecnología actual y tecnología LED para conocer la eficiencia energética que tiene los dos sistemas de iluminación.	Realizar cuadro comparativo entre los dos sistemas de iluminación.	Utilizar el sistema de mayor eficiencia energética.	Mediante el método comparativo se identifica la solución más óptima a implementarse.

Diseñar el nuevo sistema de iluminación para mejorar las condiciones actuales del sistema de iluminación.	Cálculo de los lúmenes necesarios para iluminar la bodega.	Diseño de plano en AutoCAD acorde a la normativa vigente y resultados obtenidos.	Mediante el método evaluativo y con los resultados del cálculo se plantea el diseño.
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Grupo investigador

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Luz

Aliaga, Fuentes, & Gonzales (2009), menciona “*La luz es una manifestación de energía, que se produce al calentar cuerpos hasta la incandescencia, o por medio de alguna descarga eléctrica entre dos materiales conductores*” (pág. 12).

Se denomina luz a la manifestación de la energía en forma de radiaciones electromagnéticas capaces de ser percibidas por el órgano visual, las longitudes de onda de estas radiaciones electromagnéticas están comprendidas en el rango de 380 y 770 nm, conocido como espectro visible. (Lojano & Orellana, 2014).

A la luz se la define como una energía radiante que es capaz de excitar la retina humana, y la visión permite percibir una cierta parte de los colores existentes, más conocidos como el espectro electromagnético.

Iluminación

Iluminación, del latín *illuminatio*, es la acción y efecto de iluminar. Este verbo hace referencia a alumbrar o dar luz y requiere siempre de un objeto directo, de algo o alguien a quien brindar su claridad. Se conoce como iluminación, por lo tanto, al conjunto de luces que se instala en un determinado lugar con la intención de afectarlo a nivel visual,

con la iluminación se pretende, en primer lugar, conseguir un nivel de iluminación interior o exterior, o iluminancia, adecuado al uso que se quiere dar al espacio iluminado, nivel que dependerá de la tarea que los usuarios hayan de realizar. (Pérez & Gardey , 2009)

La iluminación es un fenómeno cotidiano para la mayoría de las personas pasa casi desapercibido. Sin embargo, es difícil concebir nuestra vida y nuestra sociedad sin equipos que pongan luz sobre nuestro entorno.

Clases de iluminación

Luz natural

Se conoce como luz natural aquella que proviene directamente del sol y se ve afectada por factores atmosféricos como los son las nubes, esta es una energía radiante que no se puede controlar, el desplazamiento de esta luz es altamente beneficiosa no tiene costo y es inofensiva para el medio ambiente.

Luz artificial

Luz que no es emitida por el sol esta es generada por una fuente de energía eléctrica controlada, se puede crear esta iluminación gracias la ayuda de algunos aparatos electrónicos conocidos como lámparas o bombillos.

Sistemas de iluminación

Los sistemas de iluminación se clasifican según el flujo luminoso, por encima o por debajo de la horizontal; o sea, teniendo en cuenta la cantidad del flujo luminoso proyectado directamente así la superficie iluminada y la que llega a la superficie después de reflejarse en los techos y paredes. (Ramirez, 1994, pág. 13).

Tabla 3. Sistema de iluminación

Sistemas de iluminación	Distribución de flujo luminoso en tanto por ciento	
	Hacia Arriba	Hacia Abajo
Iluminación directa	0% a 10%	100% a 90%
Iluminación semidirecta	10% a 40%	90% a 60%
Iluminación difusa	40 % a 60%	60 % a 40%
Iluminación semiindirecta	60% a 90%	40% a 10%
Iluminación indirecta	90% a 100%	10% a 0%

Fuente: (Ramirez, 1994)

Sistema de iluminación directa

El flujo de la luz que se dirige directamente a la superficie o sobre la zona a iluminar. Con este sistema se aprovecha entre un 90 y 100% de la luz. Se trata de una luz que generalmente está dada por las luminarias colgantes.

Sistema de iluminación semidirecta

Es una iluminación directa pero con un difusor o vidrio traslucido entre la lámpara y la zona a iluminar, una pequeña parte (de 10 a 40 %) de la luz llegue a la superficie u objeto procedente del reflejo previo en techos y paredes.

Sistema de iluminación difusa

A esta también se la conoce como iluminación mixta, aproximadamente la mitad del flujo luminoso se dirige hacia el techo y la otra mitad hacia debajo de la zona a iluminar, en este sistema no hay sombras y se produce una luz agradable reduciendo el deslumbramiento.

Sistema de iluminación semiindirecta

Es una iluminación que su parte inferior ilumina (del 10 al 40 %) se recibe directamente por la superficie iluminada la mayor parte de flujo luminoso se envía hacia el techo, donde se refleja para finalmente iluminar la superficie deseada.

Sistema de iluminación indirecta

La iluminación el 90 a 100 % de la luz se dirige hacia el techo y se distribuye luego en el ambiente, se utiliza aparatos que en su parte inferior están cerrados y el flujo luminoso se dirige hacia arriba sin difusor.

Comparación de los distintos sistemas de iluminación

Desde el punto de vista puramente económico la más conveniente es sin duda, la iluminación directa, ya que en este caso la pérdida de absorción en paredes, techo y aparatos de alumbrado se reduce al mínimo. Por esta causa la iluminación directa es la más apropiada en fábricas, talleres, etc., es decir, en aquellos lugares don el efecto estético o calidad de alumbrado sean secundarios y se busque una iluminación barata y de gran rendimiento. (Ramirez, 1994, pág. 23).

Métodos de alumbrado

Hacemos referencia a la concentración de luz necesaria para efectuar una tarea determinada los métodos de alumbrado pueden ser:

- ✓ Alumbrado general
- ✓ Alumbrado general localizado
- ✓ Alumbrado individual
- ✓ Alumbrado combinado
- ✓ Alumbrado suplementado

Alumbrado general

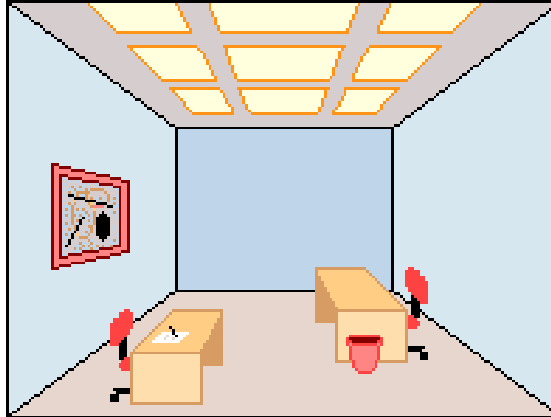
INSHT (2015), menciona que, *“Proporciona una iluminación uniforme sobre toda el área iluminada. Es un método de iluminación muy extendido. Se consigue distribuyendo las luminarias de forma regular por todo el techo del local”* (pág. 27).

Este método de alumbrado es el que brinda una iluminación igual, en un área determinada a iluminar también este es un método muy desarrollado ya que se consigue una distribución de las luminarias de forma normal por toda la superficie del techo de un local o fábrica. Un buen

sistema de alumbrado general hace posible el desplazamiento de la maquinaria sin necesidad de alterar el alumbrado, y así mismo permiten la utilización total de la superficie de suelo.

Este método es más utilizado en oficinas generales, aulas de escuela, fábricas y en general donde se pretenda brindar o asegurar un buenas condiciones generales de alumbrado.

Figura 1. Alumbrado General



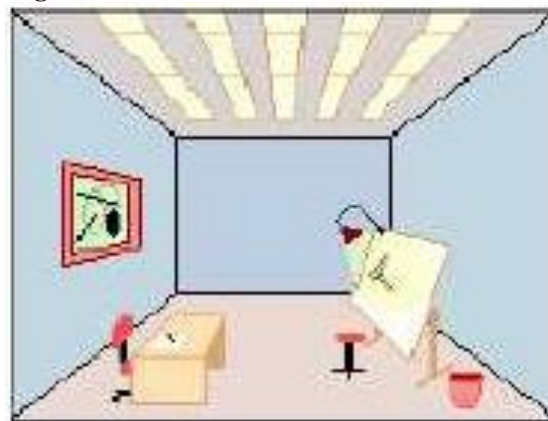
Fuente: (Infoleg, 2007)

Alumbrado localizado

Es el tipo de alumbrado que proporciona un nivel medio de iluminación general más o menos moderado y un alumbrado directo para disponer de elevados niveles medios de iluminación en las zonas necesarias, puestos para trabajos de precisión, resalte de elementos en exposición.

Cuando necesitamos una iluminación suplementaria cerca de la tarea visual para realizar un trabajo concreto. El ejemplo típico serían las lámparas de escritorio.

Figura 2. Alumbrado Localizado



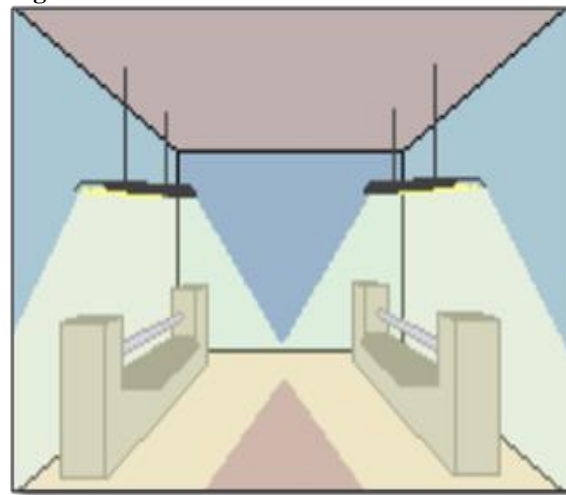
Fuente: (Infoleg, 2007)

Alumbrado general localizado

Esta es la que proporciona una distribución no uniforme de la luz de una manera que esta se concentra sobre las áreas de trabajo. Con esta se consigue importantes ahorros energéticos puesto que la luz se concentra en donde es necesario, este presenta inconvenientes respecto al alumbrado general. En primer lugar, si la diferencia de luminancia entre las zonas de trabajo y las de paso es muy grande se puede producir deslumbramientos molestos.

En este alumbrado la iluminación la cual se suspende bajo los equipos de general y además, se agrupan estos equipos de alumbrado sobre las maquinas (pues se usa en naves industriales generalmente) que necesiten elevados niveles de iluminación.

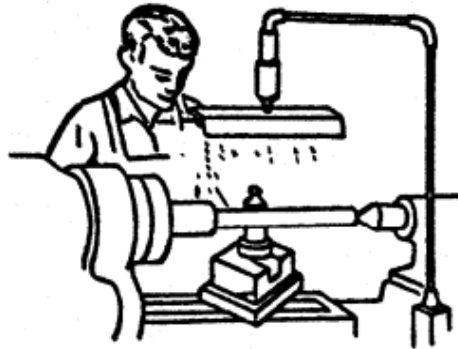
Figura 3. Alumbrado General Localizado



Fuente: (Infoleg, 2007)

Alumbrado individual

Es aquel alumbrado que se utiliza directamente en el área específica para alumbrar directamente la actividad que se esté realizando un claro ejemplo es para el uso de mesas de dibujo o trabajos en torno.

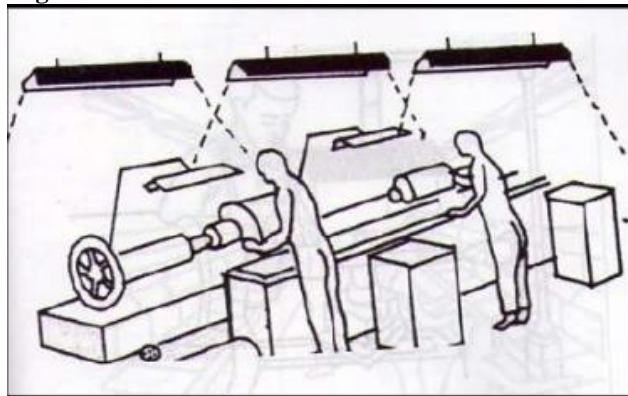
Figura 4. Alumbrado Individual

Fuente: (Ramirez, 1994)

Alumbrado combinado

En muchas ocasiones se obtiene mejor resultado combinando dos o más métodos de alumbrado. En los casos de alumbrado combinado, debe procurarse que la relación de luminancias entre la zona de trabajo y el ambiente general, no exceda a diez a uno. (Ramirez, 1994, pág. 27)

Como su nombre lo indica es una combinación del alumbrado general localizado con el individual en los casos de alumbrado combinado, debe procurar que la relación de luminancia entre la zona de trabajo y el ambiente general, no sobre pase de diez a uno.

Figura 5. Alumbrado Combinado

Fuente: (Ramirez, 1994)

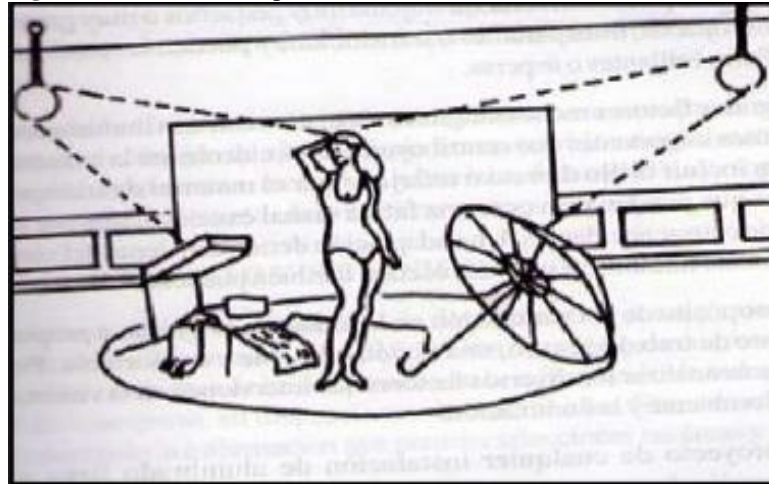
Alumbrado suplementario

En este caso, debe suplementarse el alumbrado general por medio de aparatos de alumbrado especiales que concentra la luz, colocados en la cercanía del objeto que pretenda destacar.

También proporciona una intensidad relativamente alta, en puntos específicos de trabajo, es frecuentemente necesario cuando se trata de tareas visuales específicas y cuando no se puede proveer de mayor intensidad por ninguno de los otros métodos; se utiliza cuando se requiere luz de calidad dirigida para ciertas operaciones de inspección.

Se debe de tener siempre cuidado para hacer que persista una relación razonable entre las intensidades de la iluminación general y el alumbrado suplementario, ya que si existe una relación de brillo excesiva entre el punto de trabajo y de sus alrededores creando unas desagradables condiciones para la visión.

Figura 6. Alumbrado Suplementario



Fuente: (Ramirez, 1994)

Aparatos de alumbrado

Ramirez (1994) Manifiesta que *“Estos aparatos de alumbrado modifican las características de distribución luminosa de las lámparas fluorescentes de tal forma que las nuevas características se ajustan al sistema de iluminación deseado”*. (pág. 14).

La definición de los aparatos de alumbrado específicas son responsables de soporte, protección, conexión de la red y distribución luminosa de las lámparas, para hacer cumplir todo esto los aparatos de alumbrado deben poseer una serie de propiedades que permitan efectuar a cabalidad sus funciones dentro de su vida útil.

Propiedades de los aparatos de alumbrado

Ramirez (1994) Menciona sobre *“Los aparatos de alumbrado deben de poseer una serie de cualidades que los hagan idóneos para la misión que tienen que cumplir; podemos dividir estas cualidades en tres clases, bien diferenciadas y que resumimos a continuación:”* (pág. 29)

Tabla 4. Sistema de Iluminación

Propiedades de los aparatos de alumbrado	
Propiedades ópticas	Distribución luminosa adaptada a la función.
	Buen rendimiento luminoso.
	Luminancia de un valor dado en ciertas direcciones de observación.
Propiedades mecánicas y eléctricas	Ejecución robusta.
	Construidos en un material adaptado a su función (por ejemplo, se han de rechazar los materiales en el caso de atmosfera corrosiva).
	Equipo eléctrico perfecto, con facilidades para el montaje y la inspección periódica del mismo.
	Fácil de limpiar.
Propiedades estéticas	Los aparatos de alumbrado pueden estar encendidos o apagados; bajo ambas apariencias, deben ayudar a crear el ambiente y a integrarse en el conjunto arquitectónico y decorativo del interior a iluminar.

Fuente: (Ramirez, 1994)

Luxómetro

Luxómetro (también llamado luxmetro o light meter) contiene una célula fotoeléctrica que capta la luz y la convierte en impulsos eléctricos, los cuales son interpretados y representada en un display o aguja con la correspondiente escala de lux.

Se utiliza para la medición precisa de los acontecimientos luminosos en el sector de la industria, el comercio, la agricultura y la investigación puede utilizarse además para comprobar la iluminación del ordenador, del puesto de trabajo, en la decoración de escaparates y para el mundo del diseño. (Tuveras, 2017).

Funcionamiento

El luxómetro moderno funciona según el principio de una celda (célula) o fotovoltaica; un circuito integrado recibe una cierta cantidad de luz (fotones que constituyen la "señal", una energía de brillo) y la transforma en una señal eléctrica (analógica). Esta señal es visible por el desplazamiento de una aguja, el encendido de diodo o la fijación de una cifra. Una fotoresistencia asociada a un ohmímetro desempeñaría el mismo papel. (Tuveras, 2017).

Amperímetro

El amperímetro es un aparato de medida utilizado para medir la intensidad o corriente eléctrica. Es el instrumento industrial más adecuado para medir intensidades. En la imagen siguiente puedes ver dos tipos diferentes, uno fijo y el otro portátil. En el esquema de la parte de abajo de la imagen puedes ver como es el símbolo del amperímetro utilizado en los circuitos eléctricos. Como ves es muy sencillo, simplemente es un círculo con una A mayúscula en su interior. (Tecnología, 2017).

Multímetro

Todos los multímetros poseen una pantalla muy amplia y clara, además disponen de un cuadro de Multímetros para varios parámetros mando de muy sencillo manejo. Los multímetros se usan Categorías de medición de multímetros sobre todo en la formación profesional, en la escuela, en la industria y en el taller. Se emplean también en la práctica profesional, puesto que son muy valorados por su alta precisión en la medición (PCE, PCE, 2017).

Medidor de energía

El medidor de energía Siemens Sentron PAC3200 es un instrumento que permite la visualización de los parámetros de red más relevantes. A parte de medir los valores de magnitudes eléctricas como tensiones y corrientes, permite también medir la potencia aparente, reactiva, efectiva y valores de energía. Adicionalmente tiene la facultad de medir y mostrar la distorsión de tensión en red (distorsión armónica total) (THD). (PCE, 2017).

Eficiencia energética

Ahorro y uso inteligente de la energía sin pérdidas ni desperdicios, utilizando la mínima energía y manteniendo la calidad de bienes y servicios, para conservar el confort. La eficiencia energética en alumbrado busca mantener y mejorar las condiciones de iluminación adecuada para áreas destinadas a la movilidad, ornamentación y seguridad, con el menor consumo de energía posible. Es una de las prácticas que permite reducir de mejor manera la demanda en el sistema eléctrico nacional, especialmente en el horario de mayor consumo (7 pm- 9 pm) debido al gran número de lámparas necesarias para estos fines. (INER, 2014) .

La Eficiencia Energética, es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales dentro de una empresa o en la comunidad.

El uso de los recursos energéticos; algunas de ellas, enfocadas en el desarrollo de energías renovables y limpias, en la automatización de industrias y en proyectos de cogeneración, todas estas son medidas muy válidas para países desarrollados y en etapa de desarrollo, con el objetivo a reducir el consumo por aire acondicionado, refrigeración, electrodomésticos e iluminación.

Lámparas

Una lámpara es un convertidor de energía. Aunque pueda realizar funciones secundarias, su principal propósito es la transformación de energía eléctrica en radiación electromagnética visible. Hay muchas maneras de crear luz, pero el método

normalmente utilizado en la iluminación general es la conversión de energía eléctrica en luz. (Castro & Posligua, 2015, pág. 18).

Una lámpara o bombilla es un convertidor de energía, cuya función principal es transformar la energía eléctrica en luz. Actualmente en el mercado existe una gran variedad de lámparas, con diferentes características y funcionamientos.

Existen diferentes parámetros para definir las características de una lámpara.

- ✓ Lumen (lm): Unidad que mide la cantidad de luz emitida.
- ✓ Rendimiento de color (IRC): Los colores que vemos dependen de las características cromáticas de la fuente de luz. Así, el IRC señala la capacidad de una fuente de luz artificial en reproducir los colores, siendo la referencia (100%) el Sol.

Vida útil de las lámparas

Vida útil de las lámparas en general. La vida útil de una lámpara está determinada por la temperatura que alcanza el filamento al realizar su labor de iluminación. A mayor temperatura, mayor flujo luminoso y mayor velocidad de evaporación del material que compone el filamento. (Arquitectura, 2017).

Vida útil: Es el tiempo estimado en horas después del cual es preferible sustituir las lámparas de una instalación para evitar una disminución excesiva de los niveles de iluminación.

- ✓ Vida útil individual: se la define como el número de horas que se encuentra encendida después del cual, una determinada lámpara deja de funcionar.
- ✓ Vida útil promedio: en unas condiciones determinadas, es el tiempo en que la mitad de un cierto número de lámparas presenta fallos.
- ✓ El valor de la vida útil es de mucha importancia ya que con esta se determina los periodos de reemplazo o reposición de las lámparas. Otros factores que influyen directamente en la vida útil de las lámparas, son la calidad de la tensión de la red y el número de encendido y apagados que se ejecuten.

Figura 7. Vida útil promedio de las lámparas

TIPO (código)	Potencia Normal (vatios)	Reproducción de Color	Temperatura colorimétrica	Vida Úti	Indice Reproducción Cromática (Ra)
Lámparas fluorescentes de tamaño reducido (FS)	5-55	buena	2.700-5.000	5.000-10.000	15-85
Lámparas de mercurio de alta presión (QE)	80-750	correcta	3.300-3.800	20.000	25-80
Lámparas de sodio de alta presión (VSAP)	50-1.000	de incorrecta a regular/buena	2.000-2.500	6.000-24.000	20-70
Lámparas Incandescentes (I)	5-500	buena	2.700	1.000-3.000	95
Lámparas de Inducción (XF)	23-85	buena	3.000-4.000	10.000-60.000	60-80
Lámparas de sodio de baja presión (VSBP)	26-180	color amarillo monocromático	1.800	16.000	25
Lámparas de tungsteno de baja presión (HS)	12-100	buena	3.000	2.000-5.000	95
Lámparas de halogenuro metálico (HM)	35-2.000	de buena a excelente	3.000-5.000	6.000-20.000	65-93
Lámparas fluorescentes tubulares (FD)	4-100	de correcta a buena	2.700-6.500	10.000-15.000	15-85
Lámparas halógenas de tungsteno (HS)	100-2.000	buena	3.000	2.000-4.000	60-80
LED's	12	excelente	3.099-6.100	>50.000 y/o 10 años	>85 / >90

Fuente: (Tuveras, 2017)

Lámpara de halógeno

Según ISB (2015), “Las lámparas halógenas que se utilizan para conseguirla son básicamente incandescentes, producen luz brillante que torna radiante las superficies y mucho más vibrantes los colores”, (pág. 34) la iluminación halógena a través de lámparas de tungsteno poseen una vida útil muy extensa, de casi el doble que la de las lámparas convencionales y, la mayoría de sus modelos son mucho más pequeños que los comunes.

La Lámpara Halógena es una evolución de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno (como yodo o bromo).

Figura 8. Lámpara de halógeno

Fuente: (Maquinariopro, 2017)

LED

Fraile (2012), Menciona en “*Características eléctricas de una unión semiconductor emisor de luz.*” LED es el acrónimo inglés de Light Emitting Diode (emisor de luz). Se trata de un semiconductor que emite luz con una longitud de onda monocromática específica muy bien definida cuando se polariza de forma directa pasando, por tanto, una corriente eléctrica entre sus dos extremos.

Un solo LED es un dispositivo de estado sólido de baja tensión (voltaje) y no puede funcionar directamente en una corriente alterna estándar sin algún tipo de circuito para controlar el voltaje aplicado y el flujo de corriente a través de la lámpara.

Figura 9. Lámpara LED



Fuente: (Maquinariopro, 2017)

El uso de lámparas basadas en la tecnología LED se está incrementando de una forma notable últimamente, teniendo muchos usos, por lo que tiene una amplia gama y abarca campos lumínicos, ya que tiene una vida útil más prolongada y son dispositivos capaces de generar importantes ahorros en el consumo energético teniendo un mayor aprovechamiento de la energía. Tampoco contiene gases ni metales, por lo que son amigables con el ambiente.

Tipos de formatos en los que se puede encontrar a los LED

LED Común

Se utilizan en la mayoría de los electrodomésticos. Actualmente se están utilizando para señalización vial, como semáforos, consiguiendo un ahorro energético para las entidades públicas.

LED SMD

Esto le ofrece ciertas características muy interesantes para todo el mundo de la iluminación. Permiten una amplia variedad de colores, según el material semiconductor que se utilice en su fabricación. En su modelo RGB, utiliza tres LEDs con los colores primarios, con lo que puede desarrollar hasta 16 millones de colores mediante la mezcla aditiva. El usuario puede seleccionar el color deseado mediante un mando a distancia o controlador, subir o bajar la intensidad de la luz y hacer increíbles efectos luminosos. El índice de reproducción cromática (CRI) es alto, de hasta el 80%. Esto quiere decir que reproduce los colores fielmente.

LED COB

Corresponde a las siglas "Chip on board" ("chip en la placa"), en el cual se han insertado multitud de LED en un mismo encapsulado. De esta manera, nos proporciona más rendimiento lumínico: esto quiere decir que con la misma potencia y tamaño, el LED COB aporta más luz que el SMD.

Tecnología LED

La tecnología LED está cada vez más presente dentro de las organizaciones y hogares. Y no es ninguna coincidencia, ya que este tipo de tecnología es demasiado eficaz no sólo para ahorrar en materia energética, sino también para los bolsillos de sus consumidores. Sus ventajas sobre las fuentes de luz incandescente y fluorescente, tales como el bajo consumo de energía, su mayor tiempo de vida, tamaño reducido, resistencia a las vibraciones, reducción de emisión de calor y su mayor limpieza debido a la utilización de mercurio han sido la principal motivación para el cambio hacia la tecnología LED. (ISB, 2015).

El uso de la tecnología LED está extendido en muchas de las aplicaciones cotidianas, debido a su bajo consumo, fiabilidad y duración. Esta tecnología ha supuesto el mayor avance en el campo de la iluminación desde que se inventó la luz, con una durabilidad menor o igual a 20 años. En definitiva, la tecnología LED es una opción sostenible, práctica y funcional para lograr un ahorro en sus diferentes aplicaciones.

Flujo luminoso (Φ)

Según Schröder (2016), “Es la cantidad de energía, en forma luminosa, emitida por una fuente. Su unidad es el lumen (Lm) y su símbolo es Φ .” (pág. 5).

Flujo luminoso se lo conoce como la potencia emitida en forma de radiación luminosa a la que el ojo humano es sensible. Se mide como la cantidad de luz emitida por una fuente de luz en todas las direcciones.

Figura 10. Flujo luminoso



Fuente: (Schröder, 2016).

Coefficiente de reflexión

Los valores del factor de reflexión dependen del color de las paredes, techo y suelo del sitio o local a iluminar y de los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado, haciendo referencia a la siguiente tabla.

Tabla 5. Factor de reflexión

	Color	Factor de reflexión (ρ)
Techo	blanco o muy claro	0,7
	claro	0,5
	Medio	0,3
Paredes	claro	0,5
	Medio	0,3
	Oscuro	0,1
Suelo	claro	0,3
	Oscuro	0,1

Fuente: (Ramirez, 1994)

Normas para el cálculo

La cualidades que deben reunir una buena iluminación de interior, si se trata de alumbrado industrial, es un factor de productividad y de rendimiento en el trabajo, además que incrementa la seguridad del personal. Si se asume que, por lo menos, una quinta parte de la vida del hombre, transcurre bajo alumbrado artificial se comprenderá el interés que hay en establecer normas prácticas para ejecutar los proyectos de iluminación interior, de una forma que se agrupen la economía, la comodidad visual y el sistema de alumbrado más apropiado para una determinada función.

Una buena iluminación interior ha de cumplir cuatro condiciones esenciales:

- ✓ Debe suministrar una cantidad de luz suficiente
- ✓ Eliminar todas las causas de deslumbramiento
- ✓ Prever aparatos de alumbrado apropiados para cada caso particular
- ✓ Utilizar fuentes luminosas que aseguren, una satisfactoria distribución de los colores.

Normas para realizar los proyectos de iluminación de interiores

- **Determinación del nivel de iluminación**

La determinación de los niveles de iluminación debe estar de acuerdo a los servicios que va a prestar el local, para lo que existen tablas que según la necesidad establecen los valores mínimos y valores aceptables de iluminación.

- **Elección del tipo de lámpara**

La elección es de acuerdo a la actividad que se va a tener en el local se selecciona las lámparas según lo requerido.

- **Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado**

Iluminación directa

Iluminación semidirecta

Iluminación difusa

Iluminación semiindirecta

Iluminación indirecta

- **Altura de suspensión de los aparatos de alumbrado**

La altura de suspensión de los aparatos de alumbrado es una característica primordial de todo proyecto de iluminación interior.

En los locales de altura normal como lo son oficinas, salas de clase o habitaciones la tendencia actual es situar los aparatos de alumbrado lo más alto posible, para así de esta manera disminuir ampliamente el riesgo de deslumbramiento y así también lo que permite disminuir el número de focos. Para iluminación directa, semidirecta y difusa la relación serán:

Iluminación mínima

$$d = \frac{2}{3}h \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Iluminación aceptable

$$d = \frac{3}{4}h \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Iluminación excelente

$$d = \frac{4}{5}h \quad \text{(Ecuación 3)}$$

- **Distribución de los aparatos de alumbrado**

Por lo general los locales, que se trata de iluminar son de forma rectangular donde los aparatos de alumbrado se sitúan formando filas paralelas al eje mayor o menor del local, en otros casos, la ubicación de los aparatos de alumbrado, depende evidentemente de la forma que tenga la superficie de área de trabajo.

e = distancia horizontal entre dos focos.

d = distancia vertical de los focos al plano útil de trabajo.

La uniformidad de iluminación siempre depende de la forma en que se cortan los haces luminosos de los aparatos de alumbrado, que a su vez dependen de la abertura que tengan los aparatos y además de la altura de suspensión.

La uniformidad de la iluminación directa es en función a la relación.

$$\frac{e}{d} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Aparatos extensivos

$$\frac{e}{d} \leq 1,6 \quad (\text{Ecuación 5})$$

Aparatos medios

$$\frac{e}{d} \leq 1,5 \quad (\text{Ecuación 6})$$

Aparatos intensivos

$$\frac{e}{d} \leq 1,2 \quad (\text{Ecuación 7})$$

En cuanto a la utilización de los aparatos en función de la altura del local, las normas a seguir son las siguientes:

- ✓ Aparatos extensivos se utiliza cuando los locales tienen una altura hasta los 4 metros.
- ✓ Aparatos semiextensivos son para los locales que se encuentra entre la altura de 4 metros y 6 metros.
- ✓ Aparatos semiintensivos locales de altura entre los 6 metros y 10 metros.
- ✓ Aparatos intensivos es para los locales que sobre pasa la altura de los 10 metros.

- **Número mínimo de aparatos de alumbrado**

Para el caso de iluminación directa se utiliza la siguiente una ecuación para la longitud y otra para el ancho del local a iluminar.

Número de aparatos a lo largo del local

$$n_L = \frac{L+e-2e'}{e} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dónde:

n_L = número de aparatos a largo.

L = longitud total del sitio a iluminar expresada en metros.

e = distancia horizontal entre los dos luminarias continuas.

e' = distancia horizontal de la luminaria así la pared expresada en metros.

Número de aparatos a lo ancho del local

$$n_A = \frac{A+e-2e'}{e} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Dónde:

n_A = número de aparatos a lo ancho.

A = distancia total del sitio a iluminar expresada en metros.

e = distancia horizontal entre los dos luminarias continuas.

e' = distancia horizontal de la luminaria así la pared expresada en metros.

Para el número mínimo de aparatos se considera:

$$n_{min} = n_L \times n_A \quad (\text{Ecuación 10})$$

- **Calculo del flujo luminoso necesario**

La determinación del flujo luminoso se realiza utilizando previamente el factor de utilización para este cálculo, se debe conocer los factores de reflexión de paredes y techo del local.

Los proyectos de iluminación representan generalmente a locales rectangulares, los locales pueden caracterizarse por un coeficiente llamado índice del local, es el que combina las relaciones de la longitud con el ancho del local con su altura expresado de la siguiente ecuación para iluminación directa y para iluminación indirecta la d es reemplazada por h :

$$k = \frac{2L+8A}{10d} \quad (\text{Ecuación 11})$$

Dónde:

k = índice del local

L = largo del local expresada en metros.

A = ancho del local expresada en metros.

d = altura de suspensión hasta el plano útil de trabajo expresada en metros.

La determinación del factor de utilización se realiza por medio de tablas, ya que estos valores son de resultados de trabajos experimentales y teóricos. En las tablas, se expresa los factores de utilización para diferentes tipos de aparatos de alumbrado, diferentes valores del índice del local, rendimiento del aparato de alumbrado, factor de reflexión de techo y paredes y el factor de depreciación.

El cálculo del flujo luminoso necesario para producir una iluminación E sobre la superficie útil de trabajo S , expresada en metros cuadrados siendo:

$$\phi_0 = E \times S \quad (\text{Ecuación 12})$$

Para el cálculo del flujo luminoso necesario se considera el factor de utilización, el factor de depreciación, la ecuación definitiva que nos expresa el flujo luminoso necesario para iluminar un local es la siguiente:

$$\phi_0 = \frac{E \times S \times \delta}{\mu \times \eta \times A} \quad (\text{Ecuación 13})$$

- **Distribución del número definitivo de los aparatos de alumbrado**

La distribución de los aparatos de alumbrado, para conseguir una iluminación equitativa y el flujo total necesario para que el nivel de iluminación sea el apropiado, se determina el flujo luminoso que proporcionar cada lámpara por medio de catálogos se utiliza la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\phi_0}{\varphi} \quad (\text{Ecuación 14})$$

Dónde:

N = número de aparatos.

ϕ_0 = flujo luminoso necesario expresado en lúmenes.

φ = flujo luminoso de la lámpara a usarse expresado en lúmenes sobre lámpara.

- **Determinación de la potencia y energía instalada**

La potencia es la capacidad total disponible en un sistema eléctrico, medida en watts, es la mayor de todas las potencias demandadas durante un periodo específico de tiempo.

Para la obtener la potencia instalada en iluminación se utilizara la siguiente ecuación

$$Pc = \#apar \times \# \frac{lamp}{apar} \times \frac{Pw}{lamp} \times fp \quad (\text{Ecuación 15})$$

Dónde:

Pc= Potencia instalada en watts.

Pw= Potencia de la lámpara en watts.

fp = factor de perdida de la lámpara.

La energía consumida se obtiene de la multiplicación de potencia por el tiempo de funcionamiento en el cual trabaja.

Para la obtener la energía instalada se utilizara la siguiente ecuación:

$$\epsilon c = Pc \times t \quad (\text{Ecuación 16})$$

Dónde:

Pc= potencia consumida en watts.

t = tiempo de uso en años.

- **Selección del conductor técnica y económicamente recomendado**

Es el análisis de factibilidad técnica con el que se evalúa si el conductor tiene las capacidades técnicas requeridas para trabajar a la potencia instalada, considerando obtener una menor perdida de energía a través del conductor y cumplir parámetros de funcionamiento de acuerdo al tiempo de utilización.

Los conductores cuentan con una resistencia que es expresada en Ω/km , es dada para los diferentes calibres de conductor de cobre.

Tabla 6. Resistencia de los conductores

CALIBRE AWG		RESISTENCIA CC 25°C Ω/KM	
24	AWG	85	Ω/KM
22	AWG	51,5	Ω/KM
20	AWG	32,69	Ω/KM
18	AWG	20,73	Ω/KM
16	AWG	12,9	Ω/KM
14	AWG	8,17	Ω/KM
12	AWG	5,13	Ω/KM
10	AWG	3,23	Ω/KM
8	AWG	2,03	Ω/KM
6	AWG	1,27	Ω/KM
4	AWG	0,8	Ω/KM
2	AWG	1,5	Ω/KM
1/0	AWG	0,317	Ω/KM
2/0	AWG	0,252	Ω/KM
3/0	AWG0	0,197	Ω/KM

Fuente: (Wayne, 1996)

9. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Hipótesis

Al cambiar las lámparas halogenadas por las de tipo LED se disminuirá el consumo energético.

Variables

Variable independiente Cambio de lámparas halogenadas por lámparas LED.

La tecnología LED es una opción sostenible, práctica y funcional para lograr un ahorro en sus diferentes aplicaciones.

Variable dependiente Para disminuir el consumo energético.

La eficiencia energética o ahorro de energía, fundamenta en la optimización del consumo energético con el único objetivo de tener una disminución de energía, brindando los mismos resultados como es el caso de los sistemas de iluminación.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Modalidad de la investigación

Se utilizó la investigación de campo, porque se realizó inspecciones visuales de los elementos que producen luz artificial dentro bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO con el fin de conocer las características lumínicas instaladas en la bodega.

La investigación bibliográfica permitió conocer, comparar, ampliar, profundizar diferentes conceptos, teorías de las causas y efectos del problema, el trabajo de investigación es ejecutable por que obtuvo bibliografía de temas relacionados a iluminación interior, cálculo de iluminación, luminotecnia, etc.

Se considera un proyecto factible porque se cuenta con la tecnología de mayor eficiencia en el mercado por medio de este se pretende reducir los gastos generados por la iluminación, además mediante el análisis de luminotecnia se instalara los lúmenes necesarios con la fundamentación teórica que se sustenta el proyecto.

Tipos de investigación

Investigación descriptiva

Se utilizó este tipo de investigación para describir y analizar el ambiente interno y el consumo de energía en la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO para realizar una distribución adecuada de luminarias en base a las dimensiones de la bodega.

Investigación de campo

Este tipo de investigación se sustenta en información obtenida de datos proporcionados por la empresa en base a hojas de inspecciones y las medidas de iluminación, magnitudes eléctricas que se realizaron durante la investigación del proyecto que nos permiten obtener el consumen en la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO.

Técnicas de investigación

Observación

Utilizada para poder conocer el consumo de potencia del sistema de iluminación en base al transcurso de la noche en la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO.

En la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO, las lámparas que se utilizan son de marca INDULUX, también se logró apreciar que algunas luminarias se encuentran quemadas, debido a que se suspendió el mantenimiento por la gestión al cambio de luminarias de mayor eficiencia.

Características técnicas del sistema de iluminación Halogenada vs LED

Se ha realizado la inspección del sistema de iluminación instalado que se encuentran en la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO, se define las siguientes características y también se realiza una comparación entre los dos sistemas.

Tabla 7. Características del sistema de iluminación halogenada vs LED

Características del sistema de iluminación Halogenada vs LED		
Tipo de lámpara	Halogenada	LED
Color lámpara	Blanco	Blanco
Flujo luminoso	18000 lumen	22000 lumen
Voltaje	220 V	220 V
Potencia	400 W	200 W
Cantidad de lámparas	30	30
Método de alumbrado	General	General
Sistema de iluminación	Directo	Directo
Nivel de iluminación actual	97,01 lux	212 lux
Carga instalada	12000 watts	6000 watts
Energía consumida/Año	52416 Kwh	26208 Kwh
Perdidas de energía/10 Años	\$ 981,95	\$ 258,73

Fuente: Grupo investigador

Dimensiones de la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS

– PUEMBO

Tabla 8. Dimensiones de la bodega

Datos	Denominación (m)	
Ancho	A	24,60 m
Largo	L	37,50 m
Altura de la bodega	H	14,40 m
Plano de trabajo	Dput	0,85 m

Fuente: Grupo investigador

Nivel de luminancia

Según la Norma Técnica Ecuatoriana iluminación natural para fábricas y talleres INEN 1154 1984 – 05 para bodegas y almacenes, empacado y despachado es de 150 lúmenes mínimo y 200 lúmenes como recomendable. (INEN, 1984).

Interpretación de resultados

Los resultados se obtienen en base a la hoja de inspección de todas las luminarias de la planta en donde se encuentra medidas de luxes en la bodega de producto terminado en la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO adicionalmente por tema de estudio se realizó mediciones en la en día y noche.

Tabla 9. Datos de mediciones

Datos de las mediciones		
Fecha de medición	27 de enero 2017	
Condiciones atmosféricas	Parcialmente nublado T min. 10°C T máx. 19°C	
Lugar	día/lux	noche/lux
Anden 1	830	97
Anden 2	555	97,6
Anden 3	720	96
Anden 4	865	97
Anden 5	718	97,5
Anden 6	726	97
Promedio	735,67	97,01

Fuente: Grupo investigador

11. DESARROLLO DE LA PROPUESTA (ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS)

Determinación de la iluminación

Según la Norma Técnica Ecuatoriana iluminación natural para fábricas y talleres INEN 1154 1984 – 05 para bodegas y almacenes, empacado y despachado es de 150 lúmenes mínimo y 200 lúmenes recomendable.

$$E_{min} = 150 \text{ lux}$$

$$E_{recomendable} = 200 \text{ lux}$$

Elección del tipo de lámpara

Se selecciona la lámpara LED de 200 W a 220 voltios con un flujo luminoso de 22000 lúmenes.

Elección del sistema de iluminación y de los aparatos de alumbrado

Utilizamos la tabla iluminación directa en la que tenemos un rendimiento del aparato de alumbrado de:

$$\eta_A = 0.8$$

Altura de suspensión de suspensión de los aparatos de alumbrado

$$h = H - d_{put}$$

$$h = 14,40 - 0.85 \text{ m}$$

$$h = 13,55 \text{ m}$$

Iluminación aceptable

$$d = \frac{3}{4}h$$

$$d = \frac{3}{4} \cdot 13,55 \text{ m}$$

$$d = 10,16 \text{ m}$$

$$d' = h - d$$

$$d' = 13,53 \text{ m} - 10,16 \text{ m}$$

$$d' = 3,39 \text{ m}$$

Distribución de los aparatos de alumbrado

De acuerdo a la altura de la bodega que supera los 10 m, se utiliza los aparatos intensivos teniendo la siguiente relación

$$\frac{e}{d} \leq 1,2$$

$$e = 1,2 \times 10,16 \text{ m} = 12,1920 \text{ m}$$

Iluminación uniforme repartida

$$e' = \frac{e}{2} = \frac{12,1920 \text{ m}}{2} = 6,0960 \text{ m}$$

Número mínimo de aparatos de alumbrado

Número mínimo a lo largo del local

$$n_L = \frac{L + e - 2e'}{e}$$

$$n_L = \frac{37,50 \text{ m} + 12,1920 \text{ m} - 2 \times 6,0960 \text{ m}}{12,1920 \text{ m}}$$

$$n_L = 3,0758$$

$$n_L \simeq 3 \text{ aparato}$$

Número mínimo a lo ancho del local

$$n_A = \frac{A + e - 2e'}{e}$$

$$n_A = \frac{24,60 \text{ m} + 12,1920 \text{ m} - 2 \times 6,0960 \text{ m}}{12,1920 \text{ m}}$$

$$n_A = 2,0177$$

$$n_A \simeq 2 \text{ aparato}$$

Este es el número mínimo de aparatos de alumbrado para cumplir con el factor de uniformidad

$$n \text{ min} = n_L \times n_A$$

$$n \text{ min} = 3 \times 2 = 6 \text{ aparatos}$$

Cálculo del flujo luminoso

Cálculo del índice del local

$$k = \frac{2L + 8A}{10xd}$$

$$k = \frac{2 \times 37,5 \text{ m} + 8 \times 24,60 \text{ m}}{10 \times 10,16 \text{ m}}$$

$$k = 2,67$$

Factor de reflexión

$$\text{Techo} = \rho_r = 0,5$$

$$\text{Pared} = \rho_p = 0,3$$

Factor de utilización

$$k_{2,5} \rightarrow \mu_{0,46}$$

$$k_{2,67}$$

$$k_3 \rightarrow \mu_{0,50}$$

$$k_3 - k_{2,5} = \mu_{0,50} - \mu_{0,46}$$

$$k_{0,5} \rightarrow \mu_{0,0400}$$

$$k_{2,67} \rightarrow k_{0,17}$$

$$x = \frac{\mu 0,0400 x k 0,17}{k 0,5}$$

$$k 0,17 = \mu 0,0136$$

$$k 2,67 = \mu 0,4736$$

Flujo luminoso teórico necesario

$$\phi_o = \frac{E x s x \delta}{\mu x \eta A}$$

$$\phi_o = \frac{200 \frac{lum}{m^2} x (24,6 x 37,50) m^2 x 1,35}{0,4736 x 0,8}$$

$$\phi_o = 657398,1208 lum$$

Distribución del número definitivo de aparatos de alumbrado selección de la lámpara

$$N = \frac{\phi_o}{\varphi}$$

$$N = \frac{\phi_o}{\varphi} = \frac{657398,1208 lum}{22000 \frac{lum}{lamp}}$$

$$N = 29,88$$

$$N = 30 aparatos$$

$$N = 6 x 5 = 30$$

$$\phi_o' = \#apar x \# \frac{lamp}{apar} x \frac{lum}{lamp}$$

$$\phi_o' = 30 apar \frac{x 1 lamp}{apar} x \frac{20000 lum}{lamp}$$

$$\phi_o' = 660000 lum$$

$$\varepsilon' = \frac{\phi'_o \times \mu \times \eta A}{s \times \delta}$$

$$\varepsilon' = \frac{660000 \text{ lum} \times 0,4736 \times 0,8}{(24,60 \times 37,50) \text{ m}^2 \times 1,35}$$

$$\varepsilon' = \mathbf{212,1038 \text{ lux}}$$

Emplazamiento de las luminarias a lo largo del local

$$eL = \frac{L}{nL} = \frac{37,50 \text{ m}}{6 \text{ m}} = \mathbf{6,25 \text{ m}}$$

Uniformemente repartida

$$e'L = \frac{eL}{2} = \frac{6,25 \text{ m}}{2} = \mathbf{3,12 \text{ m}}$$

Emplazamiento de las luminarias a lo ancho del local

$$eA = \frac{A}{nA} = \frac{24,60 \text{ m}}{5 \text{ m}} = \mathbf{4,92 \text{ m}}$$

Uniformemente repartida

$$e'A = \frac{eA}{2} = \frac{4,92 \text{ m}}{2} = \mathbf{2,46 \text{ m}}$$

Consumo de energía

$$Pc = \#apar \times \# \frac{\text{lamp}}{\text{apar}} \times \frac{Pw}{\text{lamp}} \times fp$$

$$Pc = 30 \text{ apar} \times \frac{1 \text{ lamp}}{\text{apar}} \times \frac{200 \text{ w}}{\text{lamp}} \times 1,2$$

$$Pc = \mathbf{7200 \text{ w}} \quad \rightarrow \quad \mathbf{7,2 \text{ kw}}$$

$$\varepsilon c = Pc \times t$$

$$\varepsilon c = 7,2 \text{ kw} \times 10 \text{ años} \times \frac{365 \text{ dias}}{\text{año}} \times \frac{12 \text{ H}}{1 \text{ dia}}$$

$$\varepsilon c = \mathbf{315360,0000 \text{ kwh}}$$

Conductor técnica y económicamente recomendado

Tabla 10. Conductor técnica y económicamente recomendable

Conductor Técnica Y Económicamente Recomendable			
Calibre de cable	8 AWG	10 AWG	12 AWG
Voltaje de instalación	220 V	220 V	220 V
Costo de energía perdida	\$ 162,36	\$ 258,73	\$ 411,91
Tiempo de uso/años	10 AÑOS	10 AÑOS	10 AÑOS
Inversión inicial	\$ 395,97	\$ 315,16	\$ 202,03
Costo de selección del conductor técnicamente recomendado	\$ 558,33	\$ 573,89	\$ 613,93

Fuente: Grupo investigador

12. IMPACTOS (SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

La presente investigación permitirá tener un impacto social, económico y ambiental por el cambio de luminarias halogenadas a luminarias LED en la bodega de producto terminado de la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO, permitirá cumplir con sus valores, propósitos y políticas de la empresa PRONACA S.A.

Impacto social

PRONACA como bienestar social es especialista en la atención al recurso humano como generador productivo; y por ello, vela por los colaboradores proporcionando un ambiente adecuado para realizar sus funciones al igual que capacita y a la vez busca mejoras en su centro de operaciones, manteniendo una productiva relación con las comunidades vecinas, es así que se desarrolla programas para optimizar al máximo los recursos, siendo uno de ellos las reducción de consumo energético.

Impacto económico

El impacto es la reducción de gastos por mantenimiento, disminución de consumo energético, utilizando la tecnología LED, se realiza el análisis del ahorro económico que se tendrá por consumo energético y costo de mantenimiento y reparación de las luminarias halogenadas.

Tabla 11. Comparación de los sistemas de iluminación

Conductor Técnica y Económicamente Recomendable del Sistema de Iluminación Halogenada vs LED		
	HALOGENADA	LED
Calibre de cable	10	10
Voltaje de instalación	220 V	220 V
Costo de energía perdida	\$ 981,95	\$ 258,73
Tiempo de uso/años	10 AÑOS	10 AÑOS
Inversión inicial	\$ 315,16	\$ 315,16
Costo de selección del conductor técnicamente recomendado	\$ 1.297,11	\$ 573,89

Fuente: Grupo investigador

Tabla 12. Cuadro comparativo de mantenimiento

MANTENIMIENTO LUMINARIAS HALOGENADAS VS LED							
HALOGENADA	COSTO	UNIDAD	COSTO TOTAL (\$)	CAMBIO 12 MESES	HORAS USO DIARIO	CONSUMO HALOGENADA ANUAL DOLARES	CONSUMO LED ANUAL DOLARES
Foco	\$ 20,40	30	\$ 612,00	2	12	\$ 1.224,00	-
Balastro	\$ 31,98	30	\$ 959,40	2	12	\$ 1.918,80	-
Ignitor	\$ 8,56	30	\$ 256,80	2	12	\$ 513,60	-
Capacitor	\$ 5,08	30	\$ 152,40	2	12	\$ 304,80	-
Mano de obra por limpieza	\$ 45,00	30	\$ 1.350,00	2		\$ 2.700,00	\$ 2.700,00
TOTAL						\$ 6.661,20	\$ 2.700,00

Fuente: Grupo investigador

Impacto ambiental

El impacto ambiental se reduce considerablemente en un 50 % de consumo energético al utilizar la nueva tecnología LED que está revolucionando a gran magnitud en la industria y los beneficios que nos proporciona en ahorro de mantenimiento. La luz producida a través de la tecnología LED no produce altos índices de calor a comparación de las lámparas halogenadas lo que ayuda a mantener una temperatura adecuada de funcionamiento, además se reduce la generación de desechos de material eléctrico.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Tabla 13. Elaboración del presupuesto

COSTO DE MATERIALES					
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	V. UNITAR.	V. TOTAL
1	BREAKER QO220VSC6 2 x 20 A	U	5	9,07	\$45,35
2	ABRAZADERAS DE 3/4 DE TUBERIA EMT	U	60	0,09	\$5,40
3	CABLE TFFN # 10 AWG CABLEC	M	450	0,78	\$351,00
4	CABLE TFFN # 18 AWG CABLEC	U	400	0,4	\$160,00
5	CONECTORES DE TUBERIA EMT 1/2"	U	70	0,17	\$11,90
6	CONECTORES DE TUBERIA EMT 11/2"	U	20	0,97	\$19,40
7	CONECTORES DE TUBERIA EMT 3/4"	U	30	0,26	\$7,80
8	CONTACTORES PARA ILUMINACION CUTLER-HAMMER 2 x 30 A C/BOB. 220 V	U	5	14	\$70,00
9	CONTRATUERCA DE 3/4"	U	60	0,1	\$6,00
10	GABINETE METALICO DE 300x300x150 mm	U	2	16,77	\$33,54
11	GABINETE METALICO DE 600x500x200 mm	U	1	44,7	\$44,70
12	GRILLETES DE 3/4" en varilla de 1/4"	U	30	0,25	\$7,50
13	LAMPARAS	U	30	300	\$9.000,00
14	MANO DE OBRA	U	1	906,11	\$906,11
15	MATERIALES VARIOS	U	1	150	\$150,00
16	PERNOS HENDIDO PARA CABLE 1/0 AWG	U	60	2,17	\$130,20
17	SELECTORES DE DOS POSICIONES TELEMECANIQUE CON 1 CONTACTO NORMALMENTE ABIERTO	U	5	8,64	\$43,20
18	TUBERIA EMT 1/2"	U	50	2,41	\$120,50
19	TUBERIA EMT 11/2"	U	15	9,33	\$139,95
20	TUBERIA EMT 3/4"	U	40	3,71	\$148,40
				SUBTOTAL 1	\$11.400,95
				IVA 14%	\$1.596,13
				TOTAL	\$12.997,08

Fuente: Grupo investigador

14. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

De acuerdo a los resultados obtenidos de los cálculos realizados se tiene un ahorro del 50 % en consumo energético.

Se utilizó el programa Relux para realizar la simulación en la bodega de producto terminado de la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO para la distribución de luminarias teniendo una

iluminación uniforme, para conocer el costo de mantenimiento se realizó un cuadro comparativo de mantenimiento de las luminarias halogenadas vs LED.

15. CONCLUSIONES

- ✓ Los beneficios económicos debido a la implementación de la iluminación LED que se detalla en esta investigación, pueden servir para la inversión de nuevas tecnologías de iluminación en la planta PRONACA por lo que se tiene un 50 % en ahorro de consumo de energía.
- ✓ En la bodega de producto terminado de la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO se consume 4368 Kwh por mes con la implementación de las luminarias LED se consume 2184 Kwh por mes disminuyendo a la mitad de la potencia instalada.
- ✓ Con las mediciones ejecutadas durante el día se obtiene excelente iluminación, debido a la luz natural que ingresa por las puertas y por los translucidos y superando las medidas recomendadas por lo tanto es innecesario mantener encendidas las luminarias en el día.

16. RECOMENDACIONES

- ✓ En la empresa PRONACA-PUEMBO, iniciar un proceso de cambio de las luminarias actuales por luminarias LED. Este proceso de cambio se realizara progresivamente de tal manera que cada año vaya cambiando distintas áreas o bodegas para mejorar la eficiencia energética.
- ✓ De acuerdo a los cálculos realizados para 10 años se recomienda instalar un cable AWG # 10 mediante este conductor eléctrico tenemos un costo inicial que es \$ 315,16 y el costo por perdida en el transcurso de los 10 años es significativamente bajo siendo el valor de \$258,73 teniendo un costo de selectividad para el conductor de \$573,89.
- ✓ Por medio de las mediciones realizadas en el presente trabajo investigativo se pudo observar un nivel mínimo de 97,01 lux de iluminación en la bodega de producto terminado de la empresa PRONACA ALIMENTOS – PUEMBO, se debería realizar

mediciones de iluminación de toda la empresa para evaluar los lugares que cuenta con un nivel bajos de iluminación.

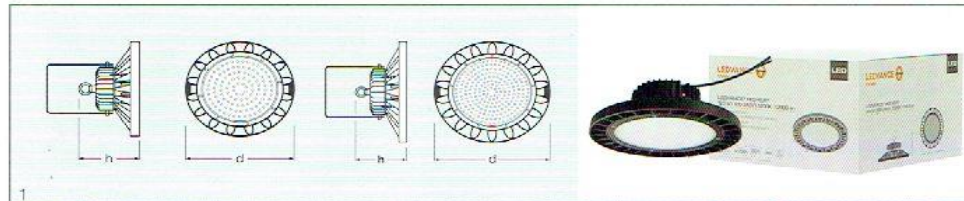
17. BIBLIOGRAFÍA

- Albiz. (2017). *Luminaria abierta indulux ba*. Recuperado el 9 de febrero de 2017, de <http://quito-pi.all.biz/luminaria-abierta-indulux-ba-g10507#.WJzGgNLhDcc>
- Aliaga C., Fuentes I., Gonzalez J. (Diciembre de 2009). *Estudio de factibilidad economica de la instalacion de luminarias solares para la ciudad de tocopilla*. Santiago.
- Arquitectura. (28 de Enero de 2017). Obtenido de <https://arquitecturainteligente.wordpress.com/2007/07/06/lamparas-vida-media-vida-util-y-vida-individual/>
- Castro M., P. N. (2015). *Diseño de iluminacion con luminarias tipo LED basado en el concepto eficiencia energetica y confort visual, implementacion de estructuras cde pruebas*. Guayaquil.
- Colomer, R. R. (2011). *Estudio y diseño de sistemas de iluminacion de un centro de uso general*. Madrid.
- Fraile, G. y. (2012). *Caracteristicas electricas de una union semiconductora emisora de luz. iluminacion con tecnologia LED*.
- INEN. (1984). *Iluminación Natural de Edificios para Fábricas y Talleres*. Ecuador.
- INER. (2014). Eficiencia energetica en alumbrado publico. *Iner instituto nacional eficiencia energetica y energias renovables*, 9.
- Infoleg, M. d. (21 de Diciembre de 2007). Recuperado el 20 de Enero de 2017, de <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/155000-159999/158802/norma.htm>
- (INSHT), I. N. (Diciembre de 2015). *Iliminacion en puestos de trabajo. Criterios para acondicionamiento de los puestos*. Recuperado el 20 de enero de 2017, de [www.insht.es: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20trabajo.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/Iluminacion%20en%20el%20puesto%20de%20trabajo.pdf)
- ISB, S. B. (6 de Febrero de 2015). La tecnologia LED y sus diferentes usos y aplicaciones. *ISB Sola Basic*. Obtenido de Diseño de iluminacion: <http://www.isbmex.com/la-tecnologia-led-y-sus-diferentes-usos-y-aplicaciones>
- Lojano M., O. F. (2014). *Mejoramiento del sistema del alumbrado publico de una arteria de circulacion vehicular de la ciudad de cuenca, mediante la sustitucion por tecnologia led)light emitting diode=*. Cuenca.
- Maquinariopro. (6 de FEBRERO de 2017). Obtenido de <http://www.maquinariapro.com/tecnologia/iluminacion-halogena.html>

- PCE. (6 de Febrero de 2017). Obtenido de <http://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/sistemas/medidor-multifuncion-pac3200.htm>
- PCE. (6 de Febrero de 2017). *PCE*. Obtenido de PCE: <http://www.pce-iberica.es/instrumentos-de-medida/metros/multimetros.htm>
- Pérez , J., & Gardey , A. (2009). *Definicion*. Recuperado el 06 de Marzo de 2017, de <http://definicion.de/iluminacion/>
- PRONACA. (2015). Memoria de sostenibilidad de ser pronaca 2015.
- Ramirez, J. V. (1994). *Sistemas de iluminacion proyectos de alumbrado*. Barcelona-España: CEAC.
- Schröder. (2016). *Intensidad Luminosa*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de <http://www.schreder.com/es-cl/centro-formacion/esencial-alumbrado/luminous-intensity>
- Tecnología*. (6 de Febrero de 2017). Obtenido de Tecnología: <http://www.areatecnologia.com/electricidad/amperimetro.html>
- Tuveras. (06 de Febrero de 2017). *Luminotecnia*. Obtenido de Luminotecnia: <http://www.tuveras.com/luminotecnia/lamparasyluminarias.htm>
- Wayne, H. D. (1996). *Manual de ingeniería eléctrica*. Mexico: Mc Graw-Hill.

ANEXOS

LEDVANCE® High Bay
Luminario de LED de uso exterior o interior para suspender



Código Descripción	Código de Barrac	W	V	λ	lm	lm/W	K	IRC
7012920 LUM LEDVANCE HIGHBAY 120 W	4058075800304	120	100 - 240 V ~	>0.95	12000	100	5700	>80
7012921 LUM LEDVANCE HIGHBAY 200 W	4058075800328	200	100 - 240 V ~	>0.95	20000	100	5700	>80

Código Descripción	Código de Barrac	△	t ₉₀	IP	EMC	EMF	IEC60598	CE	RoHS
7012920 LUM LEDVANCE HIGHBAY 120 W	4058075800304	90	50000	65	295	141	Negro	1	1
7012921 LUM LEDVANCE HIGHBAY 200 W	4058075800328	70	50000	65	380	159	Negro	1	2

Características del Producto

- Eficacia: hasta 100 lm/W
- Flujo luminoso: up to 20 000 lm
- Temperatura de color: 5 700 K
- Disponible con ángulos de apertura: 70°, 90°
- Tipo de protección: IP65
- Carcasa de aluminio negro y lentes de policarbonato
- Temperatura ambiente recomendada: -30...+50 °C
- Tiempo de vida (L70/B50): hasta 50 000 h
- 5 años de garantía

- Peso y tamaño optimizados debido a su diseño compacto
- Versiones con diferentes flujos luminosos y ángulos de apertura de acuerdo a la altura de montaje 6 a 14 m
- Gancho de montaje y soportes incluidos
- Certificación:



Aplicación

- Almacenes
- Salas de espera
- Industria
- Interior y exterior
- Techos altos (ex. en centros comerciales, aeropuertos, edificios comerciales, vestíbulos)


Beneficios

- Reemplazó directo de luminarias high bay con 250 W ó 400 W
- Lámparas HQL
- Diseño exclusivo LEDVANCE®
- Ahorros de energía hasta 50 % comparados con luminarias high bay convencionales

Para mayor información de la garantía, visita www.ledvance.com/guarantees



TABLA 72. CÁLCULO DE PROYECTOS DE ILUMINACIÓN INTERIOR. LÁMPARAS INCANDESCENTES. ILUMINACIÓN DIRECTA

Aparato de alumbrado		Índice del local K	Factores de utilización									Factores de depreciación			
Tipo	Rend. η A		$\rho_T = 0,7$			$\rho_T = 0,5$			$\rho_T = 0,3$			Limpieza cada			
			$\rho_R = 0,5$	$\rho_R = 0,3$	$\rho_R = 0,1$	$\rho_R = 0,5$	$\rho_R = 0,3$	$\rho_R = 0,1$	$\rho_R = 0,5$	$\rho_R = 0,3$	$\rho_R = 0,1$	1 año	2 años	3 años	
		1	0,27	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17	0,26	0,21	0,17				
		1,2	0,32	0,25	0,21	0,31	0,25	0,21	0,30	0,25	0,21				
		1,5	0,38	0,32	0,27	0,37	0,32	0,27	0,36	0,31	0,27				
		2	0,46	0,40	0,36	0,45	0,40	0,36	0,44	0,39	0,36				
		2,5	0,51	0,46	0,42	0,50	0,46	0,42	0,49	0,45	0,42	Ensuciamiento bajo	x	x	x
		3	0,55	0,50	0,46	0,54	0,50	0,46	0,53	0,49	0,46				
		4	0,61	0,56	0,53	0,60	0,56	0,53	0,59	0,55	0,53	Ensuc. normal	1,35	1,55	x
		5	0,64	0,60	0,57	0,63	0,60	0,57	0,62	0,60	0,57				
		6	0,67	0,63	0,61	0,66	0,63	0,60	0,65	0,62	0,60	Ensuciamiento alto	1,65	2,15	x
		8	0,70	0,67	0,65	0,69	0,67	0,65	0,68	0,66	0,65				
		10	0,72	0,70	0,68	0,71	0,69	0,67	0,71	0,69	0,67				
		1 aparato de alumbrado en el centro del local													
		1	0,29	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19	0,28	0,23	0,19				
		1,2	0,35	0,29	0,25	0,34	0,29	0,25	0,33	0,28	0,25				
1,5	0,42	0,37	0,33	0,41	0,36	0,33	0,41	0,36	0,33						
2	0,52	0,47	0,44	0,51	0,47	0,44	0,50	0,47	0,44						

se aplica cuando se ati

ILUMINACION HALOGENADA

ESTANCIAS	LUMINARIA CONVENCIONAL	POTENCIA UNIDAD (W)	USO	POTENCIA TOTAL (W)	DIAS USO SEMANAL	HORAS USO DIARIO	CONSUMO ANUAL KWH	CONSUMO ANUAL DOLARES	LUMINARIA LED	POTENCIA UNIDAD (W)	POTENCIA TOTAL (W)	CONSUMO ANUAL KWH	CONSUMO ANUAL DOLARES
Auditen 1	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 2	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 3	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 4	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 5	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 6	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
TOTALES							52.416,00	\$ 5.765,76	TOTALES		26208	\$ 2.882,88	

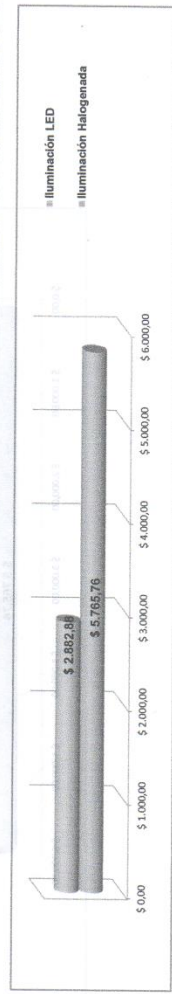
Instrucciones:

- Completar las buzoas de las columnas en blanco con los datos de sus luminarias, a la izquierda las convencionales y a la derecha las LED.
- Introducir el precio del kWh que puede consultar en su factura de suministro eléctrico.
- Tener en cuenta que además hay un ahorro adicional por la gran durabilidad de los equipos LED.


ILUMINACION CON LED

ESTANCIAS	LUMINARIA CONVENCIONAL	POTENCIA UNIDAD (W)	USO	POTENCIA TOTAL (W)	DIAS USO SEMANAL	HORAS USO DIARIO	CONSUMO ANUAL KWH	CONSUMO ANUAL DOLARES	LUMINARIA LED	POTENCIA UNIDAD (W)	POTENCIA TOTAL (W)	CONSUMO ANUAL KWH	CONSUMO ANUAL DOLARES
Auditen 1	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 2	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 3	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 4	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 5	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
Auditen 6	Lampara tipo campana de halogeno	400	5	2000	7	12	8.736,00	8110 €	Lampara LED	200	1000	4.368,00	400,48 €
TOTALES							52.416,00	\$ 5.765,76	TOTALES		26208	\$ 2.882,88	

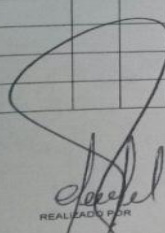
PRECIO KWH:	\$	0,11
AHORRO TOTAL ANUAL	kwh	26208,00
INVERSION POR EL CAMBIO	UNIT	30,00
RETORNO DE LA 'INVERSION'	VPOR MES	240,24
	MESES	48,00
	AÑOS	4,00



PRONACA NUTRICION ANIMAL
"Hoja de inspección luminarias"
RESPONSABLE DAVID PROAÑO
SEMANA: 51



	CHEQUEO ESTADO CABLEADO ELECTRICO	CHEQUEO SEGURIDAD SUEJION LUMINARIA	CHEQUEO ESTADO COMPLEMENTOS Y PARTES	CHEQUEO CORRECTO ENCENDIDO	CHEQUEO LIMPIEZA LUMINARIA	CHEQUEO INTERRUPTOR DE ENCENDIDO	MECION 1 (lux)	MECION 2 (lux)	MECION 3 (lux)	IDEAL LUXES	INSPECCION DE CALIDAD E INTENCIDAD DE LUMINACION E INSTALACIONES ELECTRICAS EN BUEN ESTADO
1	CUARTO DE MAQUINAS	/	/	/	/	/	80	76	86	150-300 LUX	OK
2	PRIMER PISO	/	/	/	/	/	78	67	78	300-700 LUX	OK
3	SEGUNDO PISO	/	/	/	/	/	80	75	90	300-700 LUX	OK
4	OFICINAS DE PRODUCCION	/	/	/	/	/	60	55	70	300-700 LUX	OK
5	CONSULTORIO	/	/	/	/	/	63	58	63	150-300 LUX	OK
6	LABORATORIO FISICO	/	/	/	/	/	95	90	95	150-300 LUX	OK
7	GUARDIANA	/	/	/	/	/	87	80	89	150-300 LUX	OK
8	CAMERINOS PRODUCCION	/	/	/	/	/	94	90	97	150-300 LUX	OK
9	COMEDOR	/	/	/	/	/	95	91	90	150-300 LUX	OK
10	BODEGA COMBUSTIBLES	/	/	/	/	/	83	75	89	150-300 LUX	OK
11	BODEGA SUMINISTROS	/	/	/	/	/	73	60	75	150-300 LUX	OK
12	COCINA	/	/	/	/	/	60	60	60	150-300 LUX	OK
13	CUARTO DE CONTROL DE GRANOS	/	/	/	/	/	80	80	80	150-300 LUX	OK
14	BODEGA SOYA 1	/	/	/	/	/	26	20	20	100-200 LUX	OK
15	BODEGA SOYA 2	/	/	/	/	/	22	22	20	100-200 LUX	OK
16	BODEGA MATERIAS PRIMAS	/	/	/	/	/	50	47	47	100-200 LUX	OK
17	TORRE PRODUCCION	/	/	/	/	/	-	-	-	100-200 LUX	OK
18	OFICINA DESPACHO	/	/	/	/	/	59	58	60	150-300 LUX	OK
19	OFICINA DE PESAJE	/	/	/	/	/	55	58	59	150-300 LUX	OK
20	BODEGA PRODUCTO TERMINADO	/	/	/	/	/	150	141	135	100-200 LUX	OK
21	MANTENIMIENTO	/	/	/	/	/	90	85	80	150-300 LUX	OK
22	SALUD ANIMAL	/	/	/	/	/	78	60	78	100-200 LUX	OK
23	BODEGA AGRICOLA	/	/	/	/	/	60	60	60	100-200 LUX	OK

REALIZADO POR 

REV

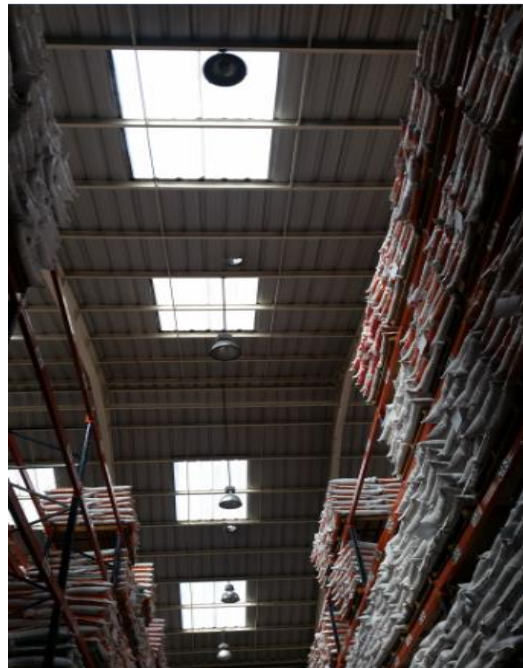
Anexo F	TEMA: Bodega de producto terminado PRONACA-PUEMBO	1.1
----------------	----------------------------------------------------------	------------



Anexo G

TEMA: Bodega de producto terminado PRONACA-PUEMBO

1.1



Anexo H	TEMA: Simulación utilizando programa Relux con lámparas halogenadas.	1.1
----------------	-----------------------------------------------------------------------------	------------



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Bodega de Producto Terminado PRONACA-PUEMBO

Instalación : Luminarias

Nº del proyecto : LAMPARAS HALOGENADAS

Cliente : PRONACA

Encargado : Guallimba C. y Ramos E.

Fecha : 18.02.2017

Los siguientes valores se basan en los cálculos exactos en lámparas y luminarias calibradas y en su disposición. En la práctica pueden producirse variaciones graduales. Quedan excluidos los derechos de garantía para los datos de luminarias. El fabricante no se responsabiliza de los daños subsiguientes o daños originados al usuario o a terceros.

-please put your own address here-

PRONACA PROYECTO PUEMBO HALOGENAS.rdf

Objeto : Bodega de Producto Terminado PR
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS HALOGENADAS
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Datos de luminarias

OSRAM, GIGANTE II 400 W HQI NSI+... (14008321380258)

Hoja de datos

Fabricante: OSRAM



14008321380258 Luminaires / Indoor - Industrial fittings / GIGANTE® II GIGANTE II 400 W HQI
 NSI+S UNP
 GIGANTE II

The GIGANTE II industrial luminaire is suitable for indoor and roofed area outdoor applications such as warehouses, production lines, high-ceiling retail outlets, car parks and garages. High luminous efficacy can be achieved if fitted with an HQI® or NAV® lamp.

Die-cast anthracite aluminum casing with aluminum reflector

IP65 version with glass cover, steel clamps and safety chain

Versions for NAV® high-pressure sodium lamps, HQI® metal halide lamps and HQL mercury vapor lamps (not included)

The product range includes a version with an E27 holder to take an emergency light source (HQI® NSI 250W + S)

Lamp type to use is OSRAM HALOLUX CREAM ECO E27 100W or 150 W

Casings with integrated control gear

Operating temperature from -20 °C to +45 °C

Casing, reflector, glass cover and protective grid must be ordered separately

Connection with 3-pin double plug terminal

In case of using a non-protected lamp, the luminaire has to be used with its protective glass

version with glass, without glass, Glow wire test at 850 °C, 230 V 50 Hz, E40 base, not equipped with lamp, not dimmable

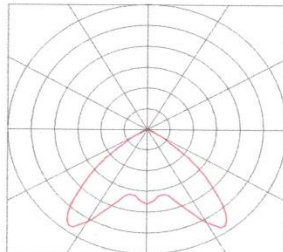
Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 57.9%
 Rendim. Luminoso de las lum. 26.06 lm/W
 clasificación : A50 ↓100.0% ↑0.0%
 CIE Flux Codes : 63 97 100 100 58
 UGR 4H 8H : 24.8 / 24.8
 Fondos de explotación : CONVENTIONAL CONTROL GEAR (CCG)
 Potencia : 400 W
 Flujo luminoso : 10422 lm

Equipamiento con

Cantidad : 1
 Denominación :
 Potencia : 400 W
 Color : -/
 Flujo luminoso : 18000 lm
 zócalo : E40
 Reproducción cromática 2

Dimensiones : Ø300 mm x 203 mm



-please put your own address here-

Objeto : Bodega de Producto Terminado PR
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS HALOGENADAS
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

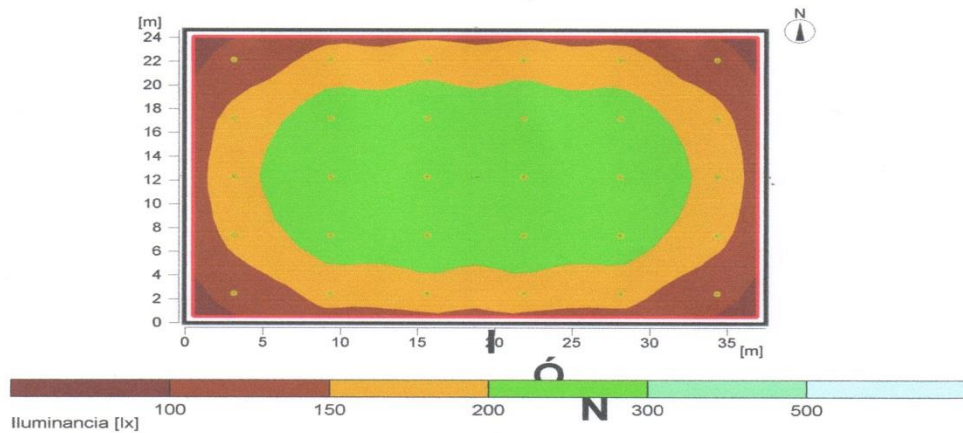


Ingeniería
Electromecánica

Espacio 1

Resumen, Espacio 1

Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1



General

Algoritmia de cálculo utilizada
 Altura del nivel de luminarias
 Factor de mantenimiento

Porción directa 0.80
 11.02 m
 540000 lm
 12000.0 W
 Rendim. total por superficie (922.50 m²) 13.01 W/m² (6.78 W/m²/100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1

Perfil de usuario: Áreas generales dentro de edificios - Áreas de almacenamiento con estanterías 5.5.4 (EN 12464-1, 8.2011) Cara de la estantería de almacenamiento (Ra >60.00)

horizontal
 Em 192 lx (>= 200 lx)
 Emin 97 lx
 Emin/Em (Uo) 0.50 (>= 0.40)
 Emin/Emax (Ud) 0.37
 UGR (3.9H 2.5H) <=25.0
 Posición 0.85 m

Superficies principales

Superficie	Em	Uo	Requisito
M 1.5 (Techo)	0 lx	---	(>= 0.50)
M 1.1 (Pared)	50 lx	---	(>= 0.30)
M 1.2 (Pared)	47 lx	---	(>= 0.30)
M 1.3 (Pared)	50 lx	---	(>= 0.30)
M 1.4 (Pared)	47 lx	---	(>= 0.30)

-please put your own address here-

Objeto : Bodega de Producto Terminado PR
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS HALOGENADAS
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

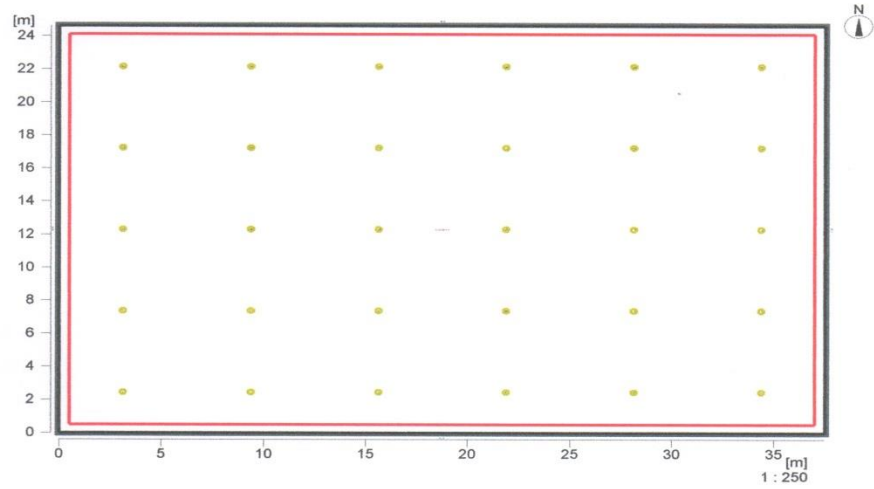


Ingeniería
Electromecánica

Espacio 1

Descripción Espacio 1

Proyección horizontal (planta)



Datos sobre el espacio:	Grados de reflexión:
W1 : 37.50	50.0 %
W2 : 24.60	50.0 %
W3 : 37.50	50.0 %
W4 : 24.60	50.0 %
W5 : ----	----
W6 : ----	----
Suelo: ----	20.0 %
Techo: ----	70.0 %
Altura del espacio [m]:	14.40
Altura del nivel útil [m]:	0.85
Altura del nivel de luminarias [m]:	11.02

-please put your own address here-

Objeto : Bodega de Producto Terminado PR
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS HALOGENADAS
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Espacio 1

Descripción Espacio 1

Elementos de luminarias y del espacio

Datos de productos:

Tipo Cant. Producto

OSRAM
 1 30 N° de artículo : I4008321380258
 Nombre de la lum.: GIGANTE II 400 W HQI NSI+S UNP
 Equipamiento : 1 x 400 W / 18000 lm

N°	Centro			Ángulo de rotación alrededor de			Coordenadas del objetivo		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	Z [°]	CO [°]	C90 [°]	Xa [m]	Ya [m]	Za [m]
OSRAM GIGANTE II 400 W HQI NSI+S UNP I4008321380258									
1.1	3.13	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	2.46	0.00
1.2	9.38	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	2.46	0.00
1.3	15.63	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	2.46	0.00
1.4	21.88	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	2.46	0.00
1.5	28.13	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	2.46	0.00
1.6	34.38	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	2.46	0.00
1.7	3.13	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	7.38	0.00
1.8	9.38	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	7.38	0.00
1.9	15.63	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	7.38	0.00
1.10	21.88	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	7.38	0.00
1.11	28.13	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	7.38	0.00
1.12	34.38	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	7.38	0.00
1.13	3.13	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	12.30	0.00
1.14	9.38	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	12.30	0.00
1.15	15.63	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	12.30	0.00
1.16	21.88	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	12.30	0.00
1.17	28.13	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	12.30	0.00
1.18	34.38	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	12.30	0.00
1.19	3.13	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	17.22	0.00
1.20	9.38	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	17.22	0.00
1.21	15.63	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	17.22	0.00
1.22	21.88	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	17.22	0.00
1.23	28.13	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	17.22	0.00
1.24	34.38	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	17.22	0.00
1.25	3.13	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	22.14	0.00
1.26	9.38	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	22.14	0.00
1.27	15.63	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	22.14	0.00
1.28	21.88	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	22.14	0.00
1.29	28.13	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	22.14	0.00
1.30	34.38	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	22.14	0.00

Elementos de diseño

-please put your own address here-

Anexo M	TEMA: Simulación utilizando programa Relux con lámparas LED.	1.1
----------------	---------------------------------------------------------------------	------------



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Bodega de producto terminado PRONACA-PUEMBO

Instalación : Luminarias

Nº del proyecto : LAMPARAS LED

Cliente : PRONACA-PUEMBO

Encargado : Guallimba C. y Ramos E.

Fecha : 18.02.2017

Los siguientes valores se basan en los cálculos exactos en lámparas y luminarias calibradas y en su disposición. En la práctica pueden producirse variaciones graduales. Quedan excluidos los derechos de garantía para los datos de luminarias. El fabricante no se responsabiliza de los daños subsiguientes o daños originados al usuario o a terceros.

-please put your own address here-

PRONACA PROYECTO PUEMBO.rdf

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
Instalación : Luminarias
N° del proyecto : LAMPARAS LED
Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Datos de luminarias

LEDVANCE GmbH, HighBayLED 200W/4000K 100-... (4058075001053)

Hoja de datos

Fabricante: LEDVANCE GmbH

4058075001053 HighBayLED 200W/4000K 100-240V IP65

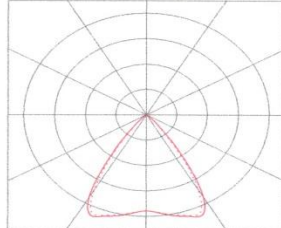
Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 100%
Rendim. Luminoso de las lum. : 110 lm/W
clasificación : A70 ↓100.0% ↑0.0%
CIE Flux Codes : 95 99 100 100 100
UGR 4H 8H : 22.1 / 21.9
Potencia : 200 W
Flujo luminoso : 22000 lm

Equipamiento con

Cantidad : 1
Denominación : LED 4000K /
CRI >= 80
Color : 4000 K
Flujo luminoso : 22000 lm
Reproducción cromática : 80

Dimensiones : Ø380 mm x 151 mm



-please put your own address here-

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

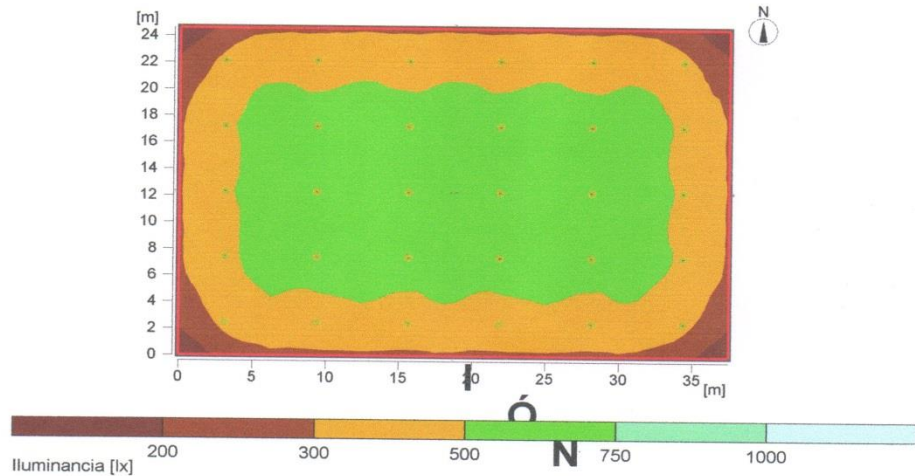


Ingeniería
Electromecánica

BODEGA

Resumen, BODEGA

Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1



General

Algoritmia de cálculo utilizada
 Altura del nivel de luminarias
 Factor de mantenimiento

Porción directa
 11.02 m
 0.80

Flujo luminoso total de todas las lámparas
 Rendimiento global
 Rendim. total por superficie (922.50 m²)

660000 lm
 6000.0 W
 6.50 W/m² (1.40 W/m²/100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1

Perfil de usuario: Áreas generales dentro de edificios - Áreas de almacenamiento con estanterías
 5.5.4 (EN 12464-1, 8.2011) Cara de la estantería de almacenamiento (Ra >60.00)

	horizontal	
Em	464 lx	(>= 200 lx)
Emin	208 lx	
Emin/Em (Uo)	0.45	(>= 0.40)
Emin/Emax (Ud)	0.36	
UGR (2.5H 3.8H)	<=22.6	
Posición	0.85 m	

Superficies principales

M 1.5 (Techo)	Em	0 lx	Uo	0.38	(>= 0.50)
M 1.1 (Pared)		63 lx	---		(>= 0.30)
M 1.2 (Pared)		59 lx	---		(>= 0.30)
M 1.3 (Pared)		63 lx	---		(>= 0.30)
M 1.4 (Pared)		59 lx	---		(>= 0.30)

D
I
R
E
C
T
A

-please put your own address here-

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

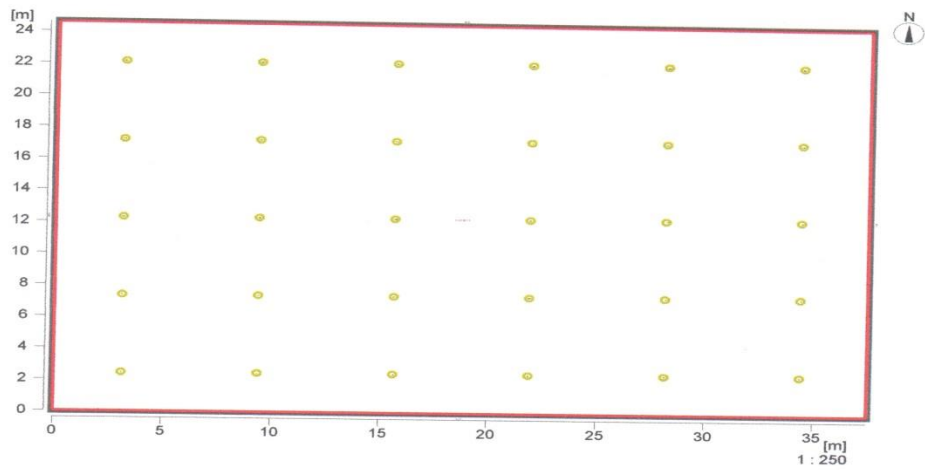


Ingeniería
Electromecánica

BODEGA

Descripción BODEGA

Proyección horizontal (planta)



Datos sobre el espacio:	Grados de reflexión:
W1 : 37.50	50.0 %
W2 : 24.60	50.0 %
W3 : 37.50	50.0 %
W4 : 24.60	50.0 %
W5 : -----	-----
W6 : -----	-----
Suelo: -----	20.0 %
Techo: -----	70.0 %
Altura del espacio [m]:	14.40
Altura del nivel útil [m]:	0.85
Altura del nivel de luminarias [m]:	11.02

-please put your own address here-

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

BODEGA

Descripción BODEGA

Elementos de luminarias y del espacio

Datos de productos:

Tipo Cant. Producto

1 30 **LEDVANCE GmbH**
 N° de artículo : 4058075001053
 Nombre de la lum. : HighBayLED 200W/4000K 100-240V IP65
 Equipamiento : 1 x LED 4000K / CRI >= 80 200 W / 22000 lm

N° Centro Ángulo de rotación alrededor de Coordenadas del objetivo
 X [m] Y [m] Z [m] Z [°] C0 [°] C90 [°] Xa [m] Ya [m] Za [m]
LEDVANCE GmbH HighBayLED 200W/4000K 100-240V IP65 4058075001053

1.1	3.13	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	2.46	0.00
1.2	9.38	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	2.46	0.00
1.3	15.63	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	2.46	0.00
1.4	21.88	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	2.46	0.00
1.5	28.13	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	2.46	0.00
1.6	34.38	2.46	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	2.46	0.00
1.7	3.13	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	7.38	0.00
1.8	9.38	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	7.38	0.00
1.9	15.63	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	7.38	0.00
1.10	21.88	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	7.38	0.00
1.11	28.13	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	7.38	0.00
1.12	34.38	7.38	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	7.38	0.00
1.13	3.13	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	12.30	0.00
1.14	9.38	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	12.30	0.00
1.15	15.63	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	12.30	0.00
1.16	21.88	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	12.30	0.00
1.17	28.13	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	12.30	0.00
1.18	34.38	12.30	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	12.30	0.00
1.19	3.13	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	17.22	0.00
1.20	9.38	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	17.22	0.00
1.21	15.63	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	17.22	0.00
1.22	21.88	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	17.22	0.00
1.23	28.13	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	17.22	0.00
1.24	34.38	17.22	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	17.22	0.00
1.25	3.13	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	22.14	0.00
1.26	9.38	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	22.14	0.00
1.27	15.63	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	22.14	0.00
1.28	21.88	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	22.14	0.00
1.29	28.13	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	22.14	0.00
1.30	34.38	22.14	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	22.14	0.00

Elementos de diseño

-please put your own address here-



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Bodega de producto terminado PRONACA-PUEMBO

Instalación : Luminarias

Nº del proyecto : LAMPARAS LED

Cliente : PRONACA-PUEMBO

Encargado : Guallimba C. y Ramos E.

Fecha : 18.02.2017

Los siguientes valores se basan en los cálculos exactos en lámparas y luminarias calibradas y en su disposición. En la práctica pueden producirse variaciones graduales. Quedan excluidos los derechos de garantía para los datos de luminarias. El fabricante no se responsabiliza de los daños subsiguientes o daños originados al usuario o a terceros.

-please put your own address here-

Anexo S	TEMA: Datos de lámparas LED propuesta	1.2
----------------	----------------------------------------------	------------

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Datos de luminarias

LEDVANCE GmbH, HighBayLED 200W/4000K 100-... (4058075001053)

Hoja de datos

Fabricante: LEDVANCE GmbH

4058075001053 HighBayLED 200W/4000K 100-240V IP65

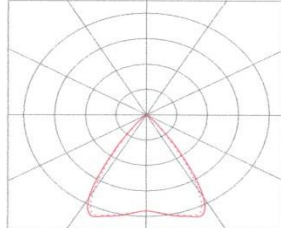
Datos de luminarias

Grado de eficiencia : 100%
 Rendim. Luminoso de las lum. 110 lm/W
 clasificación : A70 ↓100.0% ↑0.0%
 CIE Flux Codes : 95 99 100 100 100
 UGR 4H 8H : 22.1 / 21.9
 Potencia : 200 W
 Flujo luminoso : 22000 lm

Equipamiento con

Cantidad : 1
 Denominación : LED 4000K /
 CRI >= 80
 Color : 4000 K
 Flujo luminoso : 22000 lm
 Reproducción cromática 80

Dimensiones : Ø380 mm x 151 mm



-please put your own address here-

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

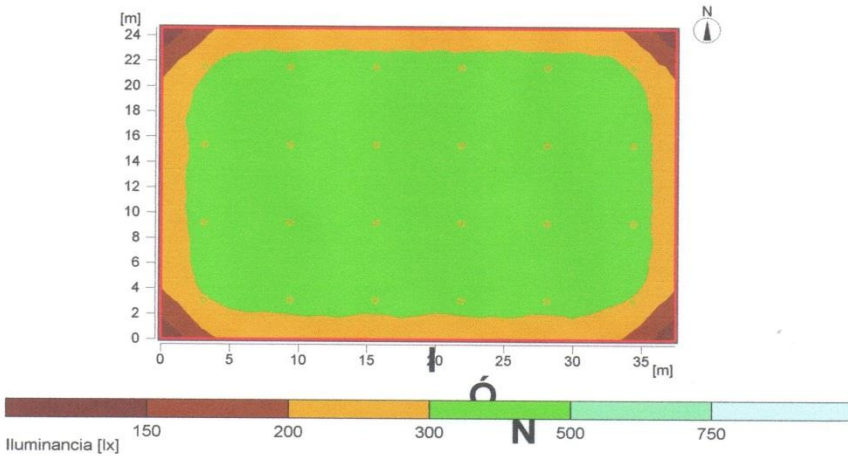


Ingeniería
Electromecánica

BODEGA

Resumen, BODEGA

Síntesis de los resultados, Área de evaluación 1



General

Algoritmia de cálculo utilizada
 Altura del nivel de luminarias
 Factor de mantenimiento

Porción directa
 11.02 m
 0.80

Flujo luminoso total de todas las lámparas
 Rendimiento global
 Rendim. total por superficie (922.50 m²)

528000 lm
 4800.0 W
 5.20 W/m² (1.40 W/m²/100lx)

Área de evaluación 1

Nivel útil 1.1

Perfil de usuario: Áreas generales dentro de edificios - Áreas de almacenamiento con estanterías
 5.5.4 (EN 12464-1, 8.2011) Cara de la estantería de almacenamiento (Ra >60.00)

horizontal
 Em 372 lx (>= 200 lx)
 Emin 161 lx
 Emin/Em (Uo) 0.43 (>= 0.40)
 Emin/Emax (Ud) 0.34
 UGR (2.5H 3.8H) <=22.6
 Posición 0.85 m

Superficies principales

	Em	Uo	
M 1.5 (Techo)	0 lx	---	(>= 0.50)
M 1.1 (Pared)	50 lx	---	(>= 0.30)
M 1.2 (Pared)	47 lx	---	(>= 0.30)
M 1.3 (Pared)	50 lx	---	(>= 0.30)
M 1.4 (Pared)	47 lx	---	(>= 0.30)

D
I
R
E
C
T
A

-please put your own address here-

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

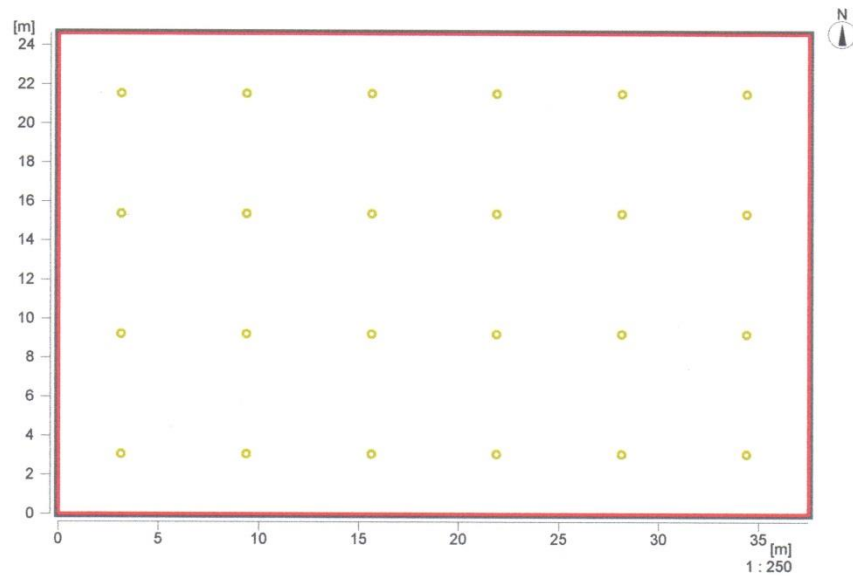


Ingeniería
Electromecánica

BODEGA

Descripción BODEGA

Proyección horizontal (planta)



Datos sobre el espacio:	Grados de reflexión:
W1 : 37.50	50.0 %
W2 : 24.60	50.0 %
W3 : 37.50	50.0 %
W4 : 24.60	50.0 %
W5 : ----	----
W6 : ----	----
Suelo: ----	20.0 %
Techo: ----	70.0 %
Altura del espacio [m]:	14.40
Altura del nivel útil [m]:	0.85
Altura del nivel de luminarias [m]:	11.02

-please put your own address here-

Objeto : Bodega de producto terminado PRC
 Instalación : Luminarias
 N° del proyecto : LAMPARAS LED
 Fecha : 18.02.2017



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Electromecánica

Descripción BODEGA

Elementos de luminarias y del espacio

Datos de productos:

Tipo Cant. Producto

1 24 **LEDVANCE GmbH**
 N° de artículo : 4058075001053
 Nombre de la lum. : HighBayLED 200W/4000K 100-240V IP65
 Equipamiento : 1 x LED 4000K / CRI >= 80 200 W / 22000 lm

N°	Centro			Ángulo de rotación alrededor de			Coordenadas del objetivo		
	X [m]	Y [m]	Z [m]	Z [°]	C0 [°]	C90 [°]	Xa [m]	Ya [m]	Za [m]
LEDVANCE GmbH HighBayLED 200W/4000K 100-240V IP65 4058075001053									
1.1	3.13	3.08	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	3.08	0.00
1.2	9.38	3.08	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	3.08	0.00
1.3	15.63	3.08	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	3.08	0.00
1.4	21.88	3.08	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	3.08	0.00
1.5	28.13	3.08	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	3.08	0.00
1.6	34.38	3.08	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	3.08	0.00
1.7	3.13	9.23	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	9.23	0.00
1.8	9.38	9.23	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	9.23	0.00
1.9	15.63	9.23	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	9.23	0.00
1.10	21.88	9.23	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	9.23	0.00
1.11	28.13	9.23	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	9.23	0.00
1.12	34.38	9.23	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	9.23	0.00
1.13	3.13	15.38	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	15.38	0.00
1.14	9.38	15.38	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	15.38	0.00
1.15	15.63	15.38	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	15.38	0.00
1.16	21.88	15.38	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	15.38	0.00
1.17	28.13	15.38	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	15.38	0.00
1.18	34.38	15.38	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	15.38	0.00
1.19	3.13	21.53	11.02	270.00	0.00	0.00	3.13	21.52	0.00
1.20	9.38	21.53	11.02	270.00	0.00	0.00	9.38	21.52	0.00
1.21	15.63	21.53	11.02	270.00	0.00	0.00	15.63	21.52	0.00
1.22	21.88	21.53	11.02	270.00	0.00	0.00	21.88	21.52	0.00
1.23	28.13	21.53	11.02	270.00	0.00	0.00	28.13	21.52	0.00
1.24	34.38	21.53	11.02	270.00	0.00	0.00	34.38	21.52	0.00

Elementos de diseño

Superficie virtual de medición

N°	Superficie			Longitud	Anchura	Ángulo de rotación		
	xm[m]	ym[m]	zm[m]			Eje-z	Eje-L	Eje-Q
Niv. útil 1.1	0.00	0.00	0.85	37.50	24.60	0.00	0.00	0.00
M 1.1 (O)	37.50	0.00	0.00	37.50	0.00	0.00	90.00	-180.00
M 1.2 (O)	37.50	24.60	0.00	0.00	24.60	0.00	90.00	-90.00
M 1.3 (O)	0.00	24.60	0.00	37.50	0.00	0.00	90.00	-0.00

-please put your own address here-