



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS ELÉCTRICOS DE POTENCIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN.”

Autores:

Mario Darío Arequipa Tandalla

Álvaro Francisco Caicedo Santamaría

Tutor:

Msc. Vásquez Franklin

Latacunga - Ecuador

Noviembre - 2017



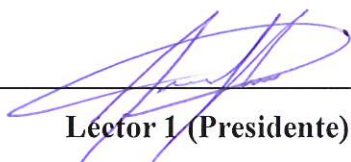
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

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 (CIYA) por cuanto, los postulantes: **Arequipa Tandalla Mario Darío y Caicedo Santamaría Álvaro Francisco** con el título de Proyecto de Investigación: ***“ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN.”*** han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

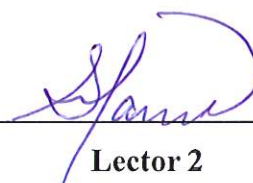
Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, Noviembre, de 2017

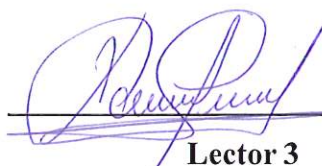
Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)
Ing. Mg. Antonio Flores
CC: 171579326-9



Lector 2
Ph.D. Secundino Marrero
CC: 175710790-3



Lector 3
Ing. Mg. Xavier Proaño
CC: 050265642-4



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN.”

De los señores; Arequipa Tandalla Mario Darío y Caicedo Santamaría Álvaro Francisco, de la carrera de Ingeniería Eléctrica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, Noviembre, 2017

El Tutor

Msc. Franklin Vásquez

C.I. 171043449-7



Universidad
Técnica de
Cotopaxi



Ingeniería
Eléctrica

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Arequipa Tandalla Mario Darío con cedula de identidad N° 050386629-5 y Caicedo Santamaría Álvaro Francisco con cedula de identidad N° 050355503-9 declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN.”, siendo Msc. Franklin Vásquez 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 mi exclusiva responsabilidad.

Arequipa Tandalla Mario Darío

C.I. 050386629-5

Caicedo Santamaría Álvaro Francisco

C.I. 050355503-9



Lasso, 18 de Septiembre del 2017.

CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de Jefe de Mantenimiento de la empresa Parmalat del Ecuador S.A., a petición verbal de los interesados, certifico que:

Los señores Mario Darío Arequipa Tandalia portador de la cédula de ciudadanía 050386629-5 y Álvaro Francisco Caicedo Santamaría portador de la cédula de ciudadanía 050355503-9, realizaron en nuestra planta Lasso el trabajo investigativo de grado con el tema:

“ANÁLISIS ENÉRGICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN”

Bajo la supervisión de esta área, siguiendo todos los lineamientos y requerimientos establecidos por la empresa.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados, hacer uso de este documento en forma como estimen conveniente.

Atentamente,


Ing. Xavier Tapia

C.C. 050252765-8

Chief Maintenance Grupe Lactalis – Planta Parmalat Lasso

xavier_tapia@parmalat.com.ec

Tfno: (593) 999587808 / 998550397 / 32719941 Ext. 116


PARMALAT DEL ECUADOR S.A.
0590036951001

Parmalat del Ecuador S.A.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios por permitirme tener a mi lado unos maravillosos padres que nunca han dejado de apoyar en mi formación académica, motivándome a cumplir mi sueño de ser gran profesional que aporte de buena manera la sociedad.

Finalmente terminar agradeciendo a mi compañero Álvaro Caicedo que fue parte esencial para culminar el proyecto con éxito y a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi por abrirme las puertas para adquirir conocimientos y experiencias que serán de gran importancia en mi etapa como profesional.

Darío

AGRADECIMIENTO

Primero y como más importante, me gustaría agradecer a Dios el cual me dio la sabiduría y la fortuna de tener unos excelentes padres quienes nunca me han dejado de apoyar, a quienes a lo largo de toda mi vida han motivado mi formación académica, este proyecto es resultado del esfuerzo diario y en conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. El cual ha finalizado llenando partes esenciales de nuestros conocimientos.

Finalmente agradecer a mi querida Universidad Técnica de Cotopaxi, la cual me abrió las puertas cuando más necesite, formándome como un profesional, en aspectos importantes como la práctica de valores.

Álvaro

DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto a mis padres, Rosa Elvira Tandalla Tandalla y Segundo Alfonso Arequipa Tandalla quienes son parte fundamental de mi vida alentándome a ser cada día una mejor persona, y finalmente dedico el presente proyecto a mi familia quienes nunca dejaron de apoyarme en mi etapa de formación académica.

Darío

DEDICATORIA

Esta etapa de mi vida se la dedico a mis padres. Primeramente a mi Madre Jessie Margoth Santamaría Rivas quien fue el reflejo de perseverancia y trabajo lo que logro incentivar a conseguir algo importante. Mi Padre Fredy Francisco Caicedo Álvarez quien con su esfuerzo y enseñanza supo guiarme de la mejor manera hacia mi meta. Mi familia y mis amigos quienes con sus valores supieron darme su apoyo. Mi equipo de trabajo con los que el esfuerzo fue fundamental.

Álvaro

ÍNDICE DE CONTENIDO

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN.....	ii
AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	iv
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN	v
AGRADECIMIENTO	vi
DEDICATORIA.....	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ECUACIONES	xv
TÍTULO.....	xvi
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xviii
1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
Situación problemática.	4
6. OBJETIVOS.....	5
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	7
Introducción	7

Propiedades de la luz	7
Reflexión	8
Transmisión.....	8
Absorción	8
Refracción	9
El Color	9
Temperatura de color	9
Condiciones necesarias para el confort visual	9
Factores que determinan el confort visual.....	10
Ambiente laboral.....	11
Problemas por la baja calidad del nivel de iluminación.....	12
Términos utilizados en fotometría	12
Flujo Luminoso	12
Rendimiento Luminoso (eficacia luminosa)	13
Intensidad Luminosa	13
Iluminancia (nivel de iluminación)	14
Luminancia (L).....	15
Factor de uniformidad general de iluminancia.....	16
Instrumentos de medición.....	16
Dr. Meter LX1330B Digital Illuminance / Light Meter, 0 - 200,000 Lux meter.....	16
Técnica de medición.....	17
Metro Digital LOMVUM LV5800-B	17
Tipos lámparas	18
Lámparas incandescentes	18
Lámparas halógenas	18
Lámparas fluorescentes	18
Lámparas LED	19
Diferencias de consumo aproximado entre luminaria LED y luminarias convencionales	19
Tipos de alumbrado	21
Alumbrado general.....	21
Alumbrado general y local	21
Alumbrado exterior	21

Metodología del cálculo para el nivel de iluminación	22
Método de los Lúmenes, también denominado, Sistema General o método del Factor de Utilización	22
Normas utilizadas para el desarrollo del proyecto.....	26
NTE INEN 1 154 Iluminación natural de edificios para fábricas y talleres. Requisitos...	26
NEC-11 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador.....	27
Softwares utilizados para el desarrollo del proyecto de investigación.....	27
DIALux evo.....	27
9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	28
10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	29
11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	29
Descripción de la Planta Procesadora de Leche Parmalat.....	29
Descripción del sistema de iluminación de la planta.....	30
Identificación de áreas	30
Carga de iluminación instalada en la planta	33
Carga actual.....	33
Distribución de la carga.....	36
Estimación del consumo de energía.....	37
Niveles de Iluminancia requeridas.....	41
Medición del nivel de iluminación.....	41
Áreas de trabajo con bajo nivel de iluminación	43
12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)	45
Impacto en el medio ambiente laboral	45
Impacto económico.....	45
13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO	46
Propuesta del Proyecto.....	46
Calculo luminotécnico por el método de los Lúmenes	46
Simulación en el Software Dialux.....	49
Número de luminarias requeridas	53

Reducción del consumo de energía y mejora del nivel de iluminación	54
Presupuesto general del proyecto	57
Análisis técnico-económico	57
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	60
15. BIBLIOGRAFÍA.....	62
16. ANEXOS	65

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Sistema de Tareas y relación a los Objetivos Planteados.....	6
Tabla 2. Magnitudes y unidades fotométricas	15
Tabla 3. Consumo aproximado en watts y lúmenes de potencia luminosa entre diferentes lámparas para alumbrado general.	20
Tabla 4. Tabla comparativa de diferentes características entre lámparas LEDs, CFLs, e Incandescentes	20
Tabla 5. Alturas mínimas de las luminarias	23
Tabla 6. Fórmulas de k en función del sistema de alumbrado	23
Tabla 7. Coeficientes de Reflexión de Techos, Paredes y Suelo.....	24
Tabla 8. Distancias mínimas entre luminarias.....	25
Tabla 9. Valores recomendados de iluminación.....	26
Tabla 10. Valores recomendados de iluminación.....	27
Tabla 11. Tipos de cálculo luminotécnico disponibles en DIALux	28
Tabla 12. Técnicas e instrumento a emplear en el proyecto.....	29
Tabla 13. Áreas de trabajo de la planta Parmalat	30
Tabla 14. Características técnicas de las lámparas.	34
Tabla 15. Carga instalada del área Exterior.....	34
Tabla 16. Carga instalada del área de Producción.....	35
Tabla 17. Potencia Instalada de la Planta	36
Tabla 18. Distribución de la Carga.....	36
Tabla 19. Potencia activa del transformador 1.	39
Tabla 20. Consumo de energía en función de las horas.	40

Tabla 21. Mediciones de iluminancia realizadas - exterior.	41
Tabla 22. Mediciones de iluminancia realizadas - producción.	42
Tabla 23. Mediciones de iluminancia realizadas – oficinas.	42
Tabla 24. Áreas con bajo nivel de iluminación – para norma INEN 1 154.....	44
Tabla 25. Áreas con bajo nivel de iluminación – para norma NEC 11.	44
Tabla 26. Resumen de resultados de los cálculos y simulaciones.....	52
Tabla 27. Número de luminarias para la propuesta.	53
Tabla 28. Ahorro energético.....	55
Tabla 29. Áreas con incremento de potencia.....	55
Tabla 30. Ahorro de energía diario, mensual y anual.....	56
Tabla 31. Presupuesto total del proyecto.....	57
Tabla 32. Análisis del VAN - TIR.....	58
Tabla 33. Resumen de índices económicos.	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de Reflexiones especular, difusa y mixta.....	8
Figura 2. Tipos de Transmisión: regular, difusa y mixta	8
Figura 3. Temperatura de algunos colores.....	9
Figura 4. Niveles de iluminación en función de las tareas realizadas	11
Figura 5. Representación de la Intensidad Luminosa.....	14
Figura 6. Representación de la Iluminancia	14
Figura 7. Representación de la Luminancia	15
Figura 8. Representación gráfica de las magnitudes fotométricas	15
Figura 9. Instrumento de medición de iluminación.....	16
Figura 10. Instrumento de medición de distancia de punto a punto	17
Figura 11. Tipos de iluminación.....	21
Figura 12. Zona externa de la planta Parmalat.	31
Figura 13. Zona de producción de la planta Parmalat.	31
Figura 14. Plano arquitectónico de la planta Parmalat.	32
Figura 15. Plano arquitectónico segundo piso de la planta Parmalat.	33
Figura 16. Diagrama unifilar del sistema de iluminación de la Planta.....	38
Figura 17. Resumen general de la iluminación de la Planta.....	43

Figura 18. Simulación del área de envase de yogurt.	49
Figura 19. Isolneas del área de envase de yogurt.	50
Figura 20. Colores falsos del área de envase de yogurt.	51
Figura 21. Ubicación de las luminarias en función del área calculada.....	52
Figura 22. Representación gráfica del ahorro de energía en iluminación.	56

ÍNDICE DE ECUACIONES

(1) Flujo luminoso	13
(2) Eficacia luminosa.....	13
(3) Intensidad luminosa	13
(4) Luminancia	14
(5) Factor de uniformidad.....	16
(6) Flujo luminoso total	24
(7) Número de luminarias.....	25
(8) Emplazamiento de luminarias - ancho	25
(9) Emplazamiento de luminarias - largo	25
(10) Iluminancia media.....	25
(11) Tasa mínima atractiva de retorno.....	58

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: “ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN”.

Autores: Arequipa Tandalla Mario Darío
Caicedo Santamaría Álvaro Francisco

RESUMEN

En la Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A., se evaluó el consumo energético del sistema de iluminación y la calidad del nivel de iluminación a través de un estudio luminotécnico, potencia y carga instalada de modo que permita generar una propuesta de mejora de los indicadores mencionados. La propuesta del proyecto se basó en el estudio técnico económico, en el cual aprovechando las herramientas informáticas se realizó un análisis luminotécnico donde se analizó las áreas que no cumplían con las normas y el confort visual. Se rediseñó a través del cálculo y la simulación las áreas que representan mayor problema, donde la simulación de escenas de luz se realizó en el software DIALux, y Excel, comprobando así la eliminación de puntos oscuros en áreas que deben estar totalmente iluminadas, para la verificación del cumplimiento de un buen nivel de iluminación se comparó los resultados con la ayuda de la norma INEN 1-154 (*Iluminación Natural de Edificios para Fábricas y Talleres, Requisitos*) y la NEC 11 (*Norma Ecuatoriana de la Construcción*). El consumo de energía actual por iluminación es considerable debido al tipo de luminaria existente, donde están ubicadas distintos tipos de lámparas en una misma área, por lo que luego del análisis se propone reubicar de acuerdo al tipo y potencia en áreas de medio y bajo consumo, en función de este análisis se propone utilizar luminaria Led para el diseño en las áreas que presentan problemas de nivel de iluminación y de alto consumo de energía, generando un ahorro de energía del 23% respecto al sistema actual de iluminación.

Palabras claves: Calidad de Iluminación, Consumo Energético, Confort Visual.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

THEME: "ENERGY CONSUMPTION ANALYSIS ABOUT LIGHTING SYSTEM AND ITS QUALITY AT PARMALAT S.A. MILK PROCESSING PLANT, BY MEASUREMENT AND SIMULATION".

Authors: Arequipa Tandalla Mario Darío

Caicedo Santamaría Álvaro Francisco

ABSTRACT

At the “Parmalat” Milk Processing Plant S.A., the lighting system energy consumption and the lighting level quality were evaluated through the lighting study, power and installed load in order to generate a proposal to improve the mentioned indicators. On the economic technical study was based the research proposal, in which taking advantage of the computer tools was carried out a lighting analysis where the areas that did not comply with the norms and the visual comfort were analyzed. By the calculation and simulation were redesigned areas that represented the biggest problem, where the simulation of light scenes was performed in the DIALux and Excel software, thus verifying the dark spots elimination in areas that must be fully illuminated, for the compliance verification with a good illumination level, the results were compared with the help of INEN 1-154 (Natural Building Lighting for Factories and Workshops, Requirements) and NEC 11 (Ecuadorian Construction Standard). The current energy consumption by lighting is considerable due to the existing luminaire type, where different types of lamps are located in the same area, so after analysis it is proposed to relocate according to type and power in areas of medium and low consumption, according to this analysis it is proposed to use LED luminaire for the design in areas that present illumination problems and high energy consumption, generating energy savings of 23% compared to the current lighting system.

Keywords: Lighting Quality, Energy Consumption, Visual Comfort



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen de tesis al Idioma Inglés presentado por los señores Estudiantes de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: **Arequipa Tandalla Mario Dario** y **Caicedo Santamaría Álvaro Francisco**, cuyo título versa “**ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN**”, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del idioma.

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

Latacunga, Noviembre del 2017

Atentamente,

Lic. M. Sc. Lidia Rebeca Yugla Lema
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 050265234-0



ESTRUCTURA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FINAL

PROYECTO DE TITULACIÓN II

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto.

“ANÁLISIS DEL CONSUMO ENERGÉTICO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN Y SU CALIDAD EN LA PLANTA PROCESADORA DE LECHE PARMALAT S.A., MEDIANTE MEDICIÓN Y SIMULACIÓN”.

Lugar de ejecución.

Provincia de Cotopaxi, Empresa “Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A”

Facultad que auspicia.

Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia.

Ingeniería Eléctrica en Sistemas Eléctricos de Potencia

Proyecto de investigación vinculado.

Proyecto de la Carrera

Equipo de Trabajo:

Msc. Franklin Vásquez

Coordinadores del Proyecto:

Arequipa Tandalla Mario Darío

Caicedo Santamaría Álvaro Francisco

Área de Conocimiento.

Ingeniería, industria y construcción → Electricidad y Energía.

Línea de investigación:

- **Universidad.-** Energías Alternativas, Eficiencia Energética y Protección Ambiental.

Sub líneas de investigación de la Carrera:

- **Carrera.-** Explotación y diseño de sistemas de redes eléctricas.

EQUIPO DE TRABAJO

Nombre: Franklin Hernán Vásquez T.

Nacionalidad: Ecuatoriano

Fecha de nacimiento:

Estado Civil: Casado

Residencia:

Entidad Laboral: Docente de la Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

E-mail: franklin.vasquez@utc.edu.ec

Móvil: 0992582968

Títulos Obtenidos

- Ingeniero Eléctrico de la Universidad Politécnica Salesiana.
- Magister en Gestión de Energías de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

COORDINADORES DEL PROYECTO**HOJA DE VIDA POSTULANTE N°1**

NOMBRES:	Mario Darío
APELLIDOS:	Arequipa Tandalla
TELÉFONO DEL DOMICILIO:	0984281477 (Movistar)
TELÉFONO CELULAR:	0984281477 (Movistar)
CORREO ELECTRÓNICO:	mario.arequipa5@utc.edu.ec

HOJA DE VIDA POSTULANTE N°2

NOMBRES: Álvaro Francisco
APELLIDOS: Caicedo Santamaría
TELÉFONO DEL DOMICILIO: (03) 2 800623
TELÉFONO CELULAR: 0995775550 (Movistar)
CORREO ELECTRÓNICO: alvaro.caicedo9@utc.edu.ec

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto tuvo como objetivo realizar el análisis luminotécnico y de consumo de energía de la Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A., con el objetivo de mejorar el nivel de iluminación en las áreas que sean necesarias y obtener ventajas económicas.

La propuesta está basada en el mejoramiento de la iluminación a través de un estudio luminotécnico que nos permitió localizar las áreas de la planta con niveles de iluminación deficiente, de modo que exigía un nuevo diseño, por su bajo consumo de energía y alto rendimiento se eligió luminarias tipo led para los cálculos. Los resultados obtenidos del cálculo se comprobaron en una simulación en el Software DIALux, para las diferentes áreas con problemas corroborando así que cumplen con las normas en Iluminación.

Finalmente con esta propuesta se obtiene un adecuado nivel de iluminación por área cumpliendo con norma INEN 1-154, NEC 11 y logrando ahorro de energía de 23% en el sistema de iluminación. El análisis técnico – económico de la propuesta se refleja que la inversión inicial se recupera en 4 años siendo totalmente viable el proyecto.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto tiene como finalidad el mejoramiento del nivel de iluminación en las áreas de la planta, a través de un estudio luminotécnico que garantice el confort visual de manera que se evite accidentes laborales por falta de visibilidad, afianzando así la seguridad en el trabajo y el buen desempeño laboral.

Desde el punto de vista energético se busca una mejora en lo referente a la utilización de la energía, o también llamada eficiencia energética, a través de un análisis de consumo de

energía, que nos permitirá conocer con más detalle la demanda por consumo de iluminación y los tipos de luminarias de manera que se pueda identificar las áreas de mayor consumo y poder realizar un propuesta de reducción de consumo de energía, que bien puede ser reemplazándolas luminarias existentes con otro tipo de tecnologías más eficientes y de consumo reducido o proponiendo una reubicación de las luminarias que consumen mayor potencia en áreas que son menos frecuentadas sin perder la calidad del nivel de iluminación en ellas.

En caso de una posible implementación los trabajadores de la planta Parmalat S. A., son los principales beneficiarios de este proyecto que busca mejorar el nivel de iluminación y reducir el consumo energético de la misma que contribuya al buen ambiente laboral de los trabajadores y un ahorro económico en la facturación mensual de la planta.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

- Beneficiarios Directos → Trabajadores
- Beneficiarios Indirectos → Asociados y Consumidores

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A., se desconoce los niveles de iluminación de las áreas de trabajo por lo cual no se puede determinar si son los más adecuados para los trabajadores, de la misma forma no existen un análisis de carga en iluminación resultando difícil conocer su potencia instalada, la distribución de los circuitos y tipos de luminarias, todo esto conlleva a que no se puede determinar el consumo de energía.

Situación problemática.

Una de las prioridades de las industrias en general son los sistemas de iluminación, debido a que son imprescindibles y sin ellos no se pueden completar de mejor manera los procesos de producción por falta de una buena iluminación y tampoco no se pueden alargar estos procesos en la noche impidiendo llevar a cabo cualquier tipo de actividad, aspectos como estos llevan a realizar estudios de luminotecnia y carga. Es por eso que la Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A., ubicada en el sector industrial de Lasso perteneciente a la provincia de Cotopaxi carece justamente de estos estudios técnicos que permitan determinar los niveles de iluminación y consumo de energía en esta área tan importante de la industria.

El sistema de iluminación en la planta posee lámparas de vapor de sodio que son ineficientes y consumen demasiada energía así como lámparas fluorescentes antiguas de potencias elevadas a diferencia de las actuales, cabe también mencionar que cuentan con un diagrama unifilar de hace 20 años atrás, donde es necesario actualizarlo al estado actual.

Todos estos factores contribuyen a ocasionar incomodidad en el desempeño de las actividades diarias del trabajador y exponiéndose a posibles accidentes laborales por falta de visibilidad en el área de trabajo.

6. OBJETIVOS

General

- Analizar el consumo de energía del sistema de iluminación y la calidad del nivel iluminación de la Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A, a través de un estudio luminotécnico y de carga de modo que permita generar una propuesta de mejora que satisfaga la necesidades encontradas y la reducción del consumo energético.

Específicos

- Medir las condiciones en las que se encuentra el sistema de iluminación y demanda del sistema, mediante visitas de campo a las instalaciones, con el propósito de recolectar la información necesaria de modo que permita identificar las deficiencias del sistema.
- Elaborar un diagrama unifilar del sistema de iluminación de la industria, con los datos obtenidos en las visitas de campo con el fin de conocer el estado actual del sistema eléctrico.
- Plantear una propuesta de mejoras al sistema de iluminación, a través de un análisis de resultados obtenidos del estudio, complementado con un estudio técnico económico con el fin de conocer la viabilidad de la propuesta.

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

Tabla 1. Sistema de Tareas y relación a los Objetivos Planteados

OBJETIVOS	ACTIVIDAD (TAREAS)	RESULTADO DE LA ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD (TÉCNICAS E INSTRUMENTOS)
<p>Medir las condiciones en las que se encuentra el sistema de iluminación y demanda del sistema, mediante visitas de campo a las instalaciones, con el propósito de recolectar la información necesaria de modo que permita identificar las deficiencias del sistema.</p>	<p>Análisis actual del sistema de iluminación mediante una toma de datos de iluminación y carga respectivamente.</p>	<p>Niveles de iluminación de cada una de las áreas de la planta, demanda y consumo de energía del sistema de iluminación.</p>	<p>Recolección de datos según el área de trabajo, utilizando la técnica de medición y el uso de instrumentos como el Analizador de Carga, Luxómetro y el Metro Laser.</p>
<p>Elaborar un diagrama unifilar del sistema de iluminación de la industria, con los datos obtenidos en las visitas de campo con el fin de conocer el estado actual del sistema eléctrico.</p>	<p>Bosquejo del sistema de iluminación, en función de los datos recolectados de cada una de las áreas de la planta.</p>	<p>Diagrama unifilar actualizado del sistema de iluminación.</p>	<p>Mediante la técnica de observación se realizó el seguimiento de los circuitos de iluminación plasmando el bosquejo final en la herramienta AutoCAD 2015, con su respectiva simbología.</p>
<p>Plantear una propuesta de mejoras al sistema de iluminación, a través de un análisis de resultados obtenidos del estudio, complementado con un estudio técnico económico con el fin de conocer la viabilidad de la propuesta.</p>	<p>Presentar la propuesta de mejora mediante los resultados obtenidos en los nuevos diseños del sistema de iluminación.</p>	<p>Mejoras en el nivel de iluminación y simulación del sistema cumpliendo las normas nacionales y reducción del consumo de energía.</p>	<p>Simulación de sistema de iluminación en DIALux. Estudio técnico-económico de la propuesta en cuestión mediante el VAN y TIR con el objetivo de conocer la viabilidad del proyecto.</p>

Fuente: Postulantes

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Introducción

La evolución de nuevas tecnologías ayuda a las industrias a crecer rápidamente con el objetivo de ser más competitivas en el mercado, para lograr esto deben proporcionar condiciones de trabajo óptimas a los empleados en donde ellos se sientan cómodos y seguros. Motivo por el cual la iluminación es un factor muy importante que relaciona la calidad de producción con el rendimiento de sus empleados, es decir, una buena iluminación debe adaptarse perfectamente las condiciones en las que se desempeñan los empleados de modo que contribuya de manera positiva al buen desempeño de sus labores influyendo en la cantidad y calidad de sus productos procesados.

Una buena calidad iluminación previene accidentes laborales, enfermedades que afectan a la salud de los trabajadores, es decir que la iluminación forma parte fundamental de toda actividad que realiza diariamente el empleado en la industria, razón por la cual el lugar de trabajo de los empleados debe cumplir con las normas o exigencias de una adecuada iluminación, que disminuya o elimine por el ejemplo el deslumbramiento que se produce cuando no se tiene un buen nivel de iluminación.

De la misma forma el consumo de energía de los sistemas de iluminación es elevado, esto es debido a que se mantienen luminarias como por ejemplo; incandescentes, vapor de sodio, fluorescentes, entre otros, que representan un consumo significativo razón por la cual estos últimos años se vienen incorporando métodos de reducción del consumo de energía que bien pueden ser incorporando nuevas tecnologías, reestructurando los sistemas de iluminación, implementando sistemas inteligentes de control de iluminación, etc.

Para comprender de una mejor manera el presente documento, es indispensable hacer un recuento de los conceptos que relacionan la iluminación.

Propiedades de la luz

El estudio de la luz exhibe una serie de efectos al interactuar con personas y objetos, es por esto que es importante conocer sus propiedades en la aplicación de la luz en la forma más conveniente requiere un control y una distribución que se logra alterando sus características.

A continuación se describen algunas de las propiedades que tiene la luz y cómo éstas se manifiestan en fenómenos naturales y artificiales que se observan a diario (Duarte, 2012).

Reflexión

La reflexión de la luz es el cambio de dirección que experimenta un haz luminoso cuando colisiona con la superficie de los cuerpos. La cantidad de luz que se refleja y la forma en que la luz es reflejada depende de las propiedades de la superficie, debido a esto, existen 3 tipos de reflexiones, las cuales son: reflexión especular, reflexión difusa y reflexión mixta (Duarte, 2012).

Figura 1. Tipos de Reflexiones especular, difusa y mixta

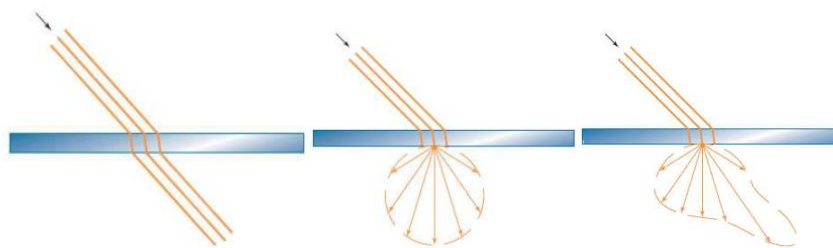


Fuente: (Duarte, 2012)

Transmisión

Es el paso de un haz de luz a través de un medio sin sufrir cambios de frecuencia de las radiaciones monocromáticas que la componen. Este fenómeno es característico de ciertas clases de vidrios, plásticos, líquidos y el aire. En la transmisión se distinguen 3 tipos: regular, difusa y mixta.

Figura 2. Tipos de Transmisión: regular, difusa y mixta



Fuente: (Duarte, 2012)

Absorción

Consiste en la transformación de la energía luminosa en otra forma de energía, normalmente en forma de calor. Este fenómeno es característico de los materiales que no son completamente transparentes y de las superficies que no son totalmente reflectoras.

Refracción

Es el cambio de la dirección de propagación que experimenta la luz cuando atraviesa oblicuamente la superficie de separación de dos medios transparentes de diferente naturaleza y se produce por una alteración de la velocidad de la luz, la cual disminuye cuando la densidad del nuevo medio es mayor y viceversa.

El Color

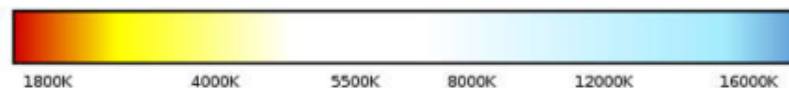
El color es el fenómeno físico de la luz el cual se encuentra ligado a las distintas longitudes de onda en la zona visible del espectro electromagnético.

La luz blanca proveniente del sol está conformada por la mezcla de todos los colores del espectro visible que van desde el violeta hasta el rojo.

Temperatura de color

Es la temperatura a la cual un cuerpo se debe calentar para que emita radiaciones visibles con un color determinado. En la figura 3 se puede apreciar la representación aproximada de la temperatura de color según ciertos colores.

Figura 3. Temperatura de algunos colores



Fuente: (Duarte, 2012)

Condiciones necesarias para el confort visual

Los seres humanos poseen una capacidad extraordinaria para adaptarse a su ambiente y a su entorno inmediato. De todos los tipos de energía que pueden utilizar los humanos, la luz es la más importante. La luz es un elemento esencial de nuestra capacidad de ver y necesaria para apreciar la forma, el color y la perspectiva de los objetos que nos rodean en nuestra vida diaria. La mayor parte de la información que obtenemos a través de nuestros sentidos la obtenemos por la vista (cerca del 80 %).

Y al estar tan acostumbrados a disponer de ella, damos por supuesta su labor. Ahora bien, no debemos olvidar que ciertos aspectos del bienestar humano, como nuestro estado mental o

nuestro nivel de fatiga, se ven afectados por la iluminación y por el color de las cosas que nos rodean.

Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, la capacidad y el confort visuales son extraordinariamente importantes, debido a que muchos accidentes se deben, entre otras razones, a deficiencias en la iluminación a errores cometidos por el trabajador, a quien le resulta difícil identificar objetos o los riesgos asociados con la maquinaria, los transportes, los recipientes peligrosos, etc.

El correcto diseño de un sistema de iluminación debe ofrecer las condiciones óptimas para el confort visual. Para conseguir este objetivo, debe establecerse una primera línea de colaboración entre arquitectos, diseñadores de iluminación y los responsables de higiene en el trabajo, que debe ser anterior al inicio del proyecto, con el fin de evitar errores que pueda ser difícil corregir una vez terminado. Entre los aspectos más importantes que es preciso tener en cuenta cabe citar el tipo de lámpara y el sistema de alumbrado que se va a instalar, la distribución de la luminancia, la eficiencia de la iluminación y la composición espectral de la luz.

El hecho de que la luz y el color afectan a la productividad y al bienestar psicofisiológico del trabajador debe animar a los técnicos en iluminación, fisiólogos y ergonomistas a tomar iniciativas destinadas a estudiar y determinar las condiciones más favorables de luz y color en cada puesto de trabajo. La combinación de iluminación, el contraste de luminancias, el color de la luz, la reproducción del color o la elección de los colores son los elementos que determinan el clima del colorido y el confort visual.

Factores que determinan el confort visual

Los requisitos que un sistema de iluminación debe cumplir para proporcionar las condiciones necesarias para el confort visual son los siguientes:

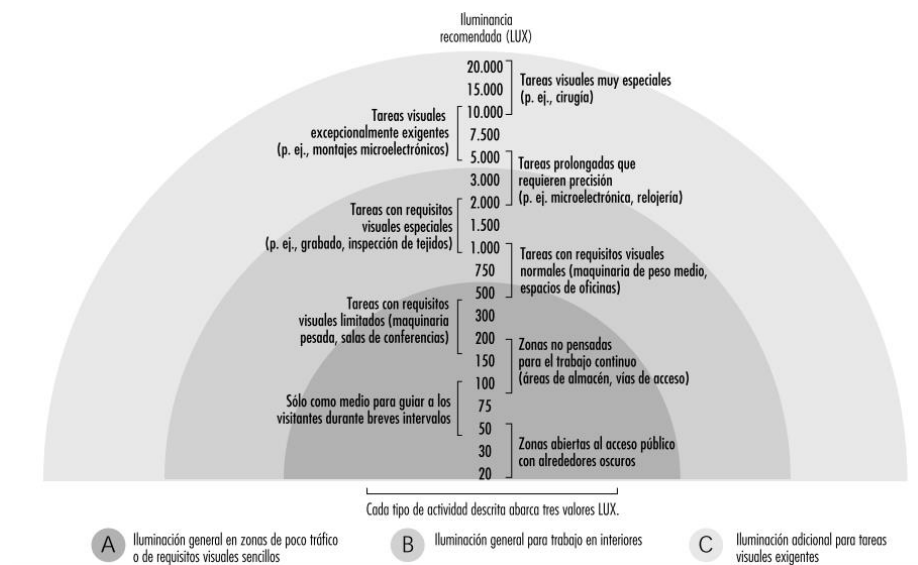
- Iluminación uniforme
- Luminancia óptima
- Ausencia de brillos deslumbrantes
- Condiciones de contraste adecuadas
- Colores correctos
- Ausencia de luces intermitentes o efectos estroboscópicos.

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino también cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la precisión que requieren las tareas realizadas, la cantidad de trabajo, la movilidad del trabajador, etc. La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa.

El resultado de la combinación de ambos producirá sombras de mayor o menor intensidad, que permitirán al trabajador percibir la forma y posición de los objetos situados en el puesto de trabajo. Deben eliminarse los reflejos molestos, que dificultan la percepción de los detalles, así como los brillos excesivos o las sombras oscuras (Forster).

En función de estos factores y las distintas actividades que realizan los empleados en una industrial a continuación se detalla en la figura 4, el nivel de iluminación recomendada para una actividad específica esta clasificación está en función del confort visual de la persona.

Figura 4. Niveles de iluminación en función de las tareas realizadas



Fuente: (Forster)

Ambiente laboral

El ambiente de trabajo influye tanto en la cantidad como la calidad de trabajo que una persona pueda realizar en su centro laboral de ahí la importancia que se le debe dar a mejorar y convertir el ambiente de trabajo en un lugar cómodo y agradable.

Actualmente muchas empresas han convertido sus ambientes de trabajo en un lugar de convivencia con todas las comodidades que puede tener cualquier persona en su hogar

cambiando el esquema tradicional de trabajo. Empresas como Google creen que el trabajo no debe ser una obligación impuesta por el dinero sino un lugar agradable donde las personas se sientan cómodas, sin duda los resultados se notan en cuanto a productividad, lealtad a la compañía, motivación y su estado de ánimo (Amores & Bonilla, 2015).

Problemas por la baja calidad del nivel de iluminación

La baja calidad del nivel de iluminación en una industria afecta potencialmente a los trabajadores los cuales pueden cometer más errores afectando el desempeño eficaz del trabajador e involucrando la salud laboral.

Este problema puede originar fatiga ocular, cansancio, dolor de cabeza, estrés y accidentes. El trabajo con poca luz daña la vista. También cambios bruscos de luz pueden ser peligrosos, pues ciegan temporalmente, mientras el ojo se adapta a la nueva iluminación. El grado de seguridad con el que se ejecuta el trabajo depende de la capacidad visual y ésta depende, a su vez, de la cantidad y calidad de la iluminación. Un ambiente bien iluminado no es solamente aquel que tiene suficiente cantidad de luz.

Para conseguir un buen nivel de confort visual se debe conseguir un equilibrio entre la cantidad, la calidad y la estabilidad de la luz, de tal forma que se consiga una ausencia de reflejos y de parpadeo, uniformidad en la iluminación, ausencia de excesivos contrastes, etc. Todo ello, en función tanto de las exigencias visuales del trabajo como de las características personales de cada persona.

Una iluminación incorrecta puede ser causa, además, de posturas inadecuadas que generan a la larga alteraciones músculo-esqueléticas, (Prevenci & LOSLDE.), (Beltrán & Merchán, 2013).

Términos utilizados en fotometría

Flujo Luminoso

Es una medida de la potencia total de luz visible emitida por las fuentes de radiación. Al hablar de cantidad total de luz estamos diciendo que el flujo luminoso nos proporciona una medida cuantitativa y global de la cantidad luz que la fuente luminosa emite en todo el espacio que le rodea. Su unidad es el lumen (lm) (Sánchez, 2014).

$$\Phi_L = \frac{dQ_L}{dt} [lm] \quad (1)$$

Donde:

Φ_L : Flujo luminoso

$\frac{dQ_L}{dt}$: Cantidad de energía luminosa radiada por unidad de tiempo.

Rendimiento Luminoso (eficacia luminosa)

Indica el flujo luminoso que emite una fuente de luz por cada unidad de potencia eléctrica consumida para su obtención (ver Figura 8.4). Se representa por la letra griega ε y su unidad es el lumen/vatio (lm/W) (Escobar, 2014).

$$\varepsilon = \frac{\Phi_L}{P} [lm/W] \quad (2)$$

Donde:

- ε : Eficacia luminosa (lm/W)
- P: Potencia activa (W)

Intensidad Luminosa

Para una fuente puntual, es la cantidad de flujo luminoso que lleva cada uno de los rayos que la fuente emite en una determinada dirección por unidad de ángulo sólido, su unidad es la candela (cd) (Sánchez, 2014).

$$I = \frac{\Phi_L}{\omega} [cd] \quad ; \quad \omega = \frac{S}{r^2} \quad (3)$$

Dónde:

- I: intensidad luminosa (cd)
- Φ_L : flujo luminoso (lm)

- ω : ángulo sólido (sr)
- r: radio de proyección (m)

Figura 5. Representación de la Intensidad Luminosa



Fuente: (Sánchez, 2014)

Iluminancia (nivel de iluminación)

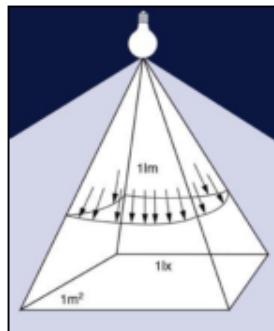
Cantidad de flujo luminoso recibido en una superficie, dividido por el área de dicha superficie, es decir es la relación que existe entre el flujo luminoso y el área de superficie a la cual incide dicho flujo. $E = I/d^2$, su unidad es el (lux).

$$E = \frac{\Phi L}{S} \left[\text{lm}/\text{m}^2 \text{ ó } \text{lux} \right] \quad (4)$$

Donde:

- E: luminancia (lux)
- ΦL : flujo luminoso (lm)
- S: superficie (m^2)

Figura 6. Representación de la Iluminancia

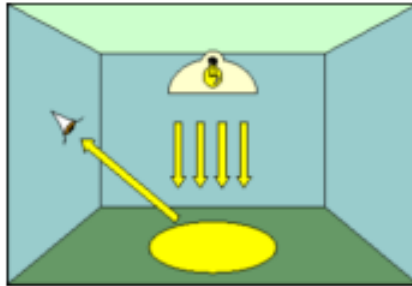


Fuente: (Sánchez, 2014)

Luminancia (L)

Cantidad de intensidad luminosa que emite una fuente primaria o secundaria en una determinada dirección de observación, dividida por el área de dicha superficie extensa, su unidad es cd/m^2 .

Figura 7. Representación de la Luminancia



Fuente: (Sánchez, 2014)

A continuación se presenta en la tabla 2 el resumen de las magnitudes y unidades fotométricas:

Tabla 2. Magnitudes y unidades fotométricas

MAGNITUD	FÓRMULA	UNIDAD
Flujo Luminoso	Φ	Lumen (lm)
Eficacia Luminosa	$\rho = \Phi/P$	lm/W
Iluminancia	$E = \Phi/S$	Lux
Intensidad Luminosa	$I = \Phi/\omega$	cd
Luminancia	$L = I/S$	cd/m^2

Fuente: (Sánchez, 2014)

Figura 8. Representación gráfica de las magnitudes fotométricas



Fuente: (Sánchez, 2014)

Factor de uniformidad general de iluminancia

Es la relación entre el nivel de iluminación mínimo y el nivel de iluminación medio sobre una superficie de trabajo. Se simboliza por U_m y su unidad está dada en por ciento (%). Su expresión es:

$$U_m = \frac{E_{min}}{E_{med}} [\%] \quad (5)$$

Instrumentos de medición

Dr. Meter LX1330B Digital Illuminance / Light Meter, 0 - 200,000 Lux meter

El instrumento que se utiliza actualmente para la medición de niveles de iluminación es el luxómetro de lectura digital directa que, de acuerdo a su fabricante, tiene una precisión de +/- 5%. El instrumento se calibra de manera automática antes de cada evento de monitoreo.

Figura 9. Instrumento de medición de iluminación



Fuente: (Amazon, 2017)

Para compensar el posible error debido a la precisión del instrumento, cuando se especifica un valor mínimo, se agrega un 5% a los resultados, y cuando se especifica un valor máximo, se resta un 5% a los resultados.

Por ejemplo, si se obtuvo un promedio de 480 lux en una oficina donde el requisito mínimo es de 500 lux, una compensación de error del 5%, o 24 lux, se añade al valor de 480 lux, dando un total de 504 lux, valor que está dentro del mínimo aceptable (Gerardo, 2016).

Técnica de medición

(Amazon, 2017) Cuando se realicen las mediciones, el instrumento debe descansar sobre la superficie a ser evaluada con el sensor de luz hacia arriba. En el caso de las mediciones de área, el equipo se dispondrá en posición horizontal (1 m por encima del nivel del suelo) con el sensor de luz hacia arriba. Se debe tener cuidado de no cubrir las células foto-sensibles, esto daría lugar a una lectura errónea.

Si las mediciones se realizan en una zona iluminada de manera uniforme, lo cual es muy raro, se podrían seleccionar cuatro posiciones aleatorias. En todos los demás casos, los cuatro puntos (o grupos de cuatro puntos si es necesario) deben ser seleccionados de modo que el promedio sea representativo del nivel de iluminación.

Metro Digital LOMVUM LV5800-B

El instrumento de medición láser determinan con precisión la distancia hasta el punto de medición. Este metro láser se emplean en el sector industrial y especialmente en las profesiones relacionadas con la construcción, como carpintería, albañilería, cerrajería, etc.

Figura 10. Instrumento de medición de distancia de punto a punto



Fuente: (Amazon, 2017)

Estos aparatos son capaces de medir, memorizar las distancias y determinar la superficie, el volumen o incluso la altura de manera directa en su display. También les ofrecemos metro láser para montaje fijo, de múltiples aplicaciones en el sector industrial (controladores de posiciones, control de grosor de bobinas, etc.). Los medidores láser de distancias se utilizan en topografía para medir las distancias inclinadas entre el punto conocido y el punto por conocer y por medio de cálculos internos y agregando el ángulo de inclinación, se puede obtener las coordenadas del punto nuevo y su cota.

Tipos lámparas

El mercado ofrece una gran variedad de bombillas y las más utilizadas desde siempre han sido las bombillas incandescentes, las halógenas y las fluorescentes. A continuación describiré brevemente las características de cada una de estas bombillas:

Lámparas incandescentes

Son las lámparas clásicas, las de toda la vida. Poseen un filamento de tungsteno que se pone incandescente cuando pasa una corriente por él, y produce luz. Su duración es de unas 1000 a 1200 horas. A partir de ese número de horas el filamento se va evaporando y se termina partiendo. Suelen consumir unos 80 W, por lo que su eficiencia es pésima además de su corta duración de vida.

Lámparas halógenas

Las lámparas halógenas, a diferencia de las incandescentes, permiten una mayor durabilidad (entre 2000 y 3000 horas de funcionamiento). Existen bombillas halógenas desde 100 hasta 1000 W, y su única ventaja con respecto a las bombillas incandescentes es un pequeño aumento de la eficiencia y una mayor duración vida.

Lámparas fluorescentes

Las lámparas fluorescentes o de bajo consumo, son las únicas que de algún modo pueden ofrecer algún tipo de competencia a las de tecnología LED. Este tipo de lámparas es el que más ha crecido en los últimos años.

Su composición es diferente a la de incandescentes y halógenas. Su interior está lleno de vapor de mercurio a baja presión que en contacto con la descarga eléctrica produce luz ultravioleta. A su vez, esta luz ultravioleta en contacto con el polvo fluorescente produce luz normal.

Podemos encontrarnos los convencionales tubos fluorescentes, o las bombillas de bajo consumo adaptadas a los casquillos comunes. Su duración de vida es superior a las de las demás bombillas convencionales, permitiendo su uso entre 6000 y 10.000 horas. Si una bombilla incandescente era de 100 W, las de bajo consumo tendrán que ser de 20 W, siendo su consumo cuatro o cinco veces inferior.

Lámparas LED

La tecnología LED es superior a todas las anteriormente mencionadas, debido a muchas características como las expectativas de vida larga, la alta tolerancia a la humedad, el bajo consumo de energía y una mínima generación de calor.

Son muchos los factores que diferencian positivamente a los sistemas de iluminación LED. Poseen un tiempo de vida de hasta 100.000 horas. Esto implica una duración diez veces superior a las lámparas normales. A continuación citamos algunas características (Martinez, 2011):

- Proporcionan un ahorro de hasta el 90% de la energía consumida.
- Presentan un encendido rápido. No existen un periodo de cadencia ni “arrancado” de la bombilla al generar luz.
- Pueden generar luz blanca, similar a la luz del día, de mejor calidad.
- La tecnología LED consigue tendencias de miniaturización y de aumento en el número de aplicaciones de la energía debido a la mayor eficiencia obtenida.
- Ayudan a reducir el impacto en el medio ambiente debido a su larga vida útil, y a que son sistemas fácilmente reciclables una vez agotado su ciclo de uso. Esto constituye una tecnología segura para el ser humano y ecológicamente correcta.
- Requiere un menor mantenimiento.

Diferencias de consumo aproximado entre luminaria LED y luminarias convencionales

A continuación se muestra una tabla donde se relacionan diferentes valores en lúmenes (lm), comparándolos con el consumo en watts (W) aproximado que poseen diferentes tipos de lámparas que comparten esos mismos valores.

Como se puede apreciar en la **tabla 3**, los LEDs poseen una mayor eficiencia luminosa con menor consumo en watts comparado con el resto de las lámparas de tecnologías más antiguas (“Tabla comparativa entre led y otras lamparas,” 2015).

Tabla 3. Consumo aproximado en watts y lúmenes de potencia luminosa entre diferentes lámparas para alumbrado general.

Valores en lúmenes (lm)	Consumo aproximado en watts (W) según el tipo de Lámpara			
	LEDs	Incandescentes	Halógenas	CFL y fluorescentes
50 / 80	1,3	10	---	---
110 / 220	3,5	15	10	5
250 / 440	5	25	20	7
550 / 650	9	40	35	9
650 / 800	11	60	50	11
800 / 1500	15	75	70	18
1600 / 1800	18	100	100	20
2500 / 2600	25	150	150	30
2600 / 2800	30	200	200	40

Fuente: (JAEGA, 2015)

Tabla 4. Tabla comparativa de diferentes características entre lámparas LEDs, CFLs, e Incandescentes

CARACTERÍSTICAS	LEDs	CFLs	Incandescentes
Ciclos continuados de encendido/apagado	Indefinido	Acorta su vida útil	Indefinido
Tiempo de demora para encender	Instantáneo	Algún retardo	Instantáneo
Emisión de calor	Muy baja	Baja	Alta
Consumo eléctrico	Bajo	Bajo	Alto
Eficiencia	Alta	Alta	Baja
Sensibilidad a la baja temperatura	Ninguna	Alta	Poca
Sensibilidad a la humedad	Ninguna	Alguna	Poca
Contenido de materiales tóxicos	Ninguno	Mercurio (Hg)	Ninguno
Vida útil aproximada en horas de funcionamiento	50 000	10 000	1 000
Permite atenuación	Algunos modelos	Algunos modelos	Todas
Precio	Alto	Medio	Bajo

Fuente: (JAEGA, 2015)

Tipos de alumbrado

Existen tres tipos de alumbrado que son:

- Alumbrado general.
- Alumbrado general y local.
- Alumbrado exterior.

Alumbrado general

Esta disposición de alumbrado es utilizado principalmente en zonas con superficies mayores a 200 m², y donde los niveles de iluminación requeridos no son muy elevados.

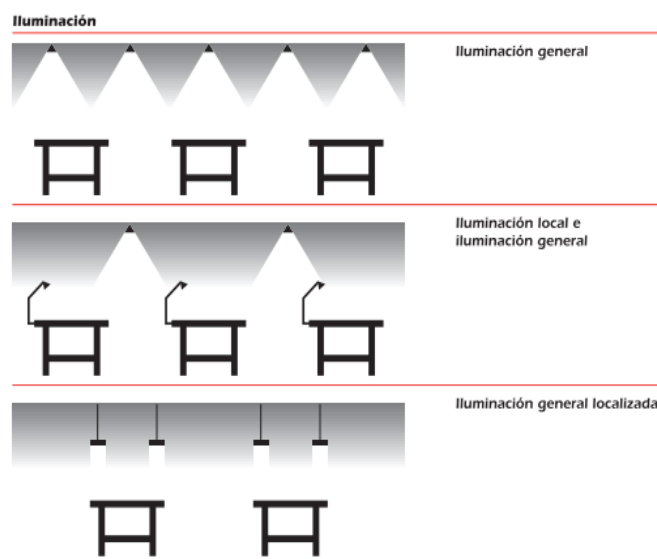
Alumbrado general y local

El alumbrado general es complementado por un alumbrado local, que persigue incrementar los niveles de iluminación.

Alumbrado exterior

Por lo general es utilizado para iluminar recintos exteriores en donde transitan personas en horas de la noche. Ejemplos de este tipo de alumbrado son los utilizados en la vía pública, estacionamiento, entre otros (Hinojosa & Gisbert, 2016).

Figura 11. Tipos de iluminación



Fuente: (Hinojosa & Gisbert, 2016)

Metodología del cálculo para el nivel de iluminación

Existen algunos métodos que se emplean para el cálculo de nivel de iluminación, en el presente proyecto se mencionara un método de cálculo luminotécnico denominado Método de los Lúmenes, los pasos para el cálculo se detallan a continuación:

Método de los Lúmenes, también denominado, Sistema General o método del Factor de Utilización

El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Proporciona una iluminancia media con un error de $\pm 5\%$ y nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación.

Al iniciar el cálculo el primer paso a seguir es de identificar los datos de entrada es decir las medidas de ancho, largo y altura del local así como también se debe definir la altura del plano útil de trabajo que normalmente es de 0,85 m. una vez obtenido estos datos se debe seguir los siguientes pasos para el cálculo:

1. **Determinar el nivel de iluminación.-** en función del tipo de actividad a realizar en el local se selecciona el nivel de iluminación que se encuentran tabuladas en las normas, con el fin de obtener una iluminación eficaz, rápida y confortable.
2. **Elección del tipo de la lámpara.-** para la elección del tipo de lámpara se debe tomar en cuenta que podemos elegir entre un sinnúmero de tipos de lámparas, que bien pueden ser fluorescentes, incandescentes, led, vapor de sodio, entre otros.
3. **Elección del sistema de iluminación.-** se debe elegir el sistema de alumbrado que mejor se adapte a las necesidades del local y a la actividad que está dirigida la misma, entre los sistemas de alumbrado tenemos: directa, semi-directa, difuso, indirecta, semi-indirecta.
4. **Elección de la altura de suspensión.-** esta altura se elige en función del sistema de alumbrado seleccionado, para un mejor entendimiento en la Tabla 10, se muestran las alturas mínimas:

Tabla 5. Alturas mínimas de las luminarias

Ubicación	Altura de las Luminarias
Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo:
	$h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$
	Óptimo:
	$h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

Fuente: (Garcia, 2017)

5. **Determinación del índice local (k).**- este cálculo se lo realiza en función de los datos iniciales mencionados anteriormente como son el largo, ancho, plano útil de trabajo y la altura de suspensión de los aparatos de alumbrado.

Tabla 6. Fórmulas de k en función del sistema de alumbrado

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Fuente: (Garcia, 2017)

6. **Coefficiente de reflexión.**- estos valores comúnmente se encuentran tabulados en función de los tipos de materiales, superficies y acabados del local a calcular.

Tabla 7. Coeficientes de Reflexión de Techos, Paredes y Suelo

Tipo	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: (Garcia, 2017)

7. **Determinación del factor de utilización.-** para poder determinar el (CU) debemos primero determinar el índice local **k** y el coeficiente de reflexión con estos datos se pueden hallar el factor de utilización que se encuentra tabulados y los suministran los fabricantes (**ver Anexo 3**) en función del tipo de luminaria.
8. **Factor de Mantenimiento.-** este factor dependerán fundamentalmente de dos variantes que son la suciedad ambiental y la frecuencia de la limpieza del local, para nuestro caso de estudio vamos a utilizar con valores 0,8 en locales limpios y 0,6 para locales sucios.

Fórmulas:

Flujo luminoso total necesario:

$$\Phi_T = \frac{E * S}{\eta * f_m} \quad (6)$$

Dónde:

- Φ_T : es el flujo luminoso total
- E: es la iluminancia media deseada
- S: es la superficie del plano de trabajo
- η : es el factor de utilización
- f_m : es el factor de mantenimiento

Número de luminarias:

$$N = \frac{\Phi_T}{n * \Phi_L} \quad (7)$$

Dónde:

- N: es el número de luminarias
- Φ_T : es el flujo luminoso total
- Φ_L : es el flujo luminoso de una lámpara
- n: es el número de lámparas por luminaria

Emplazamiento de Luminarias:

$$N_{\text{ancho}} = \sqrt{\frac{N_{\text{total}}}{\text{largo}} * \text{ancho}} \quad (8)$$

$$N_{\text{ancho}} = N_{\text{ancho}} * \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}}\right) \quad (9)$$

Determinación de las distancias de separación entre luminarias y luminarias frente a las paredes, es de señalar que esta opción en el software DIALux el cálculo es automático en función el local, evitando así el realizar el cálculo aplicando las formulas de la tabla 13.

Tabla 8. Distancias mínimas entre luminarias

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	e <= 1.2 h
extensiva	6 - 10 m	e <=1.5 h
Semi-extensiva	4 - 6 m	
extensiva	<=4 m	e <= 1.6 h
distancia pared-luminaria: e/2		

Fuente: (Garcia, 2017)

Nivel de iluminancia media (E_m):

$$E_m = \frac{n * \Phi_L * \eta * f_m}{S} \geq E_{\text{tablas}} \quad (10)$$

Dónde:

- Φ_L : es el flujo luminoso de la lámpara
- E_m : es la iluminancia media
- S : es la superficie del plano de trabajo
- η : es el factor de utilización
- f_m : es el factor de mantenimiento

Normas utilizadas para el desarrollo del proyecto.

NTE INEN 1 154 Iluminación natural de edificios para fábricas y talleres. Requisitos.

Esta norma ecuatoriana tiene como objetivo establecer los requisitos de la iluminación requerida en el interior de los edificios de fábricas y talleres, y otros factores que contribuyen a la iluminación sobre el plano de trabajo (INEN, 1984). Los valores recomendados para varias tareas en edificios industriales, para fábricas y talleres se indican en la **tabla 9**.

Tabla 9. Valores recomendados de iluminación.

Edificios Industriales	Iluminación Lux	Factor de luz natural
1. Áreas Generales de fábricas.		
a) bares.	150	1,88
b) vestuarios.	100	1,25
c) entradas, corredores y escaleras.	100	1,25
2. Calderos (industriales)		
a) carbón y manejo de cenizas.	100	1,25
b) calderos:		
b.1) frentes de calderos y áreas de operación.	100 +	1,25
b.2) otras áreas.	20 a 50	0,25 a 0,62
3) Fábricas de envasado y conservas.		
a) inspector de habas, arroz, cebado y semejante.	450	5,62
b) preparación, áreas de calderos, limpieza mecánica y recortada.	300	3,75
c) artículos envasados y embotelladores, retortas.	200	2,5
d) líneas de rotulación de alta velocidad.	300	3,75
e) inspección de enlatados.	450	5,62
4) Lecherías.		
a) áreas generales de trabajo.	200	2,5
b) inspección de botellas.	luz especial	
c) envasado de botellas.	450	5,62
5) Edificios para granjas (lecherías).		
a) cuartos para leche.	50	0,62
b) cuartos de lavado y esterilización.	150	1,88
c) sitio de ordeño.	150	1,88

6) Laboratorios y cuartos de pruebas.		
a) laboratorios generales y cuartos de balance.	300	3,75
b) laboratorios eléctricos y de instrumentos.	450	5,62
7) Bodegas y almacenes		
a) materiales grandes y naves de carga	100	1,25
b) materiales pequeños y estantes	150	1,88
c) empaçado y despachado	150	1,88

Fuente: (INEN, 1984)

NEC-11 Eficiencia energética en la construcción en Ecuador.

Se ha tomado como referencia esta norma para el análisis de la partes administrativa, es decir las oficinas debido a que la norma INEN 1 154 se enfoca básicamente a la parte de industrial motivo por el cual se optó por esta importante norma que se basa en los requisitos para iluminación en la parte residencial, oficinas, museos, etc.

A continuación se presenta los niveles de iluminancia requeridas por esta norma.

Tabla 10. Valores recomendados de iluminación.

Tipo de interior o actividad	Em [lux]	CUDI	Ra
Oficinas			
Archivo, copia, circulación, etc.	300	19	80
Escritura mecanografía, lectura, procesamiento de datos	500	19	80
Dibujo técnico	750	16	80
Estación de trabajo CAD	500	19	80
Salas de conferencias y reuniones	500	19	80
Buró (carpetas) de recepción	300	22	80
Archivos	200	25	80
Áreas generales de edificaciones			
Áreas de circulación y pasillos	100	28	40
Locales para atención médica	300	22	80
Cuartos técnicos (industrias) cuartos de aparamenta eléctrica	200	25	60
Almacén, cuartos de mercancías, almacén refrigerado	100	25	60

Fuente: (NEC, 2011)

Softwares utilizados para el desarrollo del proyecto de investigación.

DIALux evo

DIALux es un programa de planificación, cálculo y visualización de la luz reconocida mundialmente que puede ser usado por diseñadores de iluminación, arquitectos, etc. Este

Software tiene una interfaz hombre-máquina muy amigable que facilita el manejo eficiente del programa, puede ser utilizado para cálculos de iluminación de interior, exteriores así como de carreteras. En el DIALux se permite la importación archivos AutoCAD para su posterior estudio luminotécnico de tal forma que se tenga se obtenga resultados exactos.

Este software me permite realizar tres tipos de cálculos que se muestran en la **tabla 11**.

Tabla 11. Tipos de cálculo luminotécnico disponibles en DIALux

Tipos de cálculos en DIALux		
Cálculo	Ventaja	Desventaja
Solo luz directa	<ul style="list-style-type: none"> • Calculo extremadamente rápido • Apto para apreciar el efecto lumínico de las luminarias • Apto para análisis en los que únicamente se necesite luz 	<ul style="list-style-type: none"> • Resultados deficientes en luminarias con porcentaje indirecto • Resultados deficientes en superficies con grados de reflexión elevados • Desigualdad elevada y alta necesidad de interpretación de los resultados
Sin objetos ni muebles	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de cálculo considerablemente reducido • No toma en consideración ningún mueble ni objeto durante el cálculo • Apto para análisis en los que no se desea la influencia de muebles y objetos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin resultados en superficies de muebles y objetos así como resultados alterados en diversas superficies • Sin sombras y reflexiones en muebles y superficies • Visualización insuficiente de muebles y objetos
Iluminación simplificada para objetos y muebles	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de cálculo reducido Resultados correctos en todas las superficies • Resultados aproximados para muebles y objetos • Buen equilibrio entre tiempo de cálculo y precisión 	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad de visualización reducida de muebles y objetos

Realizado por: Los Postulantes

9. PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

El sistema de iluminación en la Planta Procesadora de Leche Parmalat S.A., no cumple con los estándares de niveles de iluminación en las áreas de trabajo.

10. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Para obtener los resultados esperados es necesario obtener información y evidencias directamente de la fuente es así que se emplea la metodología de campo, donde se procede a realizar mediciones del nivel de iluminación in situ, en la **tabla 12** se detalla las técnicas e instrumentos a utilizarse:

Tabla 12. Técnicas e instrumento a emplear en el proyecto

No.	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
1	Observar y medir los niveles de iluminación y consumo de energético de la planta.	Uso del Luxómetro y Analizador de Carga.
2	Cálculo matemático de los lúmenes para cada área de la planta.	Método del Factor de utilización.
3	Simulación del Sistema de Iluminación	Empleo del software Dialux.

Realizado por: Los Postulantes

11. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Descripción de la Planta Procesadora de Leche Parmalat.

Durante casi 30 años, Parmalat ha formado parte de los hogares ecuatorianos entregando productos de alta calidad, saludables y nutritivos bajo las marcas Parmalat y Zymil.

Actualmente cuenta con plantas de producción en Lasso y Cuenca para entregar al mercado ecuatoriano leche entera, semidescremada, descremada, deslactosada, fortificada, saborizada, leche en polvo, crema de leche, yogurt y mantequilla.

Hoy en día Parmalat del Ecuador cuenta con 160 colaboradores directos y recoge más de 40 millones de litros de leche al año que son procesadas en nuestras dos plantas de producción, bajo los más altos estándares de calidad.

Por la calidad de sus productos es una de las marcas más reconocidas en el país, se encuentran en constante desarrollo e innovación para entregar productos con alto valor agregado que aportan a la nutrición de toda la familia, entendiendo que todos tenemos necesidades específicas dependiendo de la edad o del estilo de vida.

Descripción del sistema de iluminación de la planta.

El sistema de iluminación de la planta está a un nivel de voltaje de 127V/220V, este nivel de voltaje lo suministra un transformador de 500 KVA, en donde inicialmente parte desde el tablero eléctrico 1 ubicado en el área de Servicios Eléctricos con una protección de 300 A, el breaker principal no solo es para iluminación sino que también es para las diferentes cargas con este nivel de voltaje. De este tablero nacen dos alimentadores los cuales son los encargados de energizar los diferentes equipos de la planta así como los sistemas de iluminación, en la planta se distribuyen diferentes subtableros que alimentan motores, equipos y también la iluminación, es decir son cargas mixtas.

Identificación de áreas.

Internamente la planta tienen diferentes áreas de trabajo donde las actividades que se realizan son totalmente diferentes es por eso que es necesario realizar una identificación de las áreas a estudiar para el análisis luminotécnico.

A continuación se presenta en la **tabla 13** las áreas en estudio.

Tabla 13. Áreas de trabajo de la planta Parmalat

EXTERIORES	Áreas:
	<ul style="list-style-type: none"> • Servicios Eléctricos • Bodegas de Producto Terminado • Área de Bancos de hielos • Envase Six Pack • Bodega de Tránsito • Área de Calderos • Cocina y Comedor • Mantenimiento • Vestidores y Dispensario Médico
PRODUCCIÓN	Áreas:
	<ul style="list-style-type: none"> • Esterilización y Pasteurización • Mantequilla • Cuartos Fríos • Ultra-pasteurización • Área de Tanques • Envasado Tetra Pack • Envasado de Yogurt • Empacado Tetra Pack • Empacado de Yogurt • Segundo Piso • Laboratorios • Oficinas

Realizado por: Los Postulantes

En la **tabla 13** se identifican dos zonas de la planta tales como exterior y producción, donde la zona exterior tiene poca actividad laboral en la noche específicamente en las áreas de carga, almacenamiento de producto.

En esta zona presenta una actividad laboral en la mañana donde no es necesario mantener en funcionamiento las luminarias, aprovechando al máximo la luz natural que penetra por medio de los translúcidos ubicados en los techos de las bodegas.

Figura 12. Zona externa de la planta Parmalat.



Realizado por: Los Postulantes

La segunda zona es Producción, en la cual se realiza el procesamiento de la leche y posteriormente el envasado de los derivados de la materia prima, esta zona es la que mayor actividad laboral tiene en el día y en la noche.

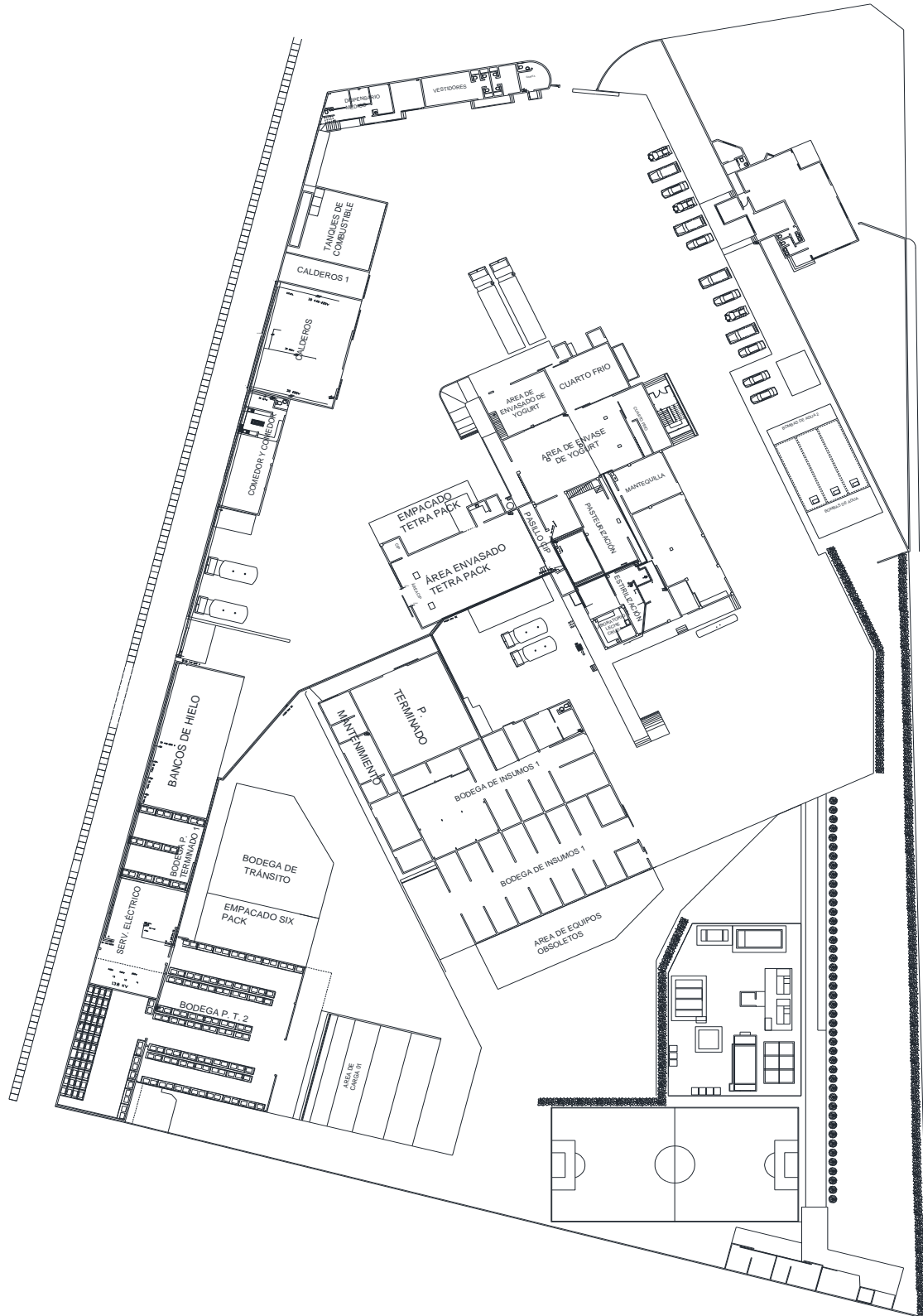
Figura 13. Zona de producción de la planta Parmalat.



Fuente: <http://www.parmalat.com.ec/site/nosotros>

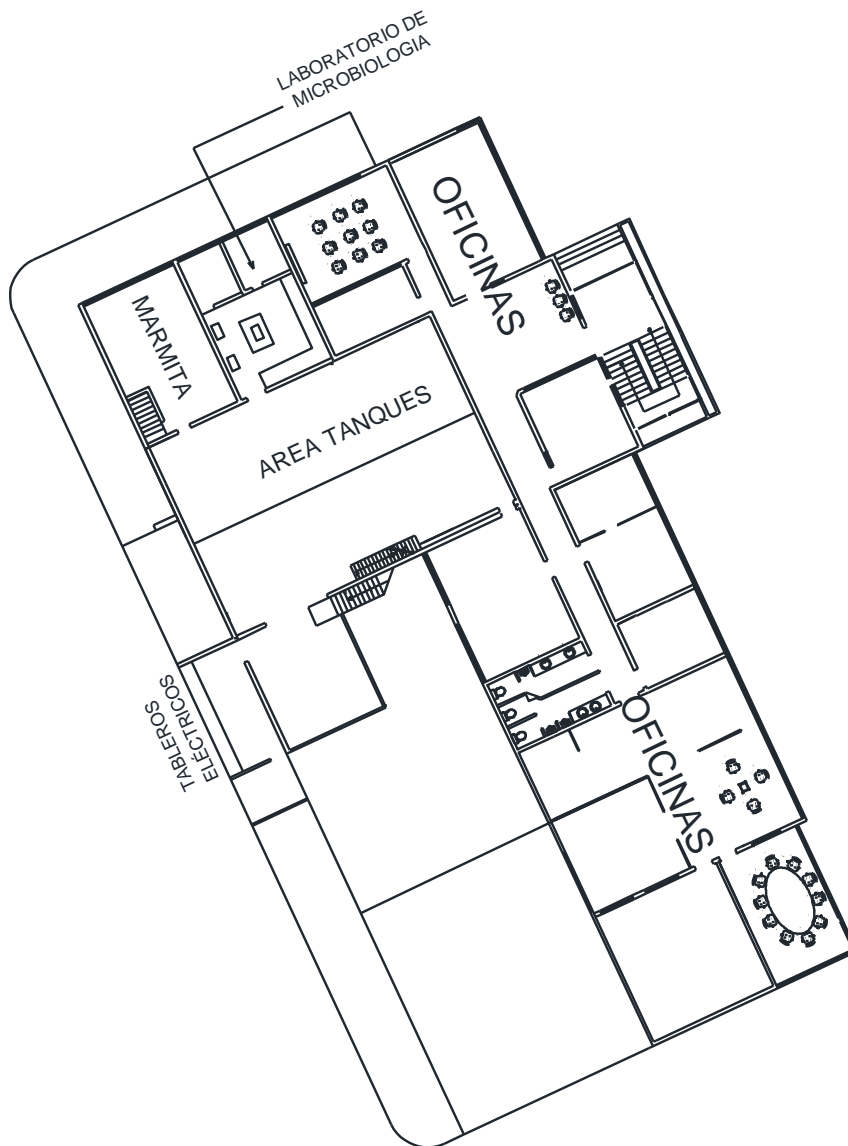
Con la finalidad de que se entienda de una mejor manera a continuación se presenta en la **figura 14 y 15** el plano arquitectónico con las áreas identificadas anteriormente.

Figura 14. Plano arquitectónico de la planta Parmalat.



Fuente: Departamento de mantenimiento de la planta

Figura 15. Plano arquitectónico segundo piso de la planta Parmalat.



Fuente: Departamento de mantenimiento de la planta

Carga de iluminación instalada en la planta.

Carga actual.

Con la finalidad conocer la actual carga instalada del sistema de iluminación, se realiza un catastro de la luminarias, la misma que permite obtener información del tipo, número de lámparas y luminarias en todas las áreas de trabajo identificadas anteriormente.

El resultado de este catastro de luminarias determina que la planta existen 4 tipos de lámparas:

- Lámparas fluorescentes

- Lámparas de Sodio
- Lámparas Led
- Lámparas Led de alta potencia

En la planta de procesamiento existe un gran número de lámparas de tipo fluorescente estas se encuentran distribuidas generalmente en el área de producción y oficinas, las lámparas de vapor de sodio principalmente están ubicadas en las áreas de almacenamiento es decir las bodegas y áreas de carga debido a su alto consumo estas lámparas no se usan con frecuencia.

Las lámparas con tecnología led se encuentran presente en menor número en las áreas de producción este tipo de lámparas tiene muchas ventajas una de ellas es su bajo consumo energético y su alto rendimiento lumínico.

En la **tabla 14** se muestra las características de cada lámpara hallada en la planta:

Tabla 14. Características técnicas de las lámparas.

Tipo de Lámpara	Lámpara		Balastro			Potencia Total [W]
	Voltaje [V]	Potencia [W]	Fp	Corriente [A]	Potencia [W]	
Fluorescente 54 W T5	120	54	0,92	0,96	16	124
Superia Led 48 W	120	48	0,9	0,45	6	54
Vapor de Sodio	220	400	0,87	2,3	35	435
Led de Alta Potencia	220	150	0,9	-	-	150

Realizado por: Los Postulantes

Con los datos iniciales obtenidos del catastro de la **tabla 14** se llega a determina la carga total instalada del sistema de iluminación, a continuación se muestra detalladamente en la **tabla 15** la carga instalada en cada una las áreas de trabajo donde se especifica el tipo y cantidad de luminarias distribuidas en el área de trabajo.

Tabla 15. Carga instalada del área Exterior.

No.	Descripción	Tipo de lámpara	No de Luminarias	Potencia del sistema [W]	Potencia total [W]
1	Garita	Fluorescente 54 W T5	1	124	124
2	Vestidores	Fluorescente 54 W T5	3	124	372
3	Dispensario médico	Fluorescente 54 W T5	5	124	620
4	Tanques de combustible	Fluorescente 54 W T5	2	124	248
5	Área de calderos	Led de Alta Potencia	4	150	600

6	Cocina y comedor	Fluorescente 54 W T5	9	124	1116
7	Lavado de carros	Fluorescente 54 W T5	2	124	248
8	Área de banco de hielos	Led de Alta Potencia	4	150	600
9	Área de servicios eléctricos	Led de Alta Potencia	2	150	300
10	Bodega de Producto Terminado 2	Vapor de Sodio	7	435	3045
		Led de Alta Potencia	3	150	450
11	Area de carga	Vapor de Sodio	2	435	870
		Led de Alta Potencia	2	150	300
12	Área de empaque exterior	Fluorescente 54 W T5	3	124	372
13	Área de bodega de tránsito	Fluorescente 54 W T5	5	124	620
14	Área de mantenimiento	Fluorescente 54 W T5	7	124	868
15	Bodega de producto terminado	Superia Led 48 W	7	54	378
16	Bodega de Insumos 1	Vapor de Sodio	4	435	1740
		Fluorescente 54 W T5	16	124	1984
17	Bodega de Insumos 2	Vapor de Sodio	4	435	1740

Realizado por: Los Postulantes

Carga instalada: 16595 W

Tabla 16. Carga instalada del área de Producción.

No.	Descripción	Tipo de lámpara	No de Luminarias	Potencia del sistema [W]	Potencia total [W]
18	Perímetro	Fluorescente 54 W T5	4	124	496
19	Área de desinfección	Fluorescente 54 W T5	1	124	124
20	Área de esterilización	Fluorescente 54 W T5	3	124	372
21	Pasillo en el área de producción	Superia Led 48 W	2	54	108
22	Laboratorio de leche cruda	Fluorescente 54 W T5	4	124	496
23	Recibidor de leche	Superia Led 48 W	1	54	54
24	Área de pasteurización y ultra-pasteurización	Led de Alta Potencia	1	150	150
		Vapor de Sodio	1	435	435
		Fluorescente 54 W T5	2	124	248
25	Cuarto de Mantequilla	Fluorescente 54 W T5	4	124	496
26	Área de paletizado de yogurt	Fluorescente 54 W T5	8	124	992
27	Cuartos fríos	Superia Led 48 W	7	54	378
28	Área de envasado de yogurt	Superia Led 48 W	8	54	432
		Fluorescente 54 W T5	3	124	372
29	Pasillo de la sala de envase	Superia Led 48 W	3	54	162
30	Sala de envase y área CIP	Superia Led 48 W	4	54	216
		Fluorescente 54 W T5	6	124	744
		Vapor de Sodio	2	435	870
		Led de Alta Potencia	2	150	300
31	Área de empaque de leche	Superia Led 48 W	7	54	378
32	Area de bombas de agua	Fluorescente 54 W T5	8	124	992
33	Área de tanques	Vapor de Sodio	2	435	870
		Led de Alta Potencia	2	150	300
		Superia Led 48 W	3	54	162
34	Cuarto de Marmita	Fluorescente 54 W T5	2	124	248
35	Control de calidad	Fluorescente 54 W T5	2	124	248
36	Laboratorio de microbiología	Fluorescente 54 W T5	4	124	496
37	Área de Oficinas	Fluorescente 54 W T5	45	124	5580
38	Área de tanques del tercer piso	Fluorescente 54 W T5	6	124	744

Realizado por: Los Postulantes

Carga instalada: **17463 W**

Con los resultados finales obtenidos tanto del área exterior y de producción se puede determinar la potencia total del sistema de iluminación sumando las cargas instaladas obtenidas de las dos áreas donde se tiene lo siguiente:

Tabla 17. Potencia Instalada de la Planta

POTENCIA INSTALADA DE LA PLANTA	
Área exterior	16595 W
Área de producción	17463 W
TOTAL	34058 W

Realizado por: Los Postulantes

Distribución de la carga.

La carga de iluminación de la planta se distribuye en quince subtableros de distribución donde se muestra a continuación en la **tabla 18**.

Tabla 18. Distribución de la Carga

ITEM	SUBTABLEROS	POTENCIA [W]	P. REACTIVA [VAR]	P. APARENTE [VA]	Factor de Potencia
1	Ilum. Bodega de producto terminado	5657	3004,56	6405,39	0,88
2	Ilum. Mantenimiento área de p. Terminado	1246	552,84	1363,14	0,91
3	Ilum. Bodega de insumos y área de p. Term.	5464	2817,39	6147,6	0,89
4	Ilum. Sala de envase y área CIP	2508	1242,98	2799,12	0,9
5	Ilum. Area de pasteurización y perímetro	1650	712,35	1797,2	0,92
6	Ilum. Sala de envase y pasillo afuera	833	424,82	935,07	0,89
7	Ilum. Mantequilla y recopilación de yogurt	2832	1263,12	3100,92	0,91
8	Ilum. Garita y SS.HH.	1364	581,06	1482,61	0,92
9	Ilum. Oficinas	5580	2377,07	6065,22	0,92
10	Ilum. Segundo y tercer piso	3068	1456,34	3396,11	0,9
11	Ilum. Área de calderos	600	290,59	666,67	0,9
12	Ilum. Bombas de agua	992	422,59	1078,26	0,92
13	Ilum. Area de calderos y lavadora	248	105,65	269,57	0,92
14	Ilum. Cocina y comedor	1116	475,41	1213,04	0,92
15	Ilum. Serv. Eléctricos y bancos de hielo	900	435,89	1000	0,9

Realizado por: Los Postulantes

Los tableros no solo están compuestos de cargas de iluminación sino que también poseen circuitos de fuerza y tomas especiales es decir que la carga es mixta en estos tableros. En las

instalaciones existen o bien están presentes tres tipos de cargas que afectan el factor de potencia del sistema estas cargas son capacitivas, inductivas y resistivas, en las instalaciones industriales se suele tomar importancia a estos factores debido a que tienen motores y sistemas de iluminación, para nuestro caso el sistema de iluminación contiene lámparas fluorescentes, vapor de sodio y led. Estos afectan directamente al factor de potencia en donde en la **tabla 18** se observa que el factor de potencia esta entre 0.92 y 0.88 (**ver Anexo 4**).

Con el objetivo de comprender más detalladamente la distribución de la carga de iluminación se elabora un diagrama unifilar que se puede observar en el **Anexo 6**, donde inicialmente este circuito arranca desde un transformador de 500 KVA de un voltaje en el secundario de 120V-220V. Este alimentador se divide en dos circuitos los cuales son los encargados de alimentar tanto el sistema de iluminación y fuerza de las áreas de producción y exteriores.

El circuito como tal que se dirige a producción llega al tablero de distribución en el segundo piso del área mencionada donde se redistribuye a los subtableros de distribución los cuales son de iluminación y carga es decir que las cargas son mixtas al igual que el circuito de las áreas exteriores.

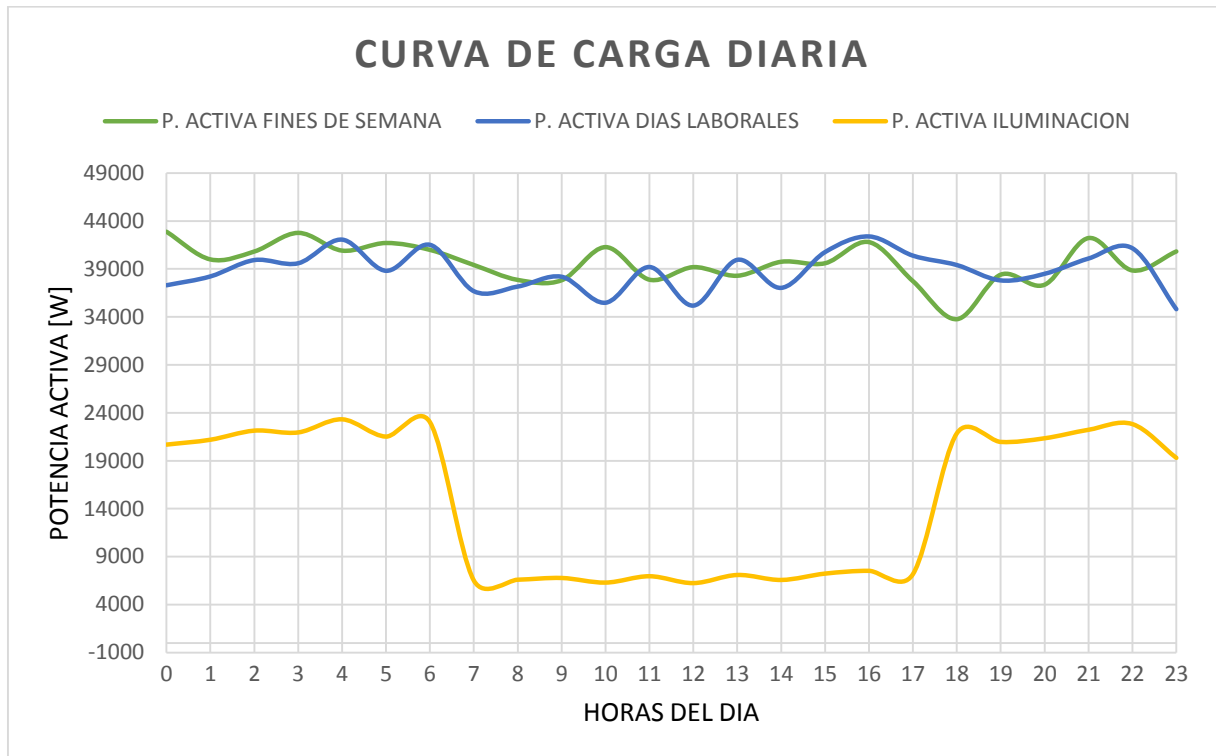
Estimación del consumo de energía.

El sistema de iluminación como bien se menciona anteriormente no es independiente es decir que las cargas de iluminación y fuerza están compartidas en los subtableros, motivo por el cual se desconoce específicamente el consumo de energía en iluminación.

Con el objetivo de conocer la demanda del sistema de iluminación es fundamental realizar una gráfica de la curva de carga diaria esto se lo hace mediante de la utilización de un analizador de carga, este se instaló en el transformador número 1, el cual es de 500 KVA de capacidad a un nivel de voltaje 13800V/127-220V la razón de la instalación en este punto es debido a las causas mencionadas anteriormente y al instalar en este punto se puede medir la potencia total demandada del transformador y de esta curva de carga general se pueda determinar un cierto porcentaje de la demanda de iluminación específicamente.

En la **figura 16** se muestra la curva de carga del transformador para los días laborales y fines de semana y la curva de carga de iluminación.

Figura 16. Diagrama unifilar del sistema de iluminación de la Planta.



Realizado por: Los Postulantes

Si bien es cierto la curva de iluminación no se puede determinar debido a que la carga es mixta en el transformador 1, se realizó un análisis basado en la potencia instalada de las luminarias y el funcionamiento tanto en el día como en la noche (**Ver Anexo 7**), es decir que se va a analizar cada área de trabajo y determinar si las mismas se encuentran en funcionamiento el sistema de iluminación en el día o en la noche de forma general.

Este análisis es general para poder determinar una curva de demanda de iluminación de modo que la demanda aproximada en la horas en la noche es de 21521 W debido en que este periodo es donde se presenta más demanda de potencia y la demanda aproximada en las horas del día es de 6884 W el valor en el día se ve reducido debido a que se tiene la ventaja de la iluminación de la luz natural, finalmente estos valores se lo relaciono con la demanda promedio general de los días laborales donde para el día representa un 17,7% y para la noche un 55,4% de la demanda total.

De forma que se comprenda mejor el análisis a continuación se presenta en la **tabla 19** los resultados obtenidos donde se pueden apreciar la potencia demanda para cada hora del día en un periodo de 24 horas tanto para los días de fines de semana, días laborales y la potencia aproximada en iluminación.

Tabla 19. Potencia activa del transformador 1.

Hora	Potencia F. semana [W]	Potencia L-V [W]	Potencia Iluminación [W]
0	42880	37298	20679,59
1	39992	38220	21190,78
2	40818	39927	22137,22
3	42762	39592	21951,48
4	40912	42057	23318,18
5	41708	38808	21516,80
6	40990	41517	23018,78
7	39412	36679	6505,07
8	37856	37164	6591,09
9	37822	38184	6771,99
10	41276	35478	6292,07
11	37880	39204	6952,89
12	39188	35178	6238,87
13	38290	39950	7085,19
14	39748	37027	6566,79
15	39596	40760	7228,85
16	41798	42388	7517,57
17	37730	40389	7163,05
18	33762	39408	21849,46
19	38402	37804	20960,14
20	37356	38494	21342,70
21	42220	40088	22226,48
22	38840	41156	22818,63
23	40826	34804	19296,81

Realizado por: Los Postulantes

Finalmente en la **tabla 19** se muestra la demanda máxima obtenida es de 38815 W a las 16h00 y la demanda mínima es de 34804 W a las 23h00.

Un problema hallado en el transformador 1 de 500KVA es que se encuentra sobredimensionado es decir que del 100% de su capacidad solo un 8% se encuentra en uso esto puede acarrear problemas con las pérdidas de energía o bien puede ser que la planta cuente con maquinaria que consume alta potencia pero solo se utiliza en cortos periodos de tiempo.

El consumo de energía en iluminación es muy importante es así que para determinar el consumo aproximado de manera fácil se lo realiza multiplicando la potencia y las horas de uso, en este caso es la potencia instalada de las luminarias por área y las horas de uso que se le dan, en la **tabla 20** se detalla el proceso, donde como resultado se obtiene que en un día tipo el consumo de energía es de 252,3 KWh/día. Con este dato podemos determinar el consumo mensual de energía en iluminación donde se multiplica por los 30 días dando como resultado 7569 KWh/mensual, este valor es muy importante para reducir este consumo de energía.

Tabla 20. Consumo de energía en función de las horas.

Ítem	Descripción	Potencia [W]	Horas de uso [h]	KWh
1	Garita	124	24	2,976
2	Vestidores	372	3	1,116
3	Dispensario médico	620	8	4,96
4	Tanques de combustible	248	6	1,488
5	Área de calderos	600	12	7,2
6	Cocina y comedor	1116	10	11,16
7	Lavado de carros	248	10	2,48
8	Área de banco de hielos	600	12	7,2
9	Área de servicios eléctricos	300	8	2,4
10	Bodega de Producto Terminado 2	3495	4	13,98
11	Area de carga	1170	4	4,68
12	Área de empaque exterior	372	8	2,976
13	Área de bodega de tránsito	620	6	3,72
14	Área de mantenimiento	868	12	10,416
15	Bodega de producto terminado	378	10	3,78
16	Bodega de Insumos 1	3724	4	14,896
17	Bodega de Insumos 2	1740	4	6,96
18	Perímetro	496	12	5,952
19	Área de desinfección	124	4	0,496
20	Área de esterilización	372	12	4,464
21	Pasillo en el área de producción	108	12	1,296
22	Laboratorio de leche cruda	496	12	5,952
23	Recibidor de leche	54	12	0,648
24	Área de pasteurización y ultra-pasteurización	833	12	9,996
25	Cuarto de Mantequilla	496	8	3,968
26	Área de paletizado de yogurt	992	8	7,936
27	Cuartos fríos	378	4	1,512
28	Área de envasado de yogurt	804	8	6,432
29	Pasillo de la sala de envase	162	12	1,944
30	Sala de envase y área CIP	2130	8	17,04
31	Área de empaque de leche	378	10	3,78
32	Area de bombas de agua	992	2	1,984
33	Área de tanques	1332	12	15,984
34	Cuarto de Marmita	248	8	1,984
35	Control de calidad	248	8	1,984
36	Laboratorio de microbiología	496	12	5,952
37	Área de Oficinas	5580	8	44,64
38	Área de tanques del tercer piso	744	8	5,952
CONSUMO TOTAL DE ENERGIA POR DIA				252,28

Realizado por: Los Postulantes

Niveles de Iluminancia requeridas.

Para el proyecto en cuestión es necesario realizar mediciones in situ con el fin de conocer el si las áreas de trabajo cuentan con niveles de iluminación adecuados para que los trabajadores de la planta puedan realizar sus actividades normalmente, es así que a continuación se presentan un análisis de los resultados obtenidos de las áreas consideradas para el estudio.

Medición del nivel de iluminación.

Para este tipo de medición se empleó un luxómetro que es un instrumento capaz de medir la iluminancia de un local las mediciones son arrojadas en luxes, con estas mediciones se realiza la comparación con la norma INEN 1 154 con el fin de verificar si están en dentro de los límites recomendados, en la **tabla 20, 21 y 22** se muestran los resultados obtenidos de la mediciones.

El dato de medición que se observa en la **tabla 21** es el resultado del promedio de varias mediciones tomadas en la misma área de trabajo esto es muy importante, mientras más datos tomados existan mayor será la exactitud del nivel de iluminación en el área de estudio.

Tabla 21. Mediciones de iluminancia realizadas - exterior.

ITEM	UBICACIÓN	MEDICIÓN [lux]	INEN 1 154 [lux]
1	Área de banco de hielos	209,16	200
2	Bodega de producto terminado	72,63	100
3	Área de carga p.t. 2	267,71	100
4	Empacado six pack	15,23	150
5	Área de servicios eléctricos	147,73	200
6	Área de pesaje	108,41	150
7	Bodega de insumos 1	69,51	100
8	Bodega de insumos 2	135,14	100
9	Bombas de agua	45,5	100
10	Mantenimiento	63	200
11	Bodega de transito	51,7	100
12	Bodega de producto t. 1	137,38	100

Realizado por: Los Postulantes

Tabla 22. Mediciones de iluminancia realizadas - producción.

ITEM	UBICACIÓN	MEDICIÓN [lux]	INEN 1154 [lux]
13	Pasillo producción	37,98	100
14	Esterilización	49,09	150
15	Ultra pasteurización	154,88	150
16	Lab. leche cruda	197,82	300
17	Mantequilla	196,88	200
18	Cuarto frio 2	26,67	100
19	Área tanques 3er piso	33,81	100
20	Área tanques 2do piso	227,68	100
21	Marmita	148,05	200
22	Envase de yogurt	122,85	200
23	Área envasado tetra pack	261,63	200
24	Salida CIP	105	100
25	Empacado tetra pack	101,33	150
26	Área de calderos	234,65	200
27	Pasillo tetra pack	304,95	100
28	Lab. microbiología	175,35	300

Realizado por: Los Postulantes

Tabla 23. Mediciones de iluminancia realizadas – oficinas.

ITEM	UBICACIÓN	MEDICIÓN [lux]	NEC – 11 [lux]
29	Centro médico 1	89,4	300
30	Centro médico 2	110	300
31	Centro médico 3	131	300
32	Gerencia industrial	180,31	300
33	Capacitaciones	115,14	300
34	Sala de espera	25,65	500
35	Gerencia colecta de leche	159,13	300
36	Política lechera	121,36	300
37	Sistemas	80,12	300
38	Compras y contabilidad	121,41	300
39	Sala de juntas	71,63	500
40	Archivo	66,03	300
41	Pasillo	6,65	100

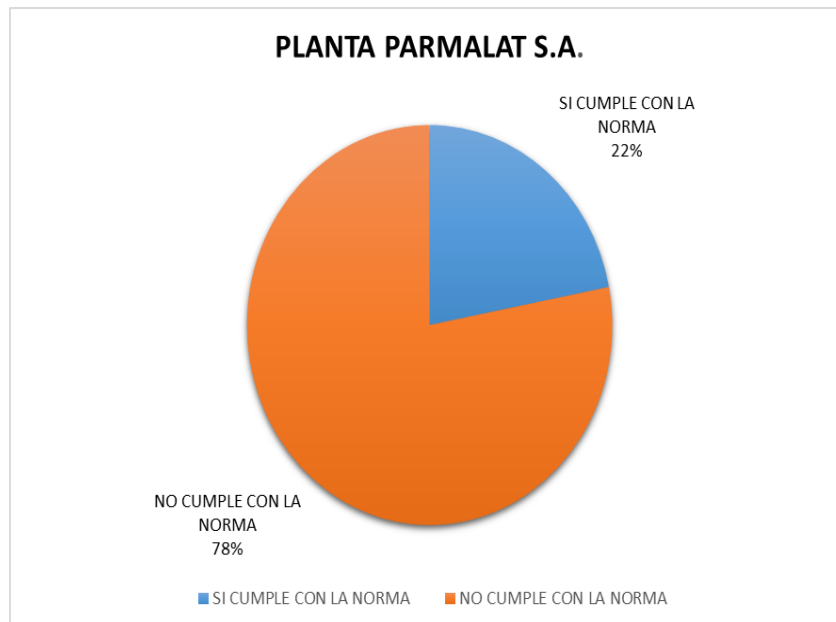
Realizado por: Los Postulantes

La norma utilizada para la comparación de los resultados obtenidos de la **tabla 23** es la NEC 11, esto es debido a que al momento de buscar los niveles de iluminación requeridos para áreas de este tipo no consta en la norma INEN 1 154 porque esta norma básicamente se

enfoca a las de construcciones de plantas industriales y fábricas. Motivo por el cual se empleó esta norma donde los niveles requeridos para áreas como oficinas y centro médicos están constando en la lista.

Con los datos obtenidos se puede analizar las áreas que no cumplen con las normas es por eso que en la **figura 17** se muestra un gráfico del estado actual de la planta en lo que respecta a los niveles de iluminación, en donde tan solo el 22% de las áreas de trabajo cumple con el nivel de iluminación recomendada por las normas, de modo que es necesario mejorar estos niveles de iluminación de las áreas identificadas porque un 78% no la cumple.

Figura 17. Resumen general de la iluminación de la Planta.



Realizado por: Los Postulantes

Áreas de trabajo con bajo nivel de iluminación.

Las áreas de trabajo que no cumplen con el nivel de iluminación especificadas por las normas se detallan a continuación en las **tablas 24 y 25** en el cual se detallan el nivel de iluminación requeridos y el nivel de iluminación medido a través del luxómetro en el área de trabajo de la planta, estos datos son de gran importancia porque a raíz de este se realizara la propuesta de mejora en la calidad del nivel de iluminación.

Tabla 24. Áreas con bajo nivel de iluminación – para norma INEN 1 154.

ITEM	UBICACIÓN	MEDICIÓN [lux]	INEN 1 154 [lux]
1	Bodega de producto terminado	72,63	100
2	Empacado six pack	15,23	150
3	Área de servicios eléctricos	147,73	200
5	Área de pesaje	108,41	150
6	Bodega de insumos 1	69,51	100
7	Bombas de agua	45,5	100
8	Mantenimiento	63	200
9	Bodega de tránsito	51,7	100
10	Pasillo producción	37,98	100
11	Esterilización	49,09	150
12	Lab. leche cruda	197,82	300
13	Mantequilla	196,88	200
14	Cuarto frio 2	26,67	100
15	Área tanques 3er piso	33,81	100
16	Marmita	148,05	200
17	Envase de yogurt	122,85	200
18	Empacado tetra pack	101,33	150
19	Lab. microbiología	175,35	300

Realizado por: Los Postulantes

Tabla 25. Áreas con bajo nivel de iluminación – para norma NEC 11.

ITEM	UBICACIÓN	MEDICIÓN [lux]	NEC – 11 [lux]
20	Centro médico 1	89,4	300
21	Centro médico 2	110	300
22	Centro médico 3	131	300
23	Gerencia industrial	180,31	300
24	Capacitaciones	115,14	300
25	Sala de espera	25,65	500
26	Gerencia colecta de leche	159,13	300
27	Política lechera	121,36	300
28	Sistemas	80,12	300
29	Compras y contabilidad	121,41	300
30	Sala de juntas	71,63	500
31	Archivo	66,03	300
32	Pasillo	6,65	100

Realizado por: Los Postulantes

Según la comparación de datos de las tablas **24** y **25** basadas en la norma INEN 154 y NEC 11 se afirma que las áreas de trabajo no cumplen con los estándares especificados en las normas, verificando así la hipótesis.

12. IMPACTOS (TECNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONOMICOS)

Impacto en el medio ambiente laboral.

En nuestro proyecto investigativo realizado en la Planta de Procesadora de Leche Parmalat S.A., el cual estudia el área de iluminación óptima se identificó diferentes problemas asociados al medio ambiente laboral el cual influye al desempeño de los trabajadores.

Es así que mediante una serie de métodos se logró que las áreas en estudio mejoren el nivel de iluminación cumpliendo con las normas ecuatorianas por consiguiente el mejoramiento del medio ambiente laboral donde se puede apreciar algunos beneficios para los trabajadores enlistado de la siguiente forma:

- Evitar fatiga visual
- Mejoramiento del estado de animo
- Mejoramiento de las condiciones del puesto de trabajo
- Evitamos enfermedades laborales
- Evitamos accidentes laborales
- Mejora en los aspectos psicológico y psicosocial del trabajador
- Mejoramiento en la Higiene en el trabajo

Impacto económico.

El proyecto se desarrolló con la finalidad de mejorar el aspecto visual, laboral y económico de la planta motivo por el cual se planteó una propuesta de ahorro de energía incluyendo tecnologías actuales como la de tipo LED que por sus grandes características mejoran en un gran porcentaje el ambiente laboral como el económico.

Es por eso que el costo total del proyecto asciende a \$ **7826,85** dólares americanos que mediante el estudio técnico–económico se estima recuperar esta inversión en 4 años tomando en cuenta la vida útil de las luminarias es de 10 años funcionando las 12 horas todos los días.

13. PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO

Propuesta del Proyecto.

Como bien se conoce los niveles de iluminación en la mayoría de las áreas de trabajo de la planta no cumplen con las normas es por eso que es necesario realizar un cálculo luminotécnico con el fin de determinar el número de luminarias y lámparas definitivo para cumplir con los requerimientos de las normas según la actividad desempeñada por los trabajadores, es así que se tomará como ejemplo un área de trabajo para realizar los respectivos cálculos. Posteriormente con el ejemplo se realiza el cálculo y simulación en el software Dialux.

EJEMPLO:

Calculo luminotécnico por el método de los Lúmenes.

Envase de Yogurt.

Para obtener el cálculo de nivel de iluminación, como datos iniciales se debe contar con el largo [m], ancho [m], altura [m] y la superficie del área [m²] a calcular. El área de envase de yogurt es una de las áreas más importantes y concurridas de la planta, esta área debe tener un buen nivel de iluminación basada en la norma INEN 1154 que debe ser igual o mayor a 200 Lux.

Datos:

Lugar de Trabajo: Envase de Yogurt		
Ancho:	7.4 m	Fc: 0.9
Largo:	10.3 m	E: 200 Lux
Altura:	3.57m	P.U.T.: 0.85 m
Superficie:	76.2 m ²	

a) Cálculo del flujo luminoso

Iluminación requerida:

E= 200 Lux (Dato obtenido de la **tabla. 9**)

Factor de mantenimiento

$f_m = 0.9$, para locales con ambientes limpios

Para el cálculo del factor de utilización hallamos primero el índice K:

En la **tabla. 6**, según el sistema de iluminación correspondiente a iluminación directa y semidirecta, escogemos la ecuación correspondiente:

$$K = \frac{a * b}{h * (a + b)}$$

Reemplazamos datos:

$$K = \frac{7,4 [m] * 10,3[m]}{2,72 [m] * (7,4 [m] + 10,3 [m])}$$

Obtenemos:

$$K = 1,58$$

Para el cálculo del factor de utilización:

Mediante la **tabla 7**, en función del color de las paredes y techo observados en la planta se podrá determinar los coeficientes de reflexión, donde se obtiene lo siguiente:

- Techo : 0.5 y Pared: 0.5

Con el índice K de 1,58 y los coeficientes de reflexión hallados nos dirigimos a la tabla de **anexo 3**, que nos permitirá hallar el factor de utilización que para este caso es de 0,36.

Para el cálculo de flujo luminoso total tenemos la ecuación (6):

$$\phi T = \frac{E * S}{\eta * fm}$$

$$\phi T = \frac{200 [Lux] * 76,2 [m^2]}{0,36 * 0,9}$$

$$\phi T = 47037,04 \text{ lúmenes.}$$

b) Cálculo del número de luminarias se la ecuación (7):

El número de luminarias está en función de la siguiente fórmula la obtenemos:

$$N = \frac{\phi T}{n * \phi L}$$

Obtenemos el flujo luminoso de la lámpara Waterproof Superia Led a utilizar en dicha área:

$$\phi L = 4359 \text{ lm}$$

$$N = \frac{47037,04 \text{ lm}}{2 * 4359 \text{ lm}}$$

$$N = 5 \text{ luminarias} \approx 6 \text{ luminarias}$$

El total de luminarias a utilizar en el área de envasado de yogurt, son 6 luminarias, analizando la superficie del lugar.

c) Distribución de luminarias según las ecuación (8) y (9) respectivamente:

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{N \text{ total}}{\text{largo}} * \text{ancho}}$$

$$N \text{ ancho} = \sqrt{\frac{6 \text{ luminarias}}{10,3 \text{ [m]}} * 7,4 \text{ [m]}}$$

$$N \text{ ancho} = 2,07 \approx 2 \text{ luminarias}$$

$$N \text{ largo} = N \text{ ancho} * \left(\frac{\text{largo}}{\text{ancho}}\right)$$

$$N \text{ largo} = 2 * \left(\frac{10,3}{7,4}\right)$$

$$N \text{ largo} = 2,88 \approx 3 \text{ luminarias}$$

Para el cálculo de iluminancia media tenemos la ecuación (10):

$$E_m = \frac{n * \phi L * \eta * f_m}{S} \geq E \text{ tablas}$$

$$E_m = \frac{6 * 4359 \text{ [lm]} * 0,36 * 0,9}{76,2 \text{ [m}^2\text{]}} \geq E \text{ tablas}$$

$$E_m = 222,41 \text{ [lux]} \geq (200 \text{ lux}) \text{ dato obtenido de la } \mathbf{tabla. 9}$$

Cumple con la norma INEN 1154.

Simulación en el Software Dialux.

La presente simulación para el área de envase de yogurt es de mucha importancia porque nos permite conocer el nivel de iluminación aproximado a la realidad apoyados con los cálculos luminotécnicos realizados anteriormente.

En primer lugar para el uso de este software se realiza una exportación del plano arquitectónico de la planta con el objetivo de conocer las dimensiones del área a calcular. Luego se procede a dibujar un edificio con el fin de crear un área en la cual se puede modificar los parámetros de cálculo como la altura del plano útil de trabajo, el nivel de iluminación recomendada y el factor de mantenimiento.

Figura 18. Simulación del área de envase de yogurt.



Realizado por: Los Postulantes

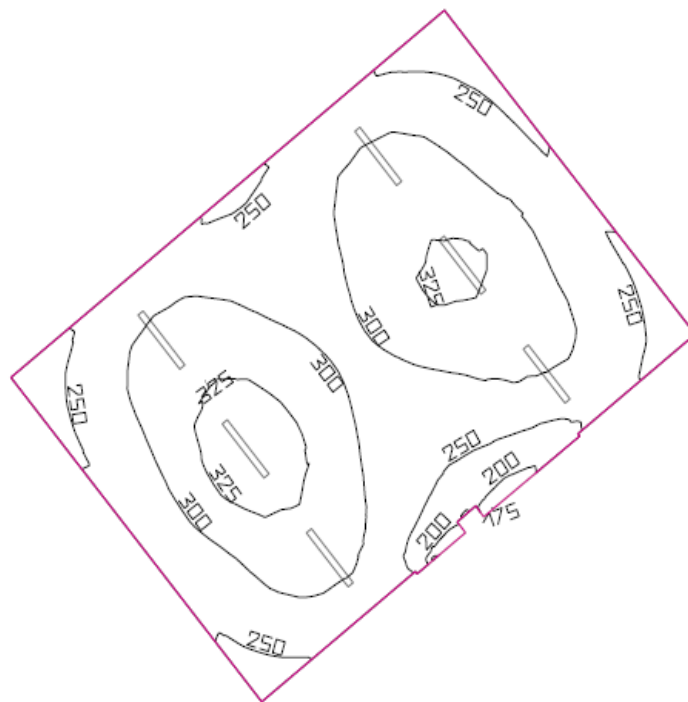
Una vez que se obtiene el área modelada, es decir que tenga todos los datos iniciales ingresados se procede a insertar las luminarias esto se lo hace de la siguiente manera:

1. En esta fase se importa la matriz fotométrica de la luminaria a emplear para el cálculo.
2. Ingreso de las luminarias, el software permite varias opciones de ingreso la que se empleó para este ejemplo es la disposición automática por áreas esta opción distribuye la luminarias en función de los parámetro modificados en la opción áreas.

3. Una vez distribuida las luminarias se procede a la creación de la escena de luz, esta opción es la más importante debido a que se permite modificar las condiciones en las que se requiere simular el área es decir, en el día o la noche de acuerdo a la necesidad del usuario.
4. Cumplidos los pasos anteriores se da clic en la pestaña (iniciar calculo), finalizado el cálculo el software nos permite obtener una documentación, que no es más que los reportes de resultado para el área en estudio.

Reporte de Resultados para el área de envase de yogurt:

Figura 19. Isolineas del área de envase de yogurt.



Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 6	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	288 (> 200)	175	337	0.61	0.52

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	26136	274.8	95.1

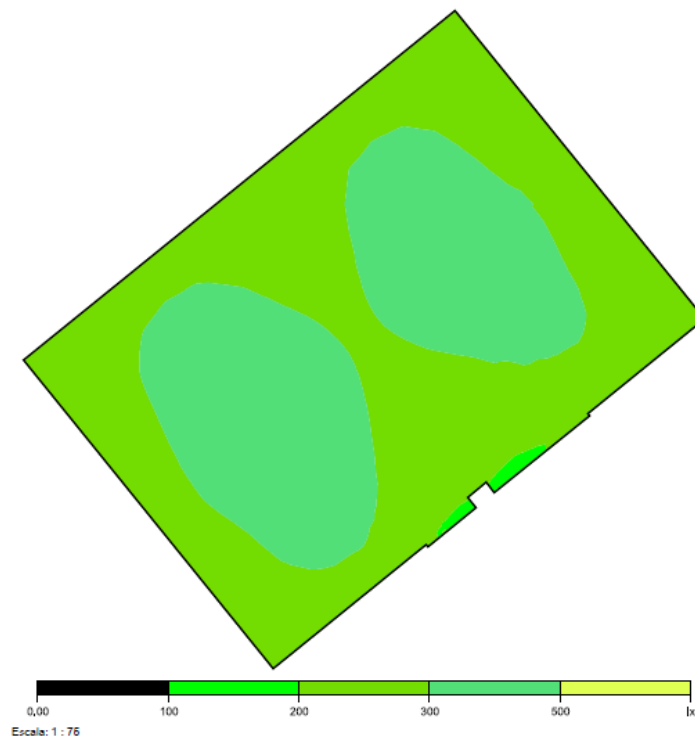
Realizado por: Los Postulantes

En la **figura 19** se presenta los resultados obtenidos de la simulación donde se aprecia que el nivel de iluminación medio alcanzado es de 288 lux para esta área en estudio cumpliendo satisfactoriamente con la norma recomendaba como mínimo 200 lux. El número de luminarias necesarias para esta área de trabajo es de 6 de tipo led de 48 W, con un rendimiento lumínico de 95,1 lm/W.

Colores Falsos.

Unos de los resultados que se obtiene de la simulación es la distribución de colores o conocido como colores falsos gracias a ellos se puede conocer si el nivel de iluminación en el área de trabajo tiene una distribución uniforme, en la **figura 20** se presenta los resultados para el área en estudio donde se puede observar que existe una distribución uniforme de iluminancia con un valor de 200 lux aproximadamente.

Figura 20. Colores falsos del área de envase de yogurt.

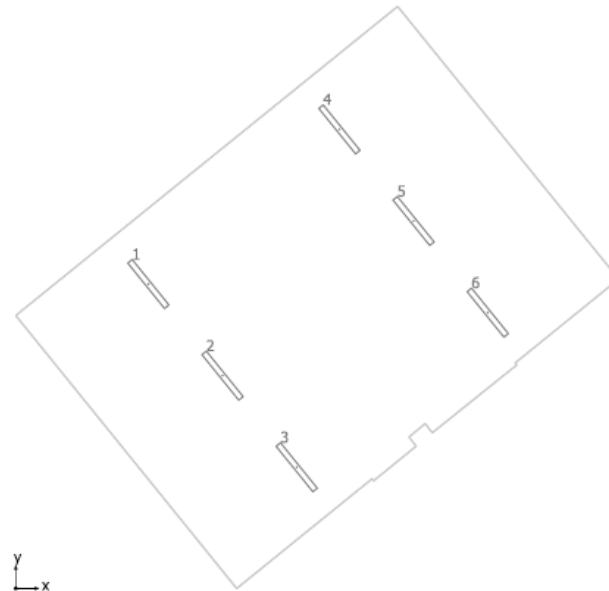


Realizado por: Los Postulantes

Unos de los reportes que también tienen importancia es donde se especifica la ubicación de las luminarias en función del área calculada según el diseño, en la **figura 21** se muestra detalladamente los espaciamientos y la altura del montaje de la luminaria esto lo reporta el DIALux con la finalidad cumplir la norma con respecto al nivel de iluminación.

Espaciamiento de luminarias según el área.

Figura 21. Ubicación de las luminarias en función del área calculada.



FEILO SYLVANIA WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp

N°	X [m]	Y [m]	Altura de montaje [m]
1	2.812	6.457	3.600
2	4.385	4.514	3.600
3	5.957	2.571	3.600
4	6.863	9.736	3.600
5	8.436	7.793	3.600
6	10.009	5.850	3.600

Realizado por: Los Postulantes

Todos los cálculos y simulaciones realizadas para el ejemplo son los mismos para las áreas identificadas con problemas de bajo nivel de iluminación es por eso que el **tabla 26** se presenta un resumen de los resultados obtenidos dando lo siguiente.

Tabla 26. Resumen de resultados de los cálculos y simulaciones.

Ítem	Ubicación	INEN 1 154	Medición [lux]	Calculado [lux]	Dialux [lux]	Tipo luminaria	Arreglo de luminarias
1	Bodega de producto terminado	100	72,63	127,92	161	Superia Led 48 W	8
2	Empacado six pack	150	15,23	176,81	142	Superia Led 48 W	6
3	Área de servicios eléctricos	200	147,73	165,53	241	Led de Alta Potencia	3
4	Área de pesaje	150	108,41	186,72	160	Superia Led 48 W	2
5	Bodega de insumos 1	100	69,51	95,3	87,6	Led de Alta Potencia	3
6	Bombas de agua	100	45,5	84,07	121	Superia Led 48 W	2
7	Mantenimiento	200	63	280,46	264	Superia Led 48 W	6
8	Bodega de transito	100	51,7	124,92	121	Superia Led 48 W	8
9	Pasillo producción	100	37,98	92,31	163	Superia Led 48 W	4
10	Esterilización	150	49,09	208,47	162	Superia Led 48 W	4

11	Lab. leche cruda	300	197,82	294,23	350	Superia Led 48 W	4
12	Mantequilla	200	196,88	176,96	214	Superia Led 48 W	4
13	Cuarto frio 2	100	26,67	151,29	129	Superia Led 48 W	4
14	Área tanques 3er piso	100	33,81	263,11	169	Superia Led 48 W	5
15	Marmita	200	148,05	188,31	218	Superia Led 48 W	3
16	Envase de yogurt	200	122,85	222,41	288	Superia Led 48 W	6
17	Empacado tetra pack	150	101,33	174,76	181	Superia Led 48 W	5
18	Lab. microbiología	300	175,35	313,85	352	Superia Led 48 W	5
19	Centro medico 1	300	89,4	304,12	390	Superia Led 48 W	2
20	Centro medico 2	300	110	214,96	306	Superia Led 48 W	1
21	Centro medico 3	300	131	201,18	276	Superia Led 48 W	1
22	Gerencia industrial	300	180,31	243,12	338	Superia Led 48 W	4
23	Capacitaciones	300	115,14	270,56	397	Superia Led 48 W	4
24	Sala de espera	500	25,65	390,14	488	Superia Led 48 W	6
25	Gerencia colecta de leche	300	159,13	262,19	296	Superia Led 48 W	3
26	Política lechera	300	121,36	259,81	402	Superia Led 48 W	4
27	Sistemas	300	80,12	186,81	342	Superia Led 48 W	2
28	Compras y contabilidad	300	121,41	360,43	351	Superia Led 48 W	10
29	Sala de juntas	500	71,63	411,51	640	Superia Led 48 W	6
30	Archivo	300	66,03	559,19	304	Superia Led 48 W	10
31	Pasillo	100	6,65	136,85	189	Superia Led 48 W	4
32	Maquinaria obsoleta	200	nuevo	177,69	222	Superia Led 48 W	7
33	Area de calderos 1	200	nuevo	99,47	245	Led de Alta Potencia	1

Realizado por: Los Postulantes

Como se observa en la tabla anterior los resultados obtenidos son los esperados porque cumplen con las normas, todos los resultados y reportes, se puede apreciar en los **Anexos 2 y 5**. En algunas de las áreas de trabajo estudiadas se puede observar que con el cálculo y la simulación no se cumplieron lo especificado en la normas o bien se aproxima a este valor se consideró dentro del grupo general debido a que estas áreas son tienen mucha actividad laboral motivo por el cual el trabajador no se verá afectado.

Número de luminarias requeridas.

En la **tabla 27** podemos apreciar la comparación entre el tipo de luminaria existente con respecto al tipo de luminaria propuesto o empleado en la simulación, teniendo así el número de luminarias definitivo este dato es importante para utilizar en el presupuesto final del proyecto. Los resultados obtenidos del cálculo y simulación son los siguientes:

Tabla 27. Número de luminarias para la propuesta.

Ítem	Ubicación	Tipo luminaria existente	No. luminaria existente	Tipo luminaria propuesto	Arreglo de Luminarias	No. Luminaria definitivo
1	Bodega de producto terminado	Superia Led 48 W	7	Superia Led 48 W	8	1
2	Empacado six pack	Fluorescente 54 W T5	3	Superia Led 48 W	6	6
3	Área de servicios eléctricos	Led de Alta Potencia	2	Led de Alta Potencia	3	1

4	Área de pesaje	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	2	2
5	Bodega de insumos 1	Vapor de Sodio	4	Led de Alta Potencia	3	3
6	Bombas de agua	Fluorescente 54 W T5	3	Superia Led 48 W	2	2
7	Mantenimiento	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	6	6
8	Bodega de transito	Fluorescente 54 W T5	5	Superia Led 48 W	8	8
9	Pasillo producción	Superia Led 48 W	2	Superia Led 48 W	4	2
10	Esterilización	Fluorescente 54 W T5	3	Superia Led 48 W	4	4
11	Lab. leche cruda	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	4	4
12	Mantequilla	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	4	4
13	Cuarto frio 2	Fluorescente 54 W T5	2	Superia Led 48 W	4	4
14	Área tanques 3er piso	Fluorescente 54 W T5	6	Superia Led 48 W	5	5
15	Marmita	Fluorescente 54 W T5	2	Superia Led 48 W	3	3
16	Envase de yogurt	Superia Led 48 W	8	Superia Led 48 W	6	-2
17	Empacado tetra pack	Superia Led 48 W	5	Superia Led 48 W	5	0
18	Lab. microbiología	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	5	5
19	Centro medico 1	Fluorescente 54 W T5	1	Superia Led 48 W	2	2
20	Centro medico 2	Fluorescente 54 W T5	1	Superia Led 48 W	1	1
21	Centro medico 3	Fluorescente 54 W T5	1	Superia Led 48 W	1	1
22	Gerencia industrial	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	4	4
23	Capacitaciones	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	4	4
24	Sala de espera	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	6	6
25	Gerencia colecta de leche	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	3	3
26	Política lechera	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	4	4
27	Sistemas	Fluorescente 54 W T5	1	Superia Led 48 W	2	2
28	Compras y contabilidad	Fluorescente 54 W T5	12	Superia Led 48 W	10	10
29	Sala de juntas	Fluorescente 54 W T5	2	Superia Led 48 W	6	6
30	Archivo	Fluorescente 54 W T5	4	Superia Led 48 W	10	10
31	Pasillo	Fluorescente 54 W T5	3	Superia Led 48 W	4	4
32	Maquinaria obsoleta	-	-	Superia Led 48 W	7	7
33	Área de calderos 1	-	-	Led de Alta Potencia	1	1
Total de luminarias de alta potencia		7	Total de luminarias led 48 w		116	

Realizado por: Los Postulantes

Reducción del consumo de energía y mejora del nivel de iluminación.

Tomando en cuenta que el consumo de energía actual es de 252,28 KWh/día, se pretende reducir el consumo de energía con la propuesta de iluminación planteada anteriormente es así que en la **tabla 28** se muestra la propuesta para el ahorro energético.

Tabla 28. Ahorro energético.

ITEM	UBICACIÓN	POTENCIA ANTERIOR [W]	POTENCIA OBTENIDA [W]	AHORRO [W]	HORAS DE USO	KWh/día
1	Empacado six pack	372	324	48	8	0,384
2	Area de pesaje	496	108	388	4	1,552
3	Bodega de insumos 1	1740	450	1290	4	5,16
4	Bombas de agua	372	108	264	2	0,528
5	Mantenimiento	496	324	172	12	2,064
6	Bodega de transito	620	432	188	6	1,128
7	Esterilización	372	216	156	12	1,872
8	Lab. Leche cruda	496	216	280	12	3,36
9	Mantequilla	496	216	280	8	2,24
10	Area tanques 3er piso	744	270	474	8	3,792
11	Marmita	248	162	86	8	0,688
12	Envase de yogurt	432	324	108	8	0,864
13	Empacado tetra pack	270	270	0	10	0
14	Lab. Microbiología	496	270	226	12	2,712
15	Centro medico 1	124	108	16	8	0,128
16	Centro medico 2	124	54	70	8	0,56
17	Centro medico 3	124	54	70	8	0,56
18	Gerencia industrial	496	216	280	8	2,24
19	Capacitaciones	496	216	280	8	2,24
20	Sala de espera	496	324	172	8	1,376
21	Gerencia colecta de leche	496	162	334	8	2,672
22	Política lechera	496	216	280	8	2,24
23	Sistemas	124	108	16	8	0,128
24	Compras y contabilidad	1488	540	948	8	7,584
25	Pasillo	372	216	156	8	1,248
26	Área de pasteurización y ultra-pasteurización	435	150	285	12	3,42
27	Sala de envase y área CIP	870	300	570	8	4,56
28	Área de tanques	870	300	570	12	6,84

Realizado por: Los Postulantes

En la **tabla 29** no existe un ahorro de energía específico debido a que estas áreas tienen un nivel de iluminación inadecuado por lo tanto el incremento de luminarias es esencial para mejorar la iluminación y evitar accidentes.

Tabla 29. Áreas con incremento de potencia.

ITEM	UBICACIÓN	POTENCIA ANTERIOR [W]	POTENCIA OBTENIDA [W]	AHORRO [W]	MEDIDO [lux]	INEN 154 [lux]	DIALUX [lux]
1	Bodega de producto terminado	378	432	-54	72,63	100	161
2	Area de servicios eléctricos	300	450	-150	147,73	200	241

3	Pasillo producción	108	216	-108	37,98	100	163
4	Cuarto frío 2	108	216	-108	26,67	100	129
5	Sala de juntas	248	324	-76	71,63	500	640
6	Archivo	496	540	-44	66,03	300	304

Realizado por: Los Postulantes

Nota: Los valores de potencia descritos con signo negativo en la **tabla 29**, es una referencia que nos indica que hubo un incremento de potencia respecto al anterior.

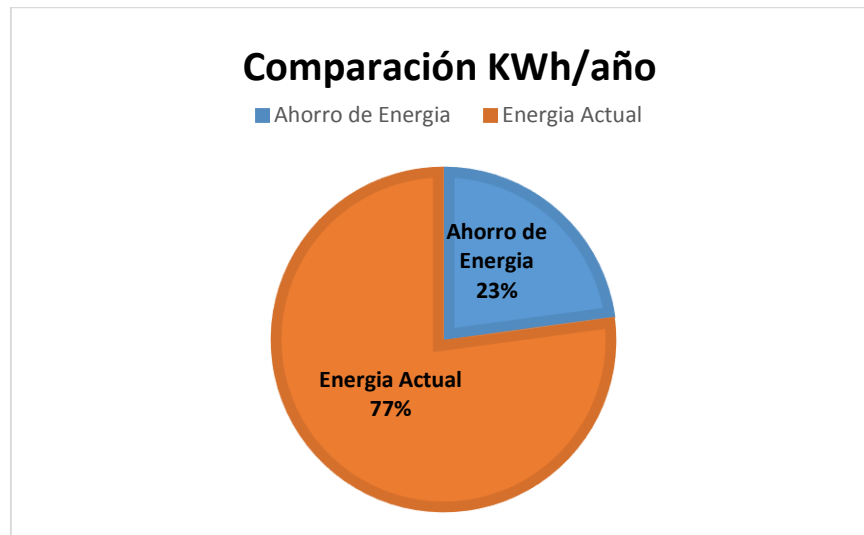
Como resultado final se estima un ahorro de energía diaria de 57,71 KWh/día que viene siendo una reducción del 23% del consumo de energía en iluminación, el valor obtenido es de mucha importancia debido a que unos de los objetivos del presente proyecto es reducir el consumo.

Tabla 30. Ahorro de energía diario, mensual y anual.

Descripción	KWh/día	KWh/mes	KWh/año
Energía Actual	252,284	7568,52	90822,24
Ahorro de Energía	57,712	1731,36	20776,32

Realizado por: Los Postulantes

Figura 22. Representación gráfica del ahorro de energía en iluminación.



Realizado por: Los Postulantes

Presupuesto general del proyecto.

Tabla 31. Presupuesto total del proyecto.

CLIENTE:						
Planta Procesadora de Leche Parmalat S. A.						
Dirección : Sector Lasso						
CONCEPTO:						
Ítem	Descripción	Unidad	Precio Unitario	Cantidad	Precio Total	
1	Lámpara Polvo Sellado C/Tubo Led	und	25,39	116	2945,24	
2	Ledvance Highbay 150w 110-220v	und	318,75	7	2231,25	
COSTO DEL PROYECTO:						
Subtotal:			5176,49	\$		
IVA 12%:			621,17	\$		
Valor Total:			5797,66	\$		
Mano de Obra:			1449,41	\$		
Dirección Técnica:			579,76	\$		
TOTAL:			7826,85	\$		

Realizado por: Los Postulantes

El costo total del proyecto se puede observar en la **tabla 31** tomando en cuenta un 25% de mano de obra y el 10% de la dirección técnica es de **\$ 7826,85** dólares americanos.

Análisis técnico-económico.

El siguiente análisis técnico económico se van hacer uso de siguientes métodos para la valuación del proyecto:

VAN: es el valor actual neto, es uno de los criterios económicos más ampliamente utilizado en la evaluación de proyectos de inversión, el cual se base en determinar la equivalencia en el tiempo cero de los flujos de efectivo que genera un proyecto y compararlas con el desembolso inicial. Para su cálculo es importante conocer la tasa de descuento que para nuestro caso según el Banco Central del Ecuador es de **7,86 %**.

- Si el $VAN < 0 \rightarrow$ se rechaza el proyecto
- Si el $VAN = 0 \rightarrow$ el proyecto es indiferente
- Si el $VAN > 0 \rightarrow$ se acepta el proyecto.

TIR: conocido como tasa interna de rendimiento, también como tasa interna de retorno, es un indicador financiero que mide el rendimiento de los fondos que se pretende invertir en un proyecto. El TIR nos permite conocer el rendimiento real de una inversión.

- Si la $TIR < TMAR$ se rechaza el proyecto
- Si la $TIR = TMAR$ el proyecto es indiferente
- Si la $TIR > TMAR$ el proyecto se acepta.

TMAR: tasa mínima atractiva de retorno

$$TMAR = \%pasivo + \%inflacion + \%premio\ al\ riesgo$$

$$TMAR = 4,8 \% + (-0,03\%) + 15\% \quad (11)$$

$$TMAR = 19,77\%$$

Para realizar esta evaluación también se necesita como datos iniciales tarifa industrial con demanda horaria 0,107 \$/KWh se tomó esta tarifa debido a que la iluminación presenta una mayor actividad en la noche y específicamente en las horas pico. A esto también se suma el ahorro energético anual de la propuesta es cual es de 20776,32 KWh/año.

Con estos datos iniciales se puede evaluar el proyecto donde se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 32. Análisis del VAN - TIR.

Año	Precio de la energía	Ahorro de energía	Beneficios anual bruto	Flujo de caja	7,86%	Saldo
N	0,107 \$	KWh/año	Ingreso por ahorro de energía \$	\$	VAN	
1	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	2061,07	-5765,78
2	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1910,87	-3854,91
3	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1771,62	-2083,29
4	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1642,52	-440,77
5	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1522,83	1082,06
6	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1411,85	2493,91
7	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1308,97	3802,88
8	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1213,58	5016,46
9	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1125,15	6141,61
10	0,107	20776,32	2223,07	2223,07	1043,15	7184,76
			22230,66	22230,66	15011,6	
				Inversión	7826,85	
				VAN	7184,76	
				TIR	25%	

Realizado por: Los Postulantes

En la **tabla 32** se puede observar que la inversión de \$ **7826,85** dólares americanos realizada en iluminación es recuperada en un tiempo de 4 años obteniendo una VAN de \$ **7184,76** dólares americanos y una tasa interna de retorno TIR de 25%. De modo que los resultados obtenidos refleja que el proyecto es factible tomando en cuenta que el tiempo de vida útil de estas lámparas es de 50000 horas que serían 10 años aproximadamente considerando el funcionamiento de 12 horas al día todo el año, no tendríamos problemas en recuperar la inversión inicial.

En la **tabla 33** se presenta un resumen de los indicadores económicos demostrando así que el proyecto es totalmente factible.

Tabla 33. Resumen de índices económicos.

INDICADOR ECONÓMICO	VALOR	RESULTADO
VAN	7184,76 \$	El proyecto es factible
TIR	25%	>19,77% (TMAR) se acepta el proyecto
PERIODO DE RECUPERACIÓN	4 años	En el periodo de 4 años se recupera la inversión inicial

Realizado por: Los Postulantes

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Mediante la visita de campo se observó el mal estado del nivel iluminación, a través de mediciones por medio de equipos como el Luxómetro para la iluminación y el Analizador de Carga donde se pudo recolectar datos de cada una de las áreas, sabiendo la deficiencia del sistema de iluminación y a su vez está comparando con las diferentes normas Ecuatorianas. Los datos del analizador de carga se constató el consumo utilizado en los tableros de distribución, sabiendo así como diseñar una propuesta factible y técnica para el mejoramiento del nivel de iluminación y reducción del consumo.
- A través de la observación del sistema eléctrico del transformador 1 se realizó el diagrama unifilar de iluminación que abarca las diferentes áreas de planta como son producción, almacenamiento y exteriores, consiguiendo identificar detalladamente cada una de sus cargas así como sus protecciones.
- Mediante la elaboración del diagrama unifilar identificó 15 subtableros de distribución con sus respectivas protecciones dando como carga total instalada en iluminación de 34058W y un factor de potencia que varía entre 0,92 y 0,88.
- Cada uno de los tableros de distribución están conformados por cargas de iluminación y fuerza es decir es carga mixta, para nuestro caso se realizó el catastro de protecciones y cargas de iluminación en el cual está basado el diagrama unifilar.
- La demanda máxima del transformador 1 es de 38.81 KW a las 16h00 y se registra una demanda mínima de 34.8 KW a las 23h00, sabiendo que es de una capacidad de 500 KVA se puede concluir que este equipos está sobredimensionado.
- Del análisis luminotécnico se determinó que de toda la planta solo el 22% de las áreas de trabajo cumplen con un adecuado nivel de iluminación mientras que el 78% no cumplen con las normas, que puede provocar un ambiente laboral inadecuado.
- Se identificó los diferentes tipos de luminarias, comparando su fotometría, eficiencia, eficacia, rendimiento y rentabilidad que permitieron elegir la más acorde en la elaboración de un proyecto industrial resultado de la cual se determinó que la tecnología LED es la más adecuada.

- La reutilización algunas luminarias en el diseño propuesto son importantes para disminuir los costos del presupuesto y ahorro de energía, es decir esto permitió reubicar luminarias en sitios no transitados con frecuencia como Bodegas, las nuevas luminarias LED se diseñaron en el área de producción la cual permanece trabajando aproximadamente las 24 horas del día, así la propuesta se vuelve viable.
- Sabiendo los resultados del nuevo diseño de Iluminación, a través de un estudio técnico económico obtenemos el presupuesto del proyecto, el cual beneficiara a la planta, mediante una inversión en materiales y equipos, se mejorará el nivel de iluminación, mediante este estudio la implementación a futuro tendrá como beneficio disminuir el consumo de energía a base de nuevas tecnologías como luminarias tipo LED.
- El presupuesto del proyecto es de **\$ 7826,85** dólares americanos el cual se recuperara en 4 años, con esta propuesta se estima que podrá reducir el consumo de energía en un 23% respecto al sistema de iluminación actual, así como cumplir con los niveles de iluminación recomendados por las normas ecuatorianas en la industria.

Recomendaciones

- En este tipo de proyectos de investigación es primordial contar con los equipos necesarios para un análisis exacto, el cual mediante la recolección de datos es una tarea esencial para el reflejo de los resultados finales.
- Un sistema de iluminación independiente y sus cargas balanceadas, es una ayuda para disminuir pérdidas, con aquello mejoraremos la calidad energía.
- En sistemas de iluminación es importante tener en cuenta las nuevas tecnologías, es verdad que tienen precios elevados pero debemos tomar en cuenta la eficiencia del equipo y el ahorro de energía que tienen en la cual el área de trabajo va a estar totalmente iluminada y el confort visual del trabajador no se será afectado.
- En caso de su implementación se debe tomar muy en cuenta la altura de suspensión de las luminarias debido a que este paso es importante para alcanzar el nivel de iluminación óptima en área de trabajo de acorde al diseño propuesto.

- Al momento de seleccionar una luminaria tipo LED, se debe considerar el flujo luminoso, temperatura de color, rendimiento luminoso, índice de reproducción cromática, potencia, precio y tomar en cuenta vida útil de la luminaria, esta depende la viabilidad del proyecto.
- En el diseño lumínico en el software DIALux, es importante saber cómo diseñar correctamente, el motivo es que el diseño se base por bloques, así se obtendrá los resultados del cálculo en el programa, sabiendo que si no se lo realiza por bloques este no arrojará los resultados adecuados.
- La cotización de materiales, equipos, mano de obra y dirección técnica, también influye en el costo total de la inversión, se debe tomar en cuenta algunas alternativas al momento de invertir, este paso disminuirá la inversión recuperándolo en menor tiempo.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Amazon. (1 de Septiembre de 2017). Amazon Try Prime. Obtenido de https://www.amazon.com/Dr-Meter-LX1330B-Digital-Illuminance-Light/dp/B005A0ETXY/ref=sr_1_1?ie=UTF8&qid=1508257865&sr=8-1&keywords=Dr.+Meter+LX1330B+Digital+Illuminance+%2F+Light+Meter%2C+0+-+200%2C000+Lux+meter
- Amores, A., & Bonilla, G. (2015). Investigacion y diagnostico del clima organizacional y ambiente laboral de los empleados y trabajadores de la Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi S.A. 1-5.
- Beltrán, J., & Merchán, C. (2013). Niveles de iluminacion y su relacion con los posibles efectos visuales en los empleados de una IPS de Bogotá. 31-37.
- Castilla, N., B., G., A., M., & R., P. (s.f.). Cálculo según el método de los lúmenes. Recuperado el 2 de Marzo de 2017, de [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo docente Cálculo método de los lúmenes.pdf](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/12833/artículo%20docente%20Cálculo%20método%20de%20los%20lúmenes.pdf)
- Cornejo, C., Escobar, G., & Ramírez, C. (2015). Estudio de iluminación natural y artificial en los edificios de la Facultad de ingeniería y Arquitectutra de la Universidad de El Salvador. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&ved=0ahUKEwjwxMS_qaLVAhWIRSYKHe9CB3AQFggtMAE&url=http%3A%2F%2Fri.ues.edu.sv%2F8292%2F1%2FEstudio%2520de%2520iluminaci%25C3%25B3n%2520natural%2520y%2520artificial%2520en%2520los%2520edificios%2520de%2520la%2520facultad%2520de%2520ingenieria%2520y%2520arquitectura%2520de%2520la%2520universidad%2520de%2520el%2520salvador
- CTE. (30 de Junio de 2006). Eficiencia Energetica de las Instalaciones de iluminación. Recuperado el 10 de Enero de 2017, de <http://igvs.xunta.gal/ipecos-opencms->

portlet/export/sites/default/PortalVivenda/Biblioteca/Codigo_Tecnico_Edificacion/HE3_-_Eficiencia_Energética_das_Instalaciones_de_Iluminación.pdf

- Duarte, C. (2012). Readecuación del sistema de iluminación de la fábrica muebles Bovel considerando la eficiencia energética. Universidad Tecnológica de Pereira. Recuperado el 3 de Marzo de 2017, de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2917/621322D812.pdf?sequence=1>
- Escobar, J. (2014). Análisis comparativo, Técnico-Económico entre un sistema de iluminación convencional y uno utilizando tecnología de Leds, aplicando en un edificio educacional. EPN. Recuperado el 3 de Marzo de 2017, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/8731>
- Forster. (s.f.). Tipos de lámparas e iluminación. 46. Recuperado el 04 de Marzo de 2017, de <http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/TextosOnline/Enciclopedia OIT/tomo2/46.pdf>
- García, J. (10 de Agosto de 2017). recursos.citcea. Obtenido de recursos.citcea: <http://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
- Gerardo, C. (2016). Evaluación del nivel de iluminación artificial y su tema: Incidencia en las actividades de comercialización de productos en las naves y parqueaderos de la empresa pública Mercado Mayorista "Ambato" durante el periodo 2015-2016. UTC. Recuperado el 06 de Marzo de 2017, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3103/1/T-UTC-4115.pdf>
- Hinojosa, A., & Gisbert, V. (2016). La calidad en el diseño de la iluminación. 1-10. Recuperado el 05 de Marzo de 2017, de <http://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2016/06/LA-CALIDAD-EN-EL-DISEÑO-DE-LA-ILUMINACION.pdf>
- INEN. (23 de Diciembre de 1984). Iluminación natural de edificios para fábricas y talleres. Requisitos. NTE INEN 1 154. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 26 de Enero de 2017, de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/1154.pdf>
- JAEGA. (2015). Tabla comparativa entre led y otras lámparas. Recuperado el 15 de Enero de 2017, de Asifunciona: http://www.asifunciona.com/tablas/leds_equivalencias/leds_equivalencias.htm
- Martínez, O. (2011). Análisis de un proyecto de empresa en el área de la eficiencia energética mediante el uso de tecnología LED. Universidad de Santiago de Compostela. Recuperado el 07 de Marzo de 2017, de http://www.omarsantin.es/index_htm_files/Planempresaled.pdf
- NEC. (2011). NEC 11. Eficiencia Energética en la construcción en Ecuador. Quito, Pichincha, Ecuador. Recuperado el 25 de Enero de 2017, de <http://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>

- NORMA. (30 de Marzo de 2010). Diseños y cálculos de iluminación interior. Sección 410, Requisitos generales del diseño de alumbrado interior. Recuperado el 16 de Junio de 2017, de http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/adminverblobawa?tabla=T_NORMA_ARCHIVO&p_NORMFIL_ID=431&f_NORMFIL_FILE=X&inputfileext=NORMFIL_FILE_NAME
- Prevenci, L. A., & LOSLDE., T. (s.f.). Principios para diseñar centros de trabajo bien iluminados. 77-89.
- Sánchez, E. (2014). Coceptos básicos de Luminotecnia. Valencia. Recuperado el 1 de Abril de 2017, de http://www.f2e.es/uploads/doc/20140130095253.aido_cefilum_2014_f2e.pdf
- Schneider. (2007). Manual Teórico-Práctico. Instalaciones en Baja Tensión (Primera ed., Vol. 5.1). España: Schneider Electric España, S.A. Recuperado el 25 de Junio de 2017, de Acceso: <http://www.schneiderelectric.es>
- UNE. (2002). UNE. 12464.1. Norma Europea sobre Iluminación para Interiores. Recuperado el 19 de Abril de 2017, de https://enerfigente.files.wordpress.com/2015/08/une-en_12464-12003.pdf

ANEXOS



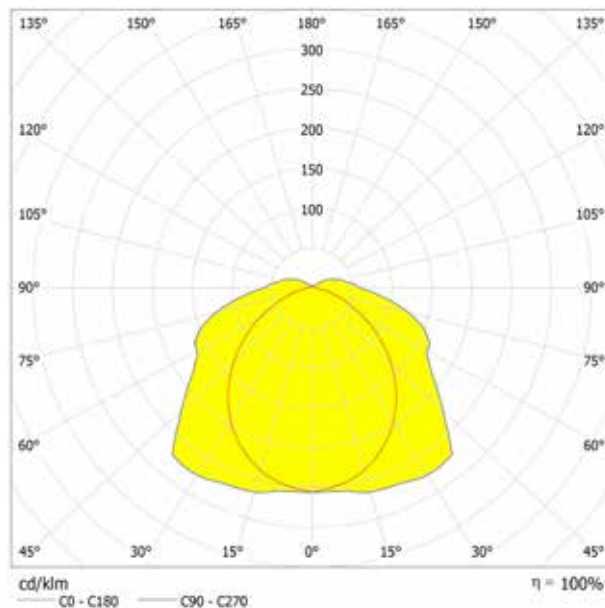
• Estacionamientos / Industrias / Áreas de Almacenamiento.

WATERPROOF SUPERIA LED

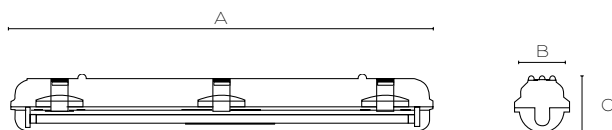
Características

- Cuerpo y difusor de policarbonato estabilizado contra rayos UV.
- Resistente al calor y a prueba de impactos (IK07).
- Grado de protección IP65, hermético al polvo y contra chorros de agua.
- Vida útil de 50.000 horas a un flujo luminoso de 70%.
- Difusor con óptica prismática lineal, diseñada para optimizar la distribución luminosa y minimizar el deslumbramiento.
- Cierre de seguridad mediante sujetadores de acero inoxidable.
- Junta de poliuretano para garantizar el cierre hermético.
- Difusor abatible para facilidad de mantenimiento.

Fotometría



Dimensiones (mm)



Modelo	A	B	C
Waterproof 48W	1265	138	97
Waterproof 80W	1520	138	97

Especificaciones

Código	Descripción Comercial	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	CCT (K)	Tensión de Línea (V)	Equivalencia	Vida Útil (H)
P25120-36	Waterproof Superia Led 48W 6500K	48	3900	6500	100-240	FTL 2x54W	50000
P26236-36	Waterproof Superia Led 80W 6500K	80	6880	6500	100-240	MH 150W	50000



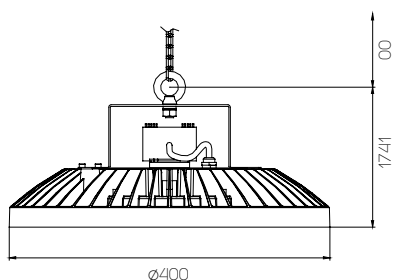
EVO HIGH BAY LED

- Bodegas / Supermercados / Industrias.

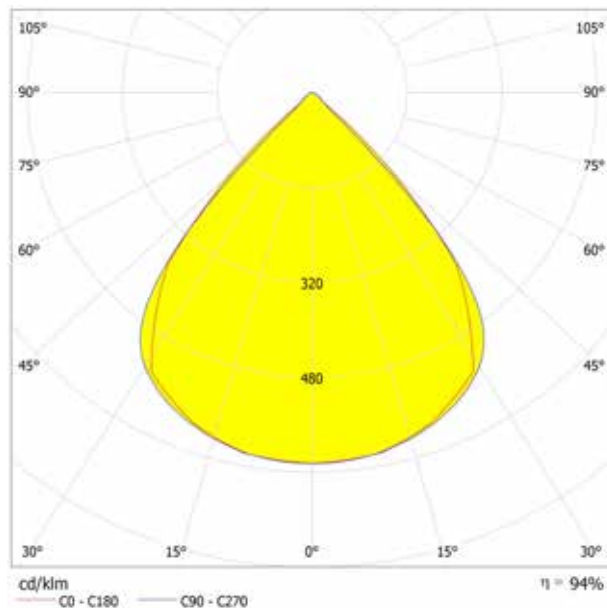
Características

- Luminaria tipo high bay led para suspender o colgar, diseño moderno, alta luminosidad, proyección uniforme de luz, no genera parpadeos ni radiaciones ultravioletas y su encendido es instantáneo.
- Fabricada en inyección de aluminio para una correcta disipación del calor, conteniendo leds de alta potencia.
- Vida útil promedio 50.000 horas a un flujo luminoso del 70%.
- Ángulo de apertura 85°.
- Driver electrónico remoto incluido en la luminaria, voltaje universal 90-305V 50/60HZ, con opción a dimerización por entrada 0-10V.

Dimensiones (mm)



Fotometría

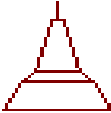
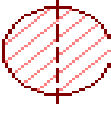


Especificaciones

Código	Descripción Comercial	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	CCT (K)	Tensión de Línea (V)	Equivalencia	Vida Útil (H)
P26239-36	High Bay EVO Led 150w 5000K 90-305V	150	16500	5000	90-305	MH 250W	50000
P26238-36	High Bay EVO Led 190w 5000K 90-305V	190	21573	5000	90-305	MH 400W	50000

Ítem	Ubicación	Medición [lux]	INEN 1 154	a [m]	b[m]	Área [m ²]	PUT [m]	h [m]	k	Cu	Fm	ØT	Ø Lámpara	n	Em	Arreglo	Em final [lux]	Dialux [lux]
1	Bodega de producto terminado	72,63	100	14,41	14,98	215,9	0,85	3,55	2,07	0,44	0,9	54520,2	4359	6	95,94	8	127,92	161
2	Empacado six pack	15,23	150	7,8	17	132,6	0,85	1,99	2,69	0,498	0,9	44377,51	4359	5	147,34	6	176,81	142
3	Área de servicios eléctricos	147,73	200	10	17,8	178	0,85	5,17	1,24	0,3	0,9	131851,85	18188	7	386,24	3	165,53	241
4	Área de pesaje	108,41	150	5,46	7,23	39,5	0,85	1,35	2,30	0,47	0,9	14007,09	4359	2	186,72	2	186,72	160
5	Bodega de insumos 1	69,51	100	14,6	28,8	420,5	0,85	5,21	1,86	0,408	0,9	114515,25	18188	6	190,59	3	95,3	87,6
6	Bombas de agua	45,5	100	4,2	10	42	0,85	3	0,99	0,225	0,9	20740,74	4359	2	84,07	2	84,07	121
7	Mantenimiento	63	200	4,7	14	65,8	0,85	2	1,76	0,392	0,9	37301,59	4359	4	186,97	6	280,46	264
8	Bodega de tránsito	51,7	100	17	18	306	0,85	2	4,37	0,609	0,9	55829,23	4359	6	93,69	8	124,92	121
9	Pasillo producción	37,98	100	1,7	25	42,5	0,85	2,72	0,59	0,125	0,9	37777,78	4359	4	92,31	4	92,31	163
10	Esterilización	49,09	150	4,6	9	41,4	0,85	2,72	1,12	0,275	0,9	25090,91	4359	3	156,36	4	208,47	162
11	Lab. leche cruda	197,82	300	4,9	4,9	24	0,85	2,72	0,90	0,225	0,9	35555,56	4359	4	294,23	4	294,23	350
12	Mantequilla	196,88	200	7,26	8,3	60,3	0,85	2,72	1,42	0,34	0,9	39411,76	4359	5	221,2	4	176,96	214
13	Cuarto frío 2	26,67	100	7,8	10	78	0,85	2,72	1,61	0,376	0,9	23049,65	4359	3	113,47	4	151,29	129
14	Área tanques 3er piso	33,81	100	5,4	15,4	83,2	0,85	1,15	3,48	0,558	0,9	16567,1	4359	2	105,24	5	263,11	169
15	Marmita	148,05	200	5	7,5	37,5	0,85	2,44	1,23	0,3	0,9	27777,78	4359	3	188,31	3	188,31	218
16	Envase de yogurt	122,85	200	7,4	10,3	76,2	0,85	2,72	1,58	0,36	0,9	47037,04	4359	5	185,34	6	222,41	288

Ítem	Ubicación	Medición [lux]	INEN 1 154	a [m]	b[m]	Área [m ²]	PUT [m]	h [m]	k	Cu	Fm	ØT	Ø Lámpara	n	Em	Arreglo	Em final [lux]	Dialux [lux]
17	Empacado tetra pack	101,33	150	5,5	16	88	0,85	2,34	1,75	0,392	0,9	37414,97	4359	4	139,81	5	174,76	181
18	Lab. microbiología	175,35	300	5	7,5	37,5	0,85	2,44	1,23	0,3	0,9	41666,67	4359	5	313,85	5	313,85	352
19	Centro medico 1	89,4	300	2,8	4,6	12,9	0,85	1,6	1,09	0,25	0,9	17200	4359	2	304,12	2	304,12	390
20	Centro medico 2	110	300	2,6	2,8	7,3	0,85	1,6	0,84	0,2	0,9	12166,67	4359	1	214,96	1	214,96	306
21	Centro medico 3	131	300	2,6	3	7,8	0,85	1,6	0,87	0,2	0,9	13000	4359	1	201,18	1	201,18	276
22	Gerencia industrial	180,31	300	4,8	7,4	35,5	0,85	2,44	1,19	0,275	0,9	43030,3	4359	5	303,9	4	243,12	338
23	Capacitaciones	115,14	300	4,6	6,3	29	0,85	2,44	1,09	0,25	0,9	38666,67	4359	4	270,56	4	270,56	397
24	Sala de espera	25,65	500	5,1	7,1	36,2	0,85	2,44	1,22	0,3	0,9	67037,04	4359	8	520,19	6	390,14	488
25	Gerencia colecta de leche	159,13	300	4,2	4,8	20,2	0,85	2,44	0,92	0,225	0,9	29925,93	4359	3	262,19	3	262,19	296
26	Política lechera	121,36	300	4,2	7,2	30,2	0,85	2,44	1,09	0,25	0,9	40266,67	4359	5	324,76	4	259,81	402
27	Sistemas	80,12	300	3,5	4,2	14,7	0,85	2,44	0,78	0,175	0,9	28000	4359	3	280,22	2	186,81	342
28	Compras y contabilidad	121,41	300	8,1	11,4	92,3	0,85	2,44	1,94	0,424	0,9	72562,89	4359	8	288,35	10	360,43	351
29	Sala de juntas	71,63	500	4,2	6,8	28,6	0,85	2,44	1,06	0,25	0,9	63555,56	4359	7	480,1	6	411,51	640
30	Archivo	66,03	300	6,6	6,8	44,9	0,85	2,44	1,37	0,32	0,9	46770,83	4359	5	279,6	10	559,19	304
31	Pasillo	6,65	100	1,6	21,5	34,4	0,85	2,44	0,61	0,15	0,9	25481,48	4359	3	102,64	4	136,85	189
32	Maquinaria obsoleta	nuevo	200	8	17	136	0,85	2,72	2,00	0,44	0,9	68686,87	4359	8	203,08	7	177,69	222
33	Área de calderos 1	nuevo	200	4,5	12,8	57,6	0,85	4,65	0,72	0,175	0,9	73142,86	18188	4	397,86	1	99,47	245

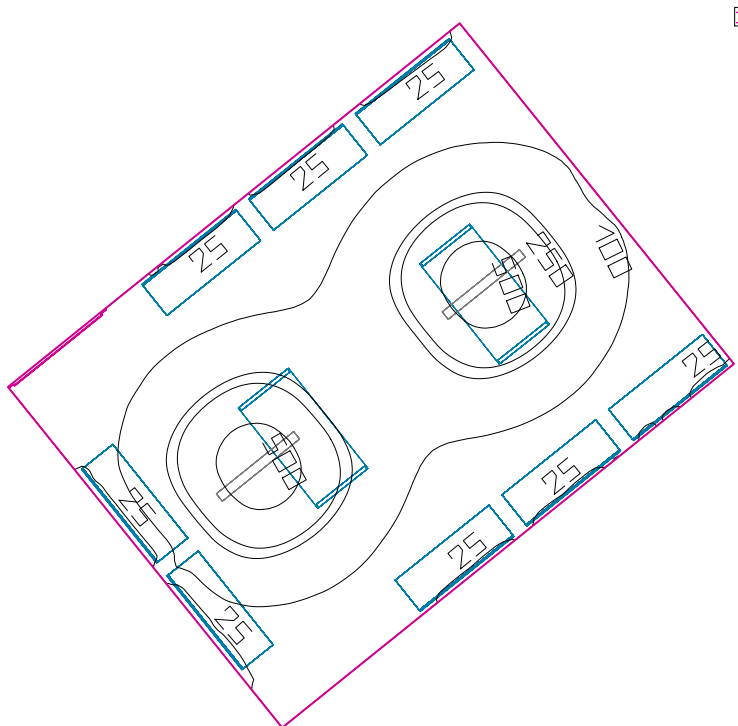
Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local K	Factor de utilización (η)								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
 	1	0.28	0.22	0.16	0.25	0.22	0.16	0.26	0.22	0.22
	1.2	0.31	0.27	0.20	0.30	0.27	0.20	0.30	0.27	0.27
	1.5	0.39	0.33	0.26	0.36	0.33	0.26	0.36	0.33	0.33
	2	0.45	0.40	0.35	0.44	0.40	0.35	0.44	0.40	0.40
	2.5	0.52	0.46	0.41	0.49	0.46	0.41	0.49	0.46	0.46
	3	0.54	0.50	0.45	0.53	0.50	0.45	0.53	0.50	0.50
	4	0.61	0.56	0.52	0.60	0.56	0.52	0.59	0.56	0.56
	5	0.63	0.60	0.56	0.63	0.60	0.56	0.62	0.60	0.60
	6	0.68	0.63	0.60	0.66	0.63	0.60	0.65	0.63	0.63
	8	0.71	0.67	0.64	0.69	0.67	0.64	0.68	0.67	0.67
10	0.72	0.70	0.67	0.71	0.70	0.67	0.71	0.70	0.70	

ANEXO 4	Carga instalada en iluminación de la Planta.	Hoja 1 de 2
----------------	---	--------------------

No.	Descripción	Tipo de lámpara	No de Luminarias	Potencia del sistema [W]	Potencia total [W]	FP	S [VA]	Q [VAR]
1	Garita	Fluorescente 54 W T5	1	124	124	0,92	134,78	52,82
2	Vestidores	Fluorescente 54 W T5	3	124	372	0,92	404,35	158,47
3	Dispensario médico	Fluorescente 54 W T5	5	124	620	0,92	673,91	264,12
4	Tanques de combustible	Fluorescente 54 W T5	2	124	248	0,92	269,57	105,65
5	Área de calderos	Led de Alta Potencia	4	150	600	0,9	666,67	290,59
6	Cocina y comedor	Fluorescente 54 W T5	9	124	1116	0,92	1213,04	475,41
7	Lavado de carros	Fluorescente 54 W T5	2	124	248	0,92	269,57	105,65
8	Área de banco de hielos	Led de Alta Potencia	4	150	600	0,9	666,67	290,59
9	Área de servicios eléctricos	Led de Alta Potencia	2	150	300	0,9	333,33	145,30
10	Bodega de Producto Terminado 2	Vapor de Sodio	7	435	3045	0,87	3500,00	1725,68
		Led de Alta Potencia	3	150	450	0,9	500,00	217,94
11	Area de carga	Vapor de Sodio	2	435	870	0,87	1000,00	493,05
		Led de Alta Potencia	2	150	300	0,9	333,33	145,30
12	Área de empaque exterior	Fluorescente 54 W T5	3	124	372	0,92	404,35	158,47
13	Área de bodega de tránsito	Fluorescente 54 W T5	5	124	620	0,92	673,91	264,12
14	Área de mantenimiento	Fluorescente 54 W T5	7	124	868	0,92	943,48	369,77
15	Bodega de producto terminado	Superia Led 48 W	7	54	378	0,9	420,00	183,07
16	Bodega de Insumos 1	Vapor de Sodio	4	435	1740	0,87	2000,00	986,10
		Fluorescente 54 W T5	16	124	1984	0,92	2156,52	845,18
17	Bodega de Insumos 2	Vapor de Sodio	4	435	1740	0,87	2000,00	986,10
18	Perímetro	Fluorescente 54 W T5	4	124	496	0,92	539,13	211,30
19	Área de desinfección	Fluorescente 54 W T5	1	124	124	0,92	134,78	52,82
20	Área de esterilización	Fluorescente 54 W T5	3	124	372	0,92	404,35	158,47
21	Pasillo en el área de producción	Superia Led 48 W	2	54	108	0,9	120,00	52,31
22	Laboratorio de leche cruda	Fluorescente 54 W T5	4	124	496	0,92	539,13	211,30
23	Recibidor de leche	Superia Led 48 W	1	54	54	0,9	60,00	26,15
24	Área de pasteurización y ultra-pasteurización	Led de Alta Potencia	1	150	150	0,9	166,67	72,65
		Vapor de Sodio	1	435	435	0,87	500,00	246,53
		Fluorescente 54 W T5	2	124	248	0,92	269,57	105,65

No.	Descripción	Tipo de lámpara	No. de Luminarias	Potencia del sistema [W]	Potencia total [W]	FP	S	Q
25	Cuarto de Mantequilla	Fluorescente 54 W T5	4	124	496	0,92	539,13	211,30
26	Área de paletizado de yogurt	Fluorescente 54 W T5	8	124	992	0,92	1078,26	422,59
27	Cuartos fríos	Superia Led 48 W	7	54	378	0,9	420,00	183,07
28	Área de envasado de yogurt	Superia Led 48 W	8	54	432	0,9	480,00	209,23
		Fluorescente 54 W T5	3	124	372	0,92	404,35	158,47
29	Pasillo de la sala de envase	Superia Led 48 W	3	54	162	0,9	180,00	78,46
30	Sala de envase y área CIP	Superia Led 48 W	4	54	216	0,9	240,00	104,61
		Fluorescente 54 W T5	6	124	744	0,92	808,70	316,94
		Vapor de Sodio	2	435	870	0,87	1000,00	493,05
		Led de Alta Potencia	2	150	300	0,9	333,33	145,30
31	Área de empaque de leche	Superia Led 48 W	7	54	378	0,9	420,00	183,07
32	Area de bombas de agua	Fluorescente 54 W T5	8	124	992	0,92	1078,26	422,59
33	Área de tanques	Vapor de Sodio	2	435	870	0,87	1000,00	493,05
		Led de Alta Potencia	2	150	300	0,9	333,33	145,30
		Superia Led 48 W	3	54	162	0,9	180,00	78,46
34	Cuarto de Marmita	Fluorescente 54 W T5	2	124	248	0,92	269,57	105,65
35	Control de calidad	Fluorescente 54 W T5	2	124	248	0,92	269,57	105,65
36	Laboratorio de microbiología	Fluorescente 54 W T5	4	124	496	0,92	539,13	211,30
37	Área de Oficinas	Fluorescente 54 W T5	45	124	5580	0,92	6065,22	2377,07
38	Área de tanques del tercer piso	Fluorescente 54 W T5	6	124	744	0,92	808,70	316,94
TOTAL					34058	0,90	37699	16162,66

Área de pesaje



Altura del local: 2.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

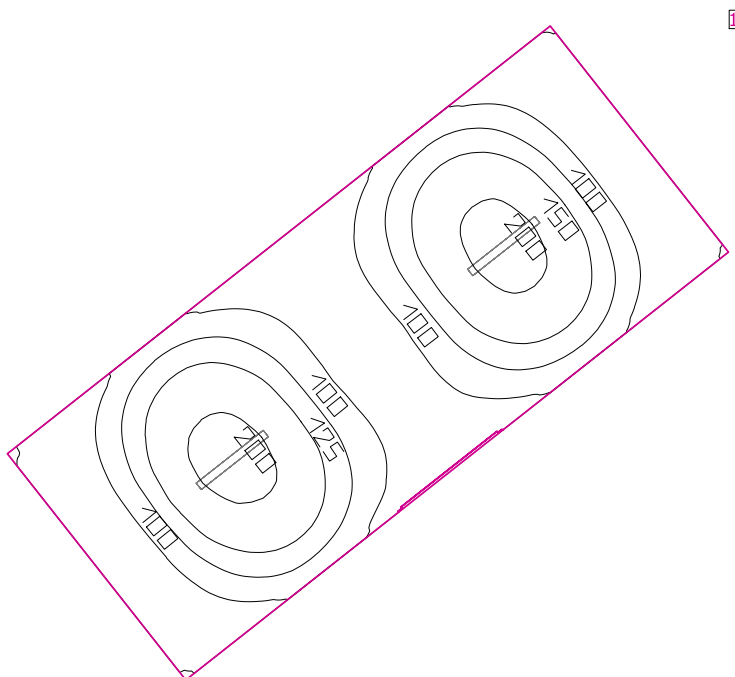
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	160 (≥ 500)	5.86	617	0.04	0.01

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	8712	91.6	95.1

Potencia específica de conexión: 2.31 W/m² (Superficie de planta de la estancia 39.60 m²)

Consumo: 250 kWh/a de un máximo de 1400 kWh/a

Bombas de agua



Altura del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 20.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

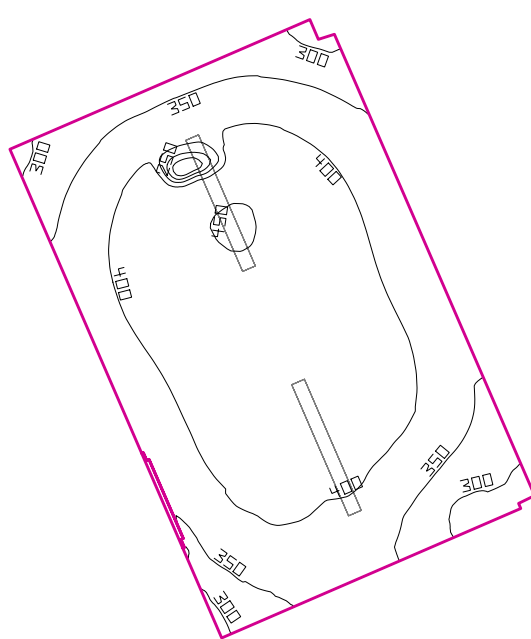
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	121 (≥ 500)	47.9	221	0.40	0.22

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	8712	91.6	95.1

Potencia específica de conexión: 2.18 W/m² (Superficie de planta de la estancia 42.02 m²)

Consumo: 250 kWh/a de un máximo de 1500 kWh/a

C. médico 1



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 76.2%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

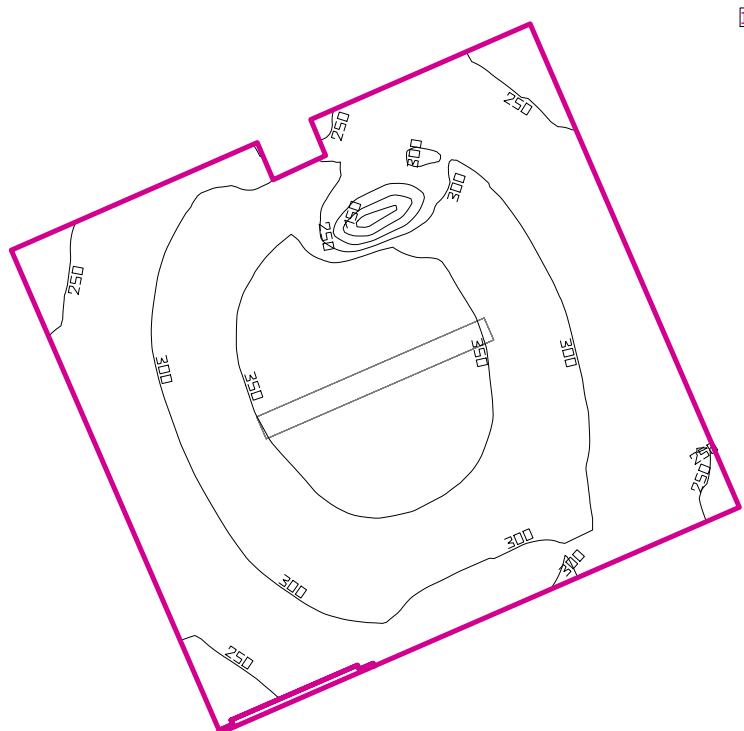
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 6	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	390 (≥ 300)	200	452	0.51	0.44

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	8712	91.6	95.1

Potencia específica de conexión: 6.67 W/m² (Superficie de planta de la estancia 13.74 m²)

Consumo: 110 - 180 kWh/a de un máximo de 500 kWh/a

C. médico 2



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 75.8%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

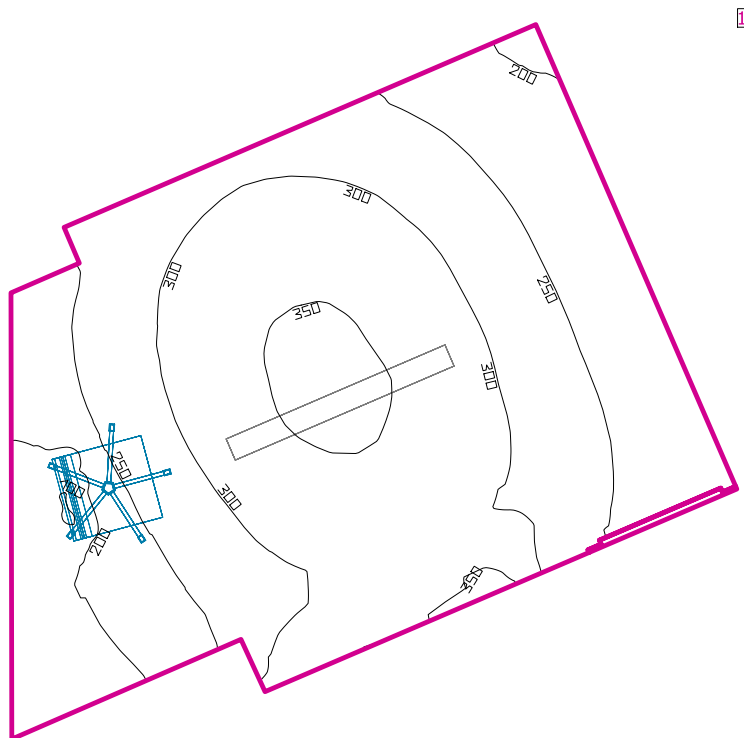
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 7	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	306 (≥ 300)	125	385	0.41	0.32

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	4356	45.8	95.1

Potencia específica de conexión: 6.20 W/m² (Superficie de planta de la estancia 7.39 m²)

Consumo: 88 kWh/a de un máximo de 300 kWh/a

C. médico 3



Altura del local: 2.800 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 76.9%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

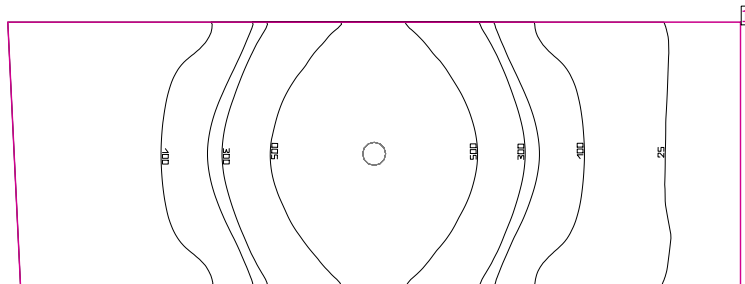
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 8	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	276 (≥ 300)	94.4	372	0.34	0.25

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	4356	45.8	95.1

Potencia específica de conexión: 5.17 W/m² (Superficie de planta de la estancia 8.85 m²)

Consumo: 88 kWh/a de un máximo de 350 kWh/a

Área de calderos 1



Altura del local: 4.961 m, Grado de reflexión: Techo 30.0%, Paredes 76.0%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

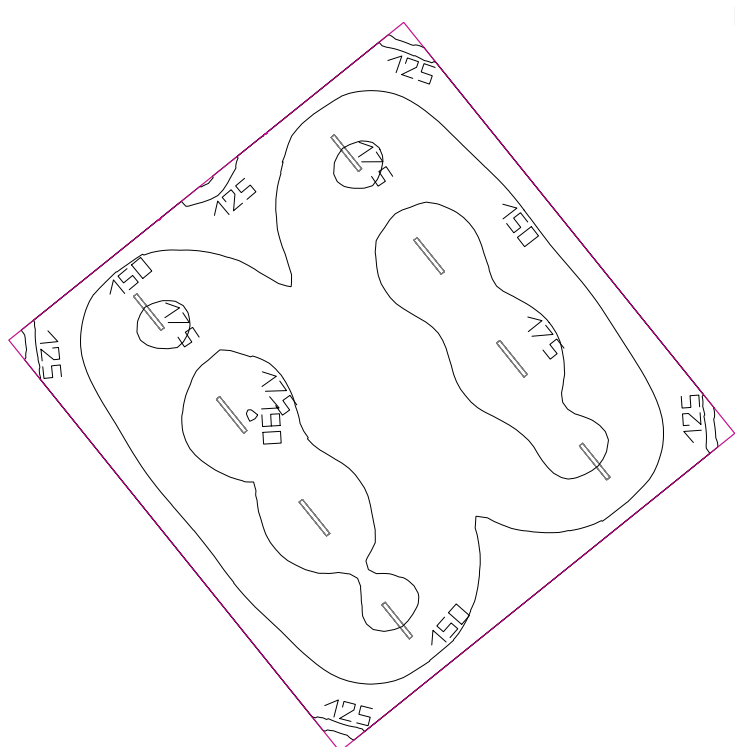
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 10	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	245 (≥ 200)	16.5	766	0.07	0.02

#	Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
1	FEILO SYLVANIA - EVO HIGH BAY 150W	17054	147.9	115.3
	Suma total de luminarias	17054	147.9	115.3

Potencia específica de conexión: 2.57 W/m² (Superficie de planta de la estancia 57.60 m²)

Consumo: 15 - 24 kWh/a de un máximo de 2050 kWh/a

Bodega de producto terminado



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 85.0%, Paredes 85.0%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

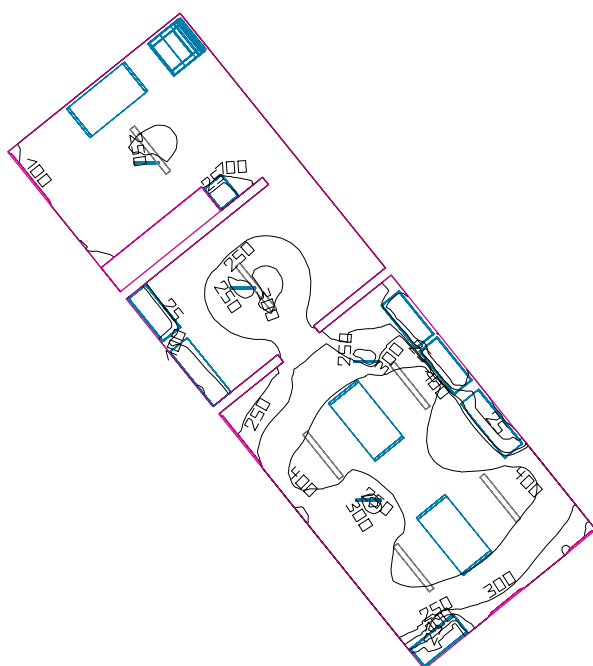
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	161 (≥ 100)	114	190	0.71	0.60

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	34848	366.4	95.1

Potencia específica de conexión: 1.70 W/m² (Superficie de planta de la estancia 215.80 m²)

Consumo: 60 kWh/a de un máximo de 7600 kWh/a

Mantenimiento



Altura del local: 4.400 m, Grado de reflexión: Techo 71.3%, Paredes 84.5%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

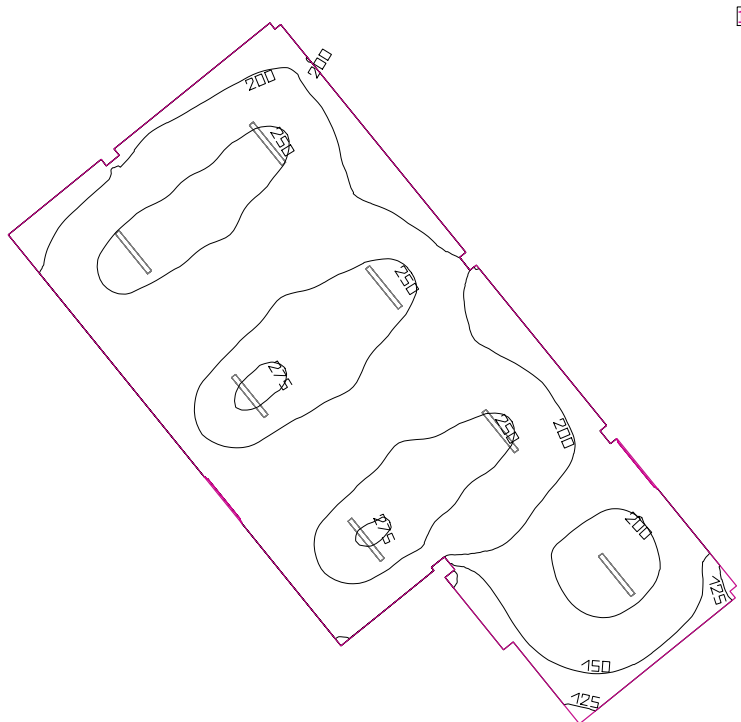
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	264 (≥ 200)	0.00	472	0.00	0.00

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	26136	274.8	95.1

Potencia específica de conexión: 4.13 W/m² (Superficie de planta de la estancia 66.59 m²)

Consumo: 31 - 45 kWh/a de un máximo de 2350 kWh/a

Maquinaria Obsoleta



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 75.7%, Suelo 75.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

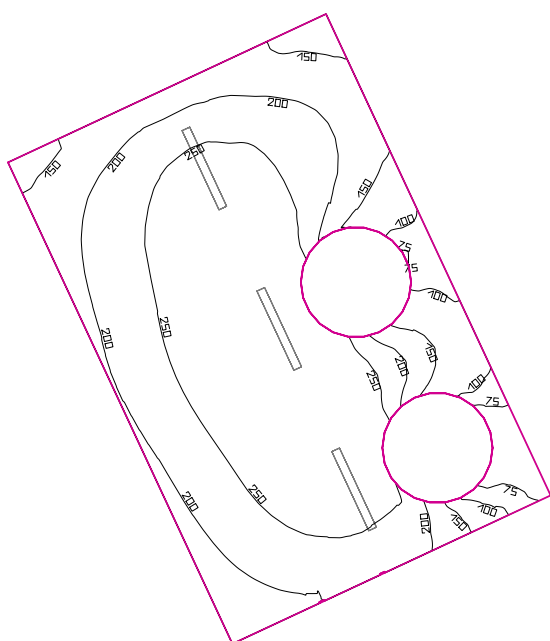
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	222 (≥ 200)	104	279	0.47	0.37

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
7 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	30492	320.6	95.1

Potencia específica de conexión: 2.45 W/m² (Superficie de planta de la estancia 130.95 m²)

Consumo: 33 - 53 kWh/a de un máximo de 4600 kWh/a

Marmita



Altura del local: 3.300 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 69.4%, Suelo 41.5%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

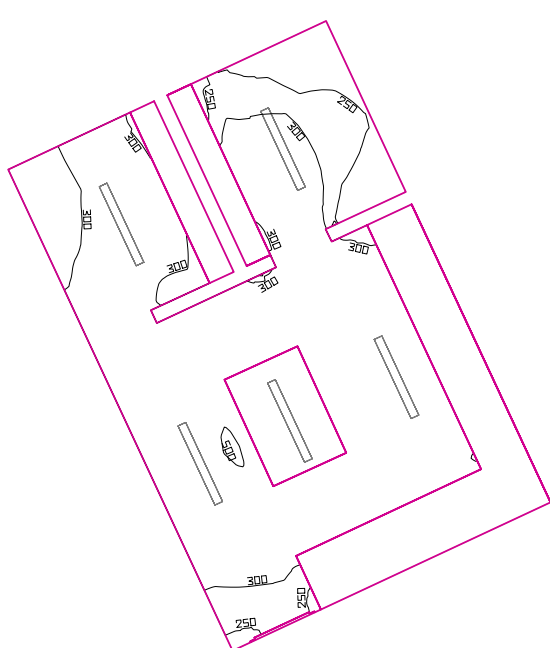
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	218 (≥ 200)	52.3	297	0.24	0.18

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	13068	137.4	95.1

Potencia específica de conexión: 3.65 W/m² (Superficie de planta de la estancia 37.60 m²)

Consumo: 14 - 23 kWh/a de un máximo de 1350 kWh/a

Lab. Microbiologia



Altura del local: 3.300 m, Grado de reflexión: Techo 68.9%, Paredes 72.3%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

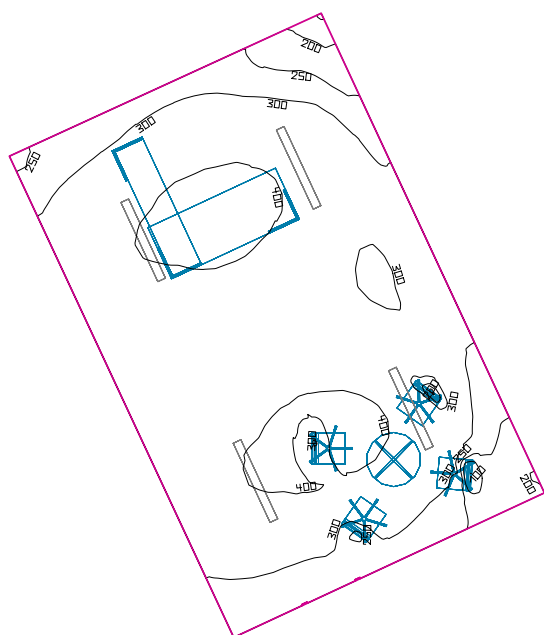
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	352 (≥ 300)	0.00	509	0.00	0.00

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
5 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	21780	229.0	95.1

Potencia específica de conexión: 6.29 W/m² (Superficie de planta de la estancia 36.42 m²)

Consumo: 24 - 38 kWh/a de un máximo de 1300 kWh/a

Gerencia Industrial



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 76.7%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

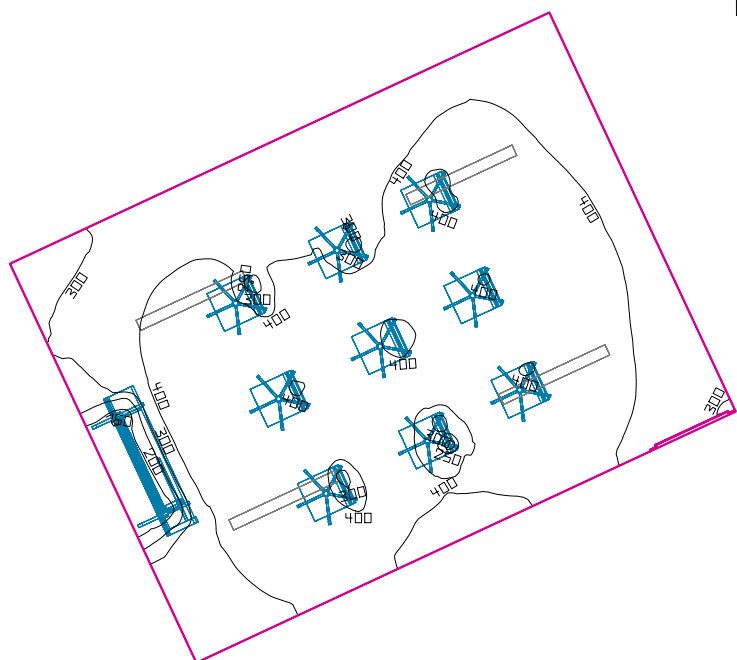
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 11	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	338 (≥ 300)	99.7	427	0.29	0.23

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 5.00 W/m² (Superficie de planta de la estancia 36.63 m²)

Consumo: 320 - 500 kWh/a de un máximo de 1300 kWh/a

Capacitaciones



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 77.0%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

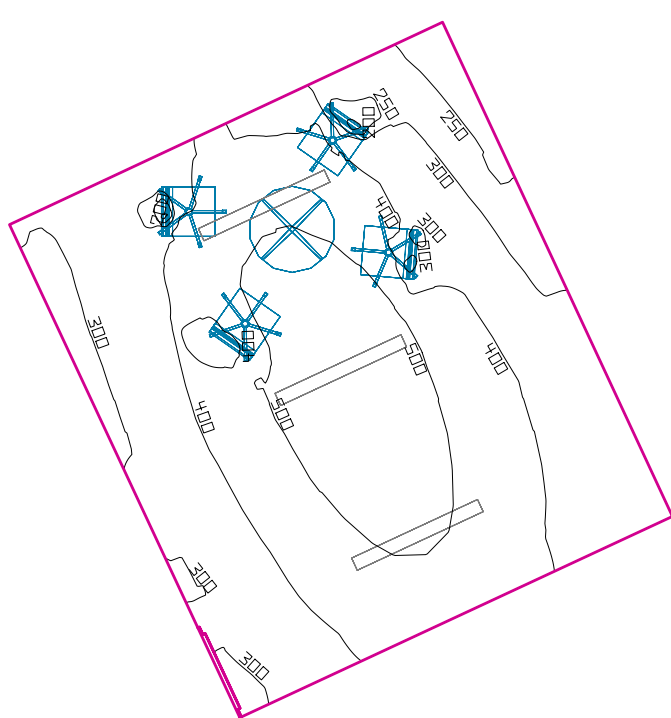
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	397 (≥ 300)	146	489	0.37	0.30

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 6.23 W/m² (Superficie de planta de la estancia 29.38 m²)

Consumo: 320 - 500 kWh/a de un máximo de 1050 kWh/a

Política Lechera



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 75.9%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

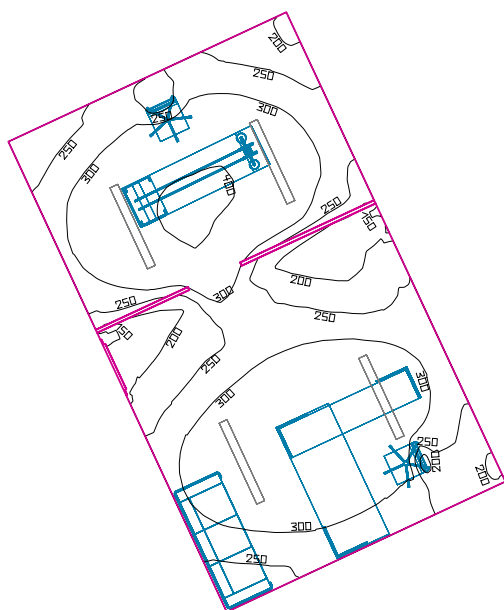
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	402 (≥ 300)	188	560	0.47	0.34

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3	FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
	Suma total de luminarias	13068	137.4	95.1

Potencia específica de conexión: 6.63 W/m² (Superficie de planta de la estancia 20.72 m²)

Consumo: 280 - 380 kWh/a de un máximo de 750 kWh/a

Colecta de Leche



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 69.4%, Paredes 63.3%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

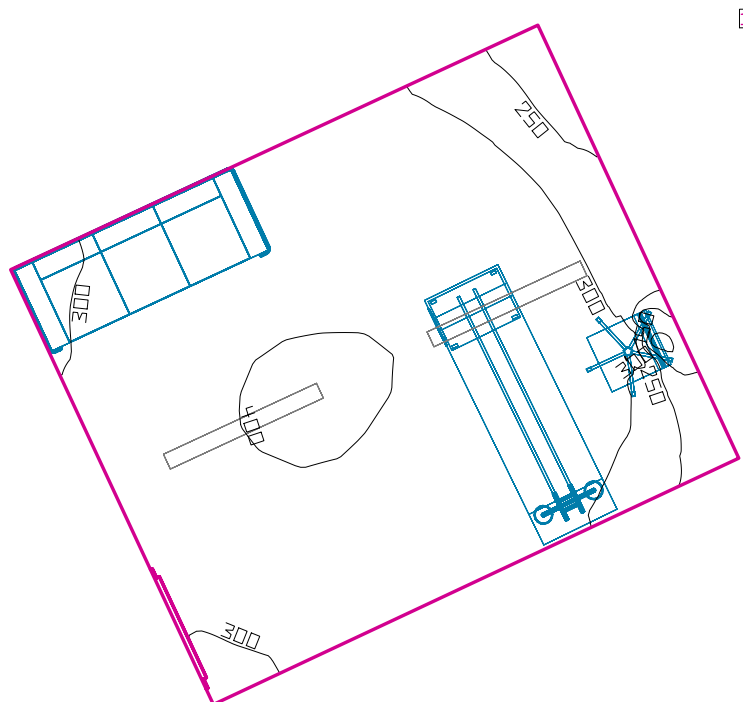
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	296 (≥ 300)	125	416	0.42	0.30

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 5.97 W/m² (Superficie de planta de la estancia 30.68 m²)

Consumo: 320 - 500 kWh/a de un máximo de 1100 kWh/a

Sistema



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 75.2%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

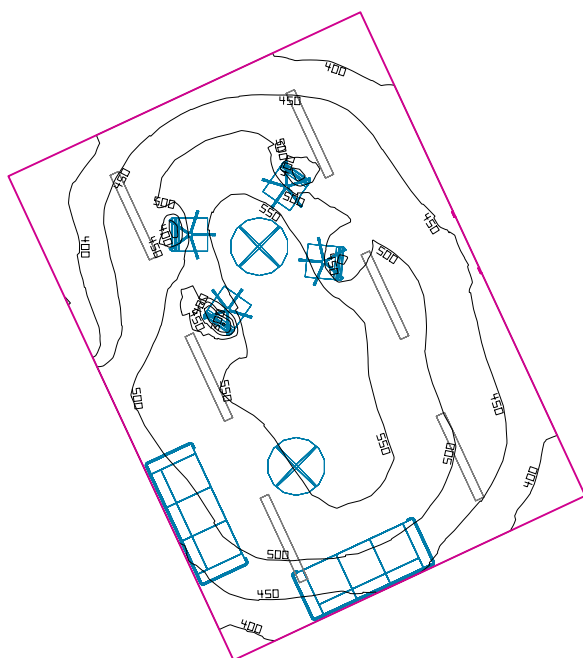
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 5	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	342 (≥ 300)	116	407	0.34	0.29

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
2 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	8712	91.6	95.1

Potencia específica de conexión: 6.10 W/m² (Superficie de planta de la estancia 15.02 m²)

Consumo: 160 - 250 kWh/a de un máximo de 550 kWh/a

Sala de Espera



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 69.2%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

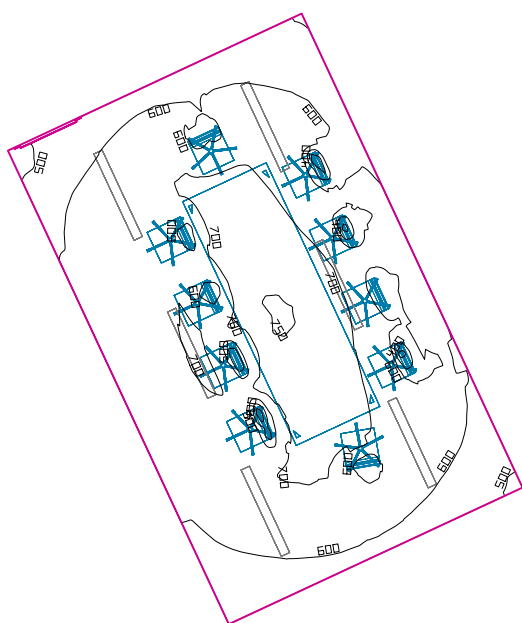
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 6	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	488 (≥ 500)	292	590	0.60	0.49

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	26136	274.8	95.1

Potencia específica de conexión: 7.51 W/m² (Superficie de planta de la estancia 36.61 m²)

Consumo: 660 - 760 kWh/a de un máximo de 1300 kWh/a

Sala de Juntas



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 77.0%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

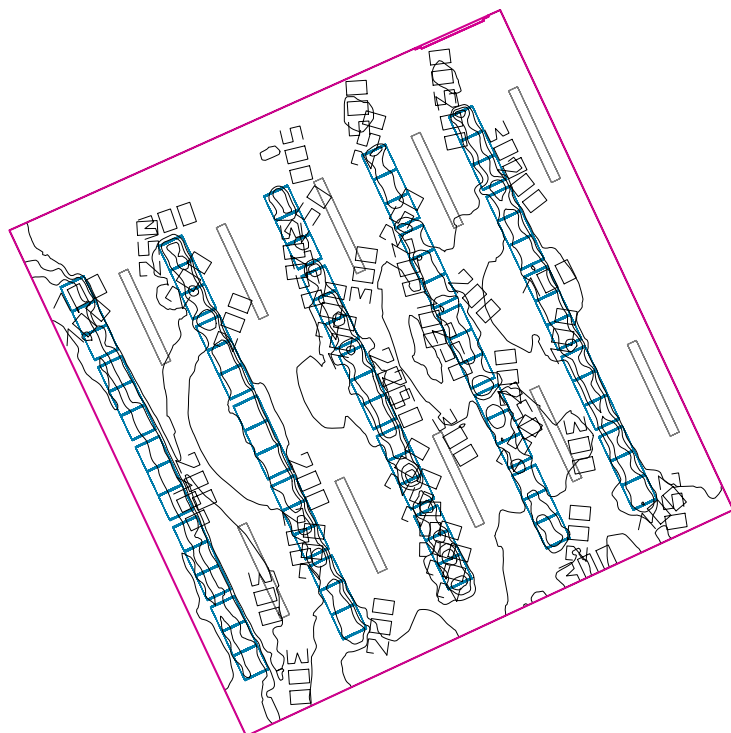
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 7	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	640 (≥ 500)	329	752	0.51	0.44

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	26136	274.8	95.1

Potencia específica de conexión: 9.58 W/m² (Superficie de planta de la estancia 28.70 m²)

Consumo: 760 kWh/a de un máximo de 1050 kWh/a

Archivos



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 77.0%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

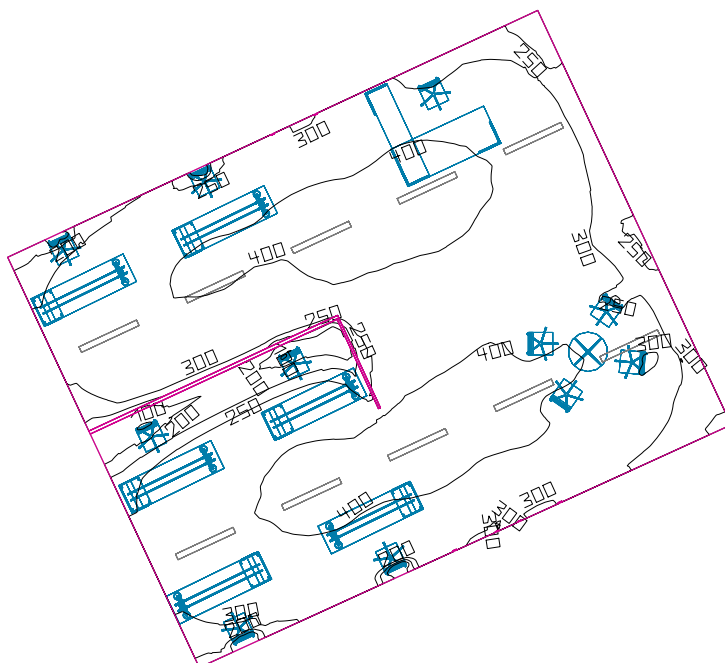
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 8	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	304 (≥ 300)	41.7	522	0.14	0.08

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
10	FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
	Suma total de luminarias	43560	458.0	95.1

Potencia específica de conexión: 10.23 W/m² (Superficie de planta de la estancia 44.77 m²)

Consumo: 1250 kWh/a de un máximo de 1600 kWh/a

Compras y Contabilidad



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 71.8%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

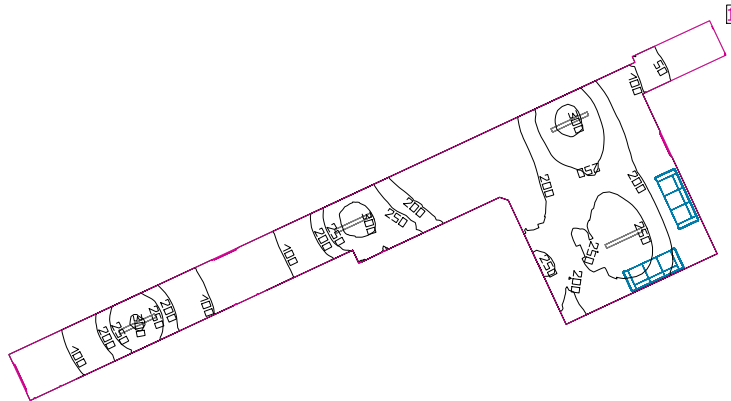
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 9	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	351 (≥ 300)	80.7	430	0.23	0.19

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
10	FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
	Suma total de luminarias	43560	458.0	95.1

Potencia específica de conexión: 4.52 W/m² (Superficie de planta de la estancia 101.42 m²)

Consumo: 790 - 1250 kWh/a de un máximo de 3600 kWh/a

Pasillo



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 67.6%, Suelo 61.2%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

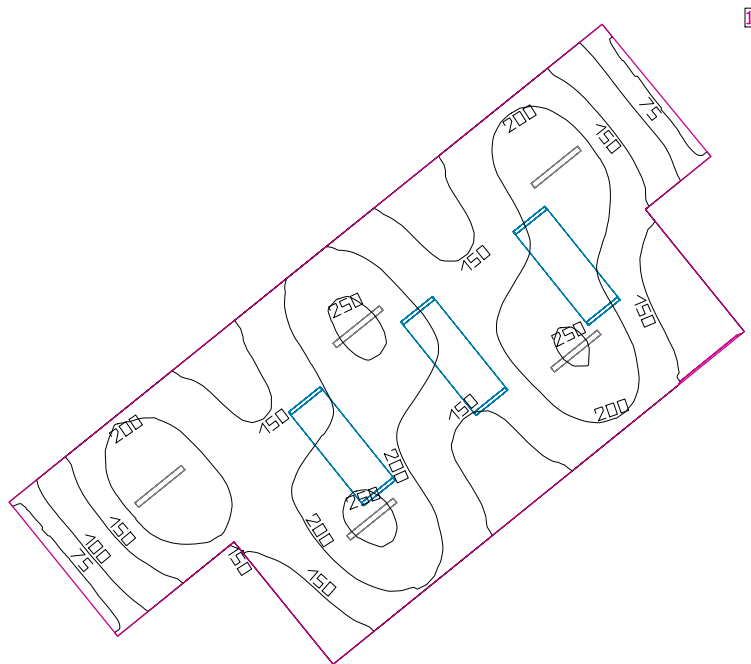
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 10	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.850 m, Zona marginal: 0.000 m	189 (≥ 100)	28.0	321	0.15	0.09

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 2.81 W/m² (Superficie de planta de la estancia 65.19 m²)

Consumo: 30 kWh/a de un máximo de 2300 kWh/a

Empacado Tetra Pack



Altura del local: 3.100 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 76.9%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

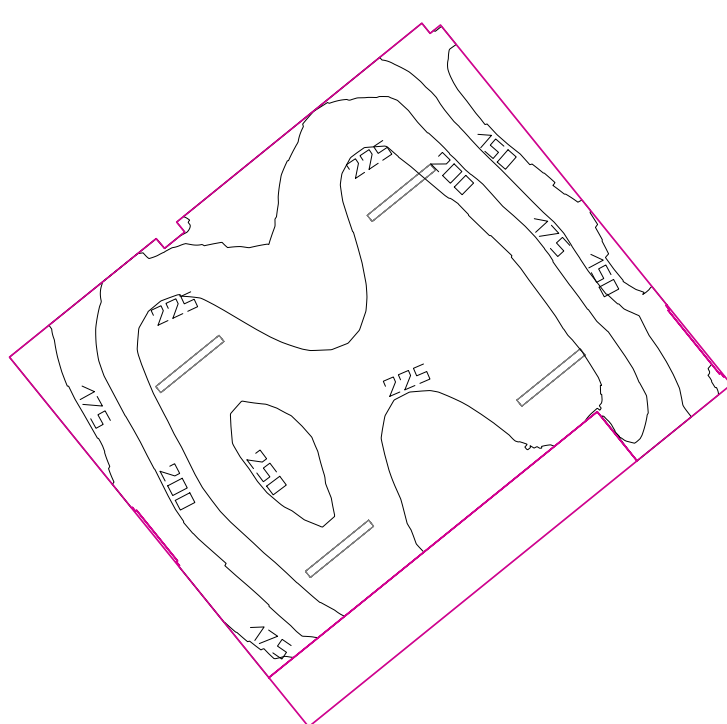
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	181 (≥ 150)	66.1	263	0.37	0.25

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
5 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	21780	229.0	95.1

Potencia específica de conexión: 2.46 W/m² (Superficie de planta de la estancia 92.92 m²)

Consumo: 490 - 630 kWh/a de un máximo de 3300 kWh/a

Mantequilla



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 77.0%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

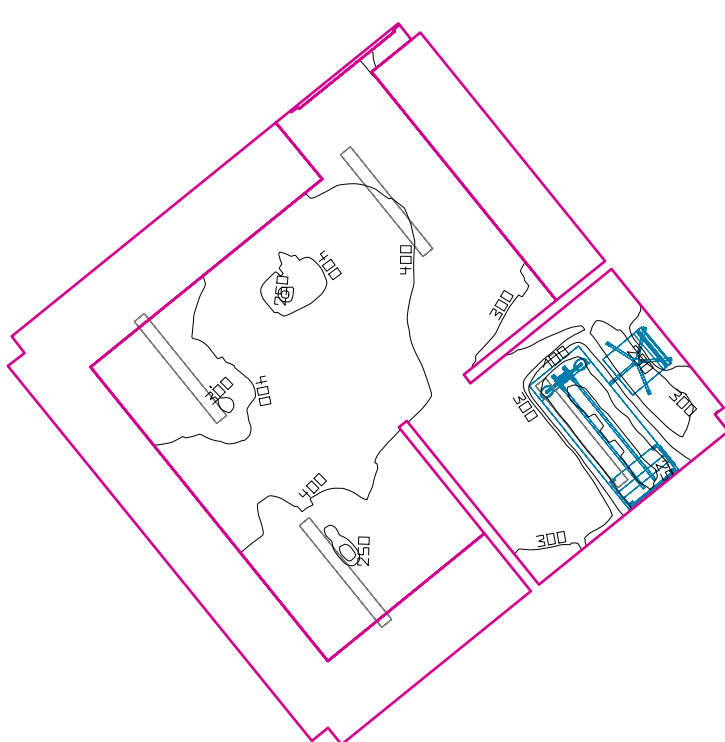
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	214 (≥ 200)	128	256	0.60	0.50

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 3.06 W/m² (Superficie de planta de la estancia 59.93 m²)

Consumo: 19 - 30 kWh/a de un máximo de 2100 kWh/a

Lab. Leche Cruda



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 75.7%, Paredes 77.0%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

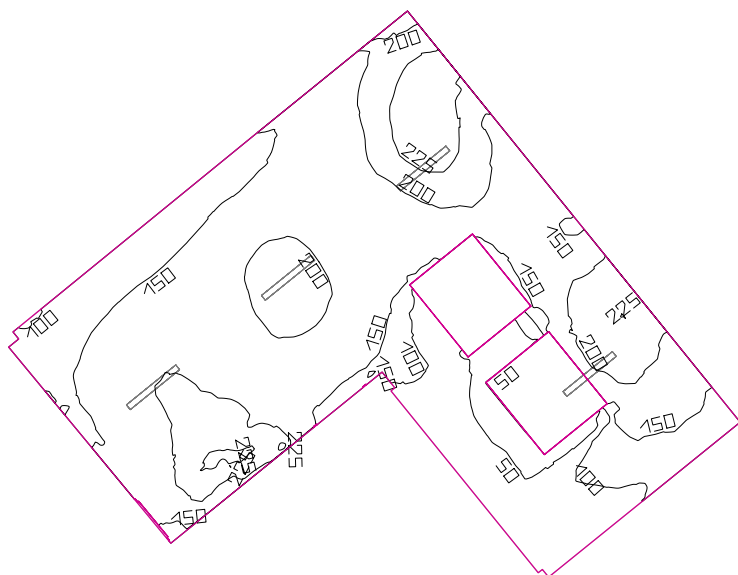
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 3	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	350 (≥ 300)	2.10	450	0.01	0.00

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 7.50 W/m² (Superficie de planta de la estancia 24.43 m²)

Consumo: 250 - 410 kWh/a de un máximo de 900 kWh/a

Esterilización



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 77.0%, Paredes 76.9%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

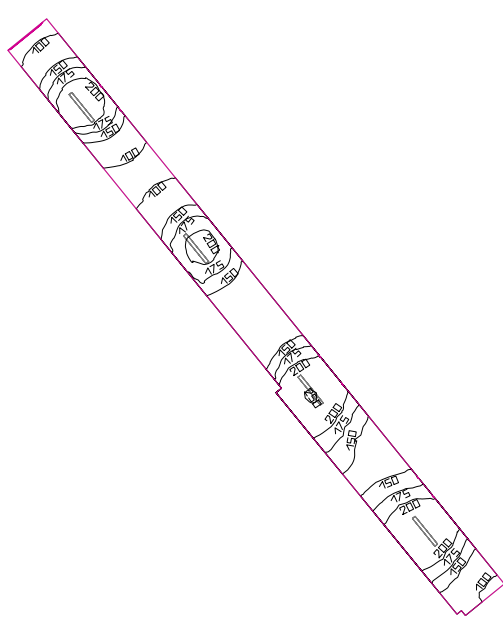
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	162 (≥ 150)	25.3	237	0.16	0.11

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 2.36 W/m² (Superficie de planta de la estancia 77.65 m²)

Consumo: 320 - 500 kWh/a de un máximo de 2750 kWh/a

Pasillo Producción



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 77.0%, Paredes 76.9%, Suelo 10.4%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

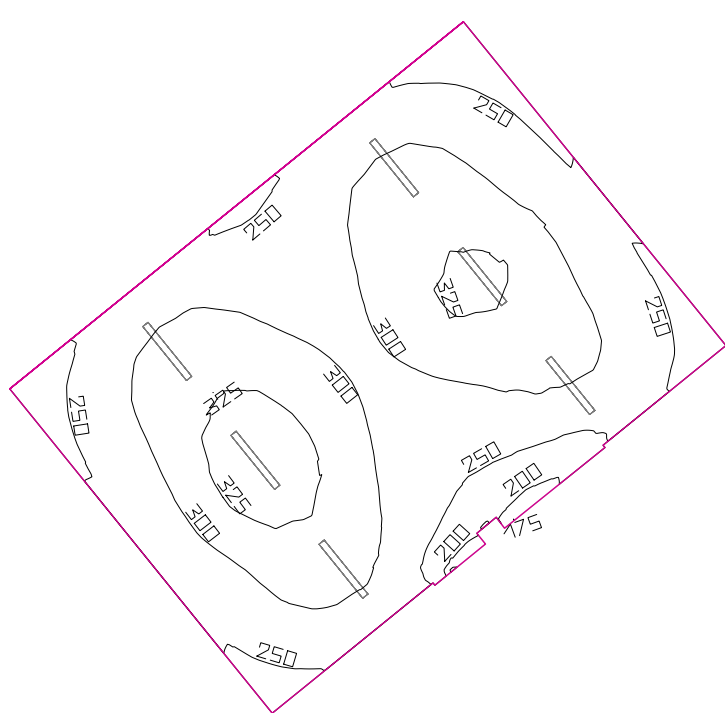
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 5	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	163 (≥ 100)	82.3	259	0.50	0.32

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 3.98 W/m² (Superficie de planta de la estancia 46.02 m²)

Consumo: 19 - 30 kWh/a de un máximo de 1650 kWh/a

Envase de Yogurt



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 75.6%, Suelo 75.6%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

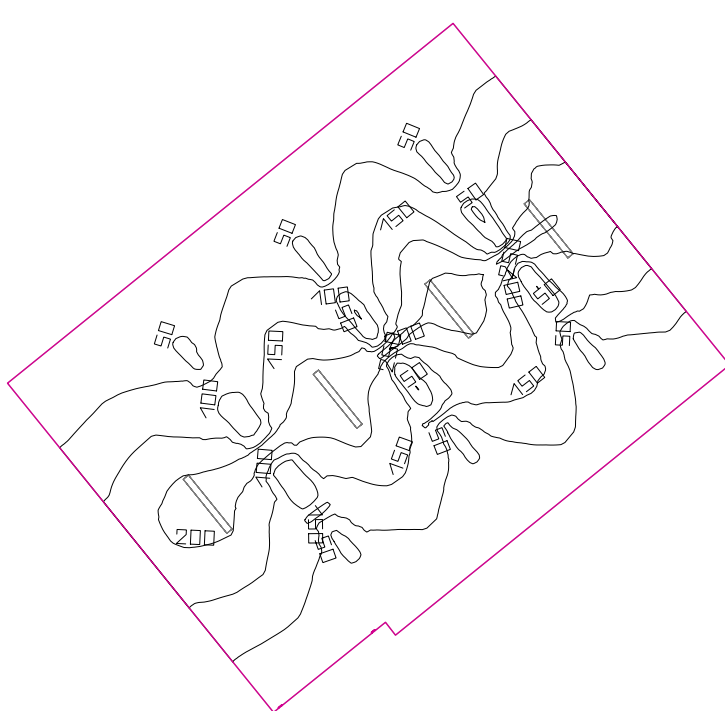
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 6	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	288 (≥ 200)	175	337	0.61	0.52

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	26136	274.8	95.1

Potencia específica de conexión: 3.54 W/m² (Superficie de planta de la estancia 77.68 m²)

Consumo: 29 - 45 kWh/a de un máximo de 2750 kWh/a

Cuarto Frio 2



Altura del local: 3.600 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 75.6%, Suelo 40.3%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

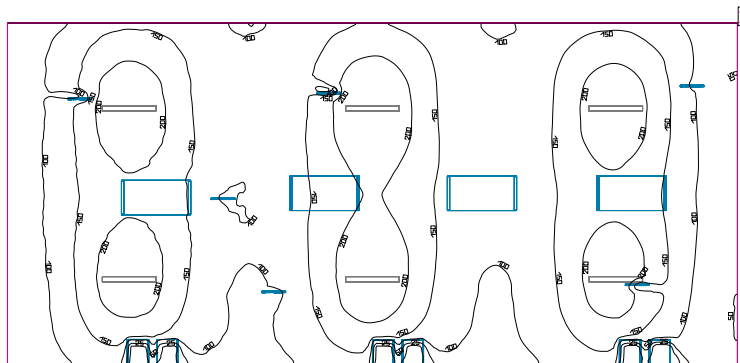
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 7	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	129 (≥ 100)	26.8	274	0.21	0.10

# Luminaria	Φ(Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
4 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	17424	183.2	95.1

Potencia específica de conexión: 2.30 W/m² (Superficie de planta de la estancia 79.51 m²)

Consumo: 30 kWh/a de un máximo de 2800 kWh/a

Empacado six pack



Altura del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

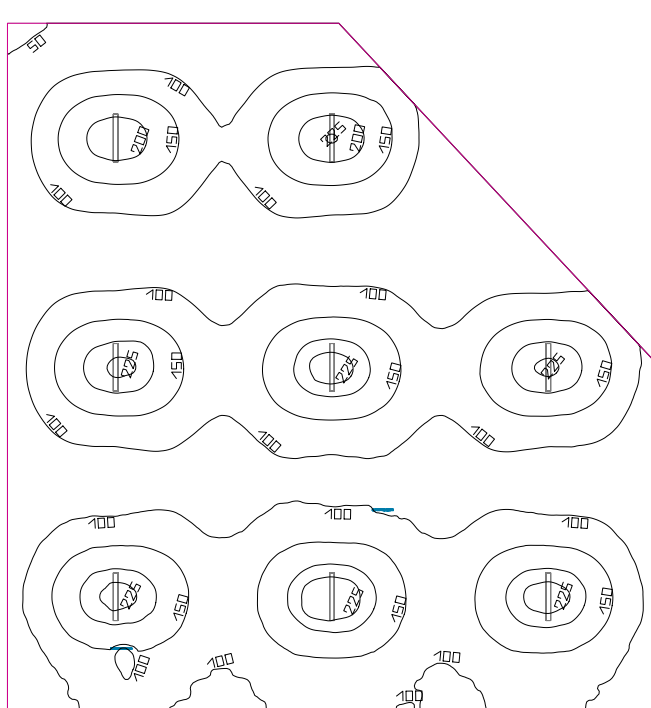
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	142 (≥ 150)	7.08	248	0.05	0.03

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
6 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	26136	274.8	95.1

Potencia específica de conexión: 2.06 W/m² (Superficie de planta de la estancia 133.54 m²)

Consumo: 480 - 760 kWh/a de un máximo de 4700 kWh/a

Bodega de Tránsito



Altura del local: 3.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 50.0%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

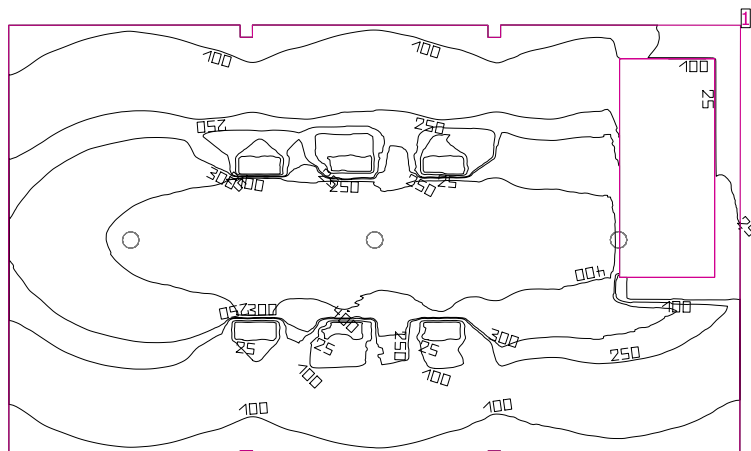
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 2	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	121 (≥ 100)	42.9	246	0.35	0.17

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
8 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	34848	366.4	95.1

Potencia específica de conexión: 1.38 W/m² (Superficie de planta de la estancia 266.04 m²)

Consumo: 52 - 60 kWh/a de un máximo de 9350 kWh/a

Servicios Eléctricos



Altura del local: 8.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 76.2%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

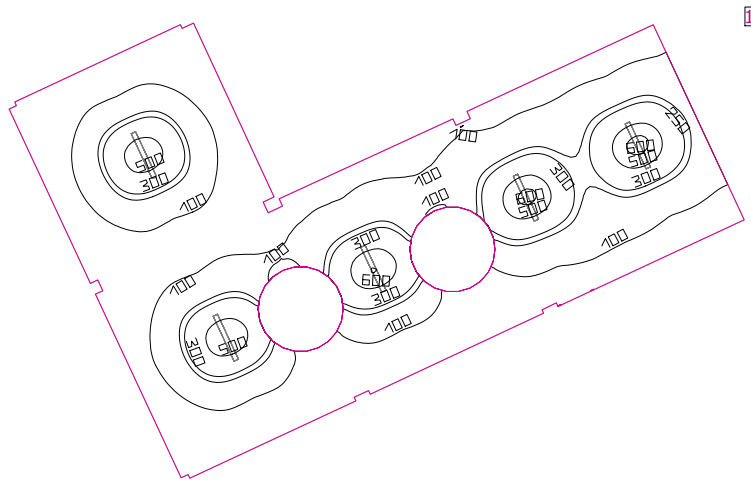
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 4	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	241 (≥ 200)	0.00	456	0.00	0.00

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 FEILO SYLVANIA - EVO HIGH BAY 150W	17054	147.9	115.3
Suma total de luminarias	51162	443.7	115.3

Potencia específica de conexión: 2.45 W/m² (Superficie de planta de la estancia 181.23 m²)

Consumo: 64 - 73 kWh/a de un máximo de 6350 kWh/a

Tanques Tercer Piso



Altura del local: 2.000 m, Grado de reflexión: Techo 70.0%, Paredes 65.3%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

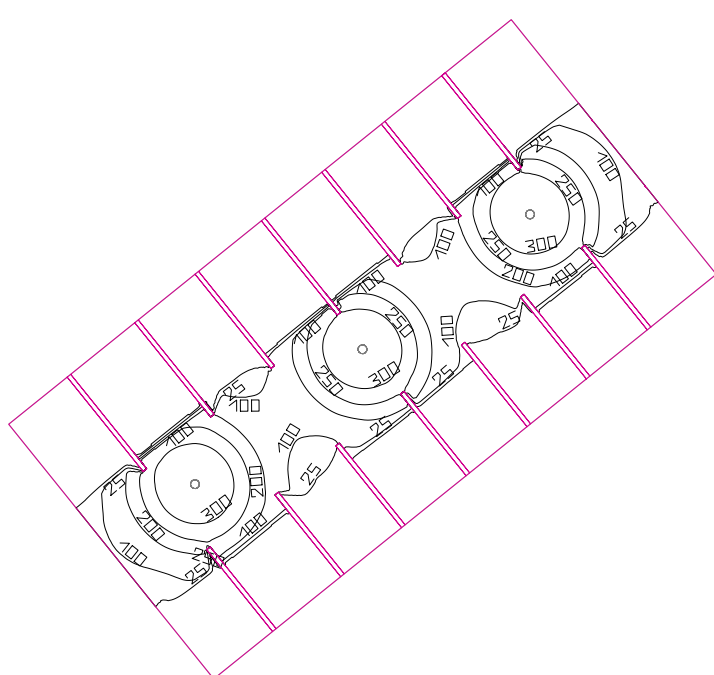
Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	169 (≥ 100)	29.3	624	0.17	0.05

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
5 FEILO SYLVANIA - WATERPROOF SUPERIA LED 1265MM TWIN CW LED Water Proof lamp	4356	45.8	95.1
Suma total de luminarias	21780	229.0	95.1

Potencia específica de conexión: 2.12 W/m² (Superficie de planta de la estancia 108.20 m²)

Consumo: 24 - 38 kWh/a de un máximo de 3800 kWh/a

Bodega de Insumos 1



Altura del local: 7.710 m, Grado de reflexión: Techo 37.6%, Paredes 72.7%, Suelo 42.9%, Factor de degradación: 0.80

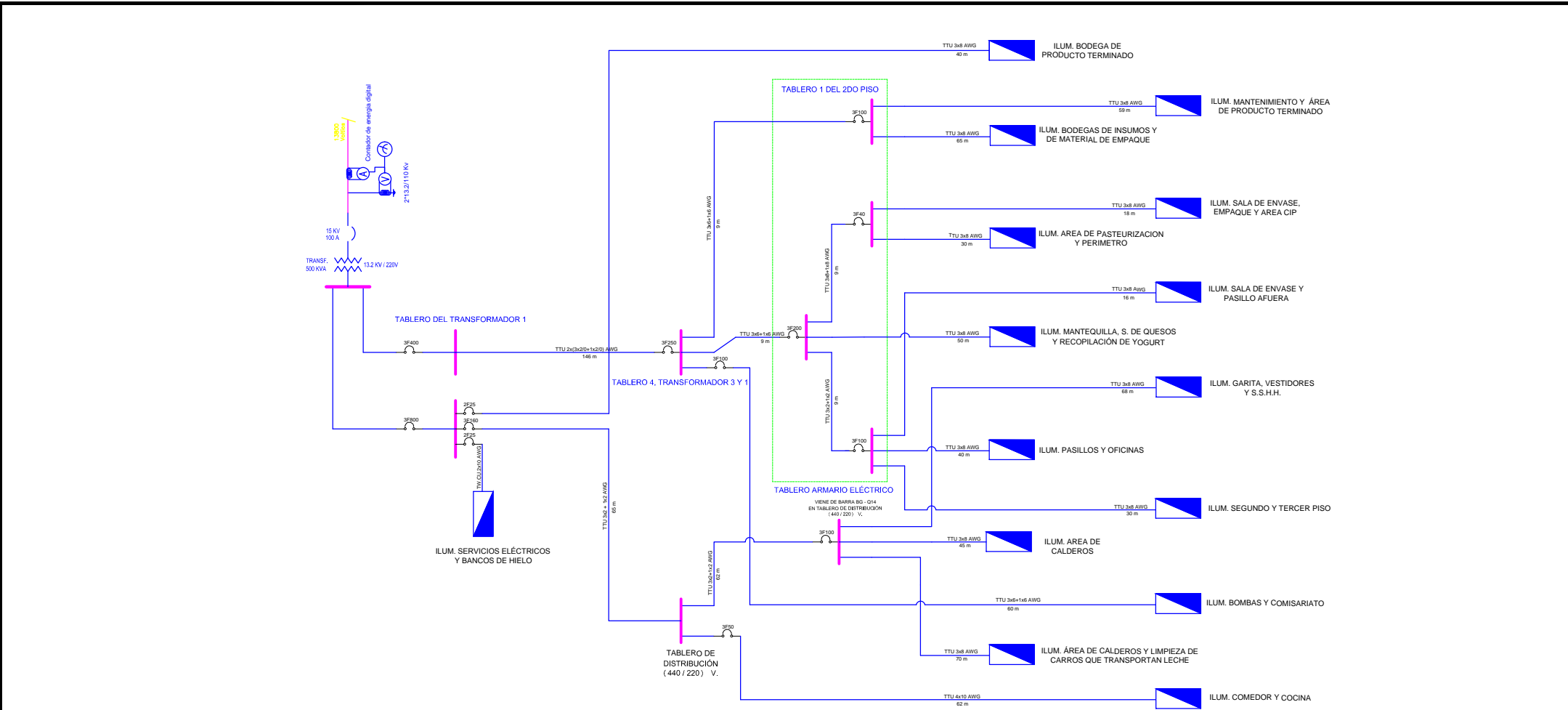
Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Mín./medio	Mín./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.800 m, Zona marginal: 0.000 m	87.6 (≥ 100)	0.52	369	0.01	0.00

# Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3 FEILO SYLVANIA - EVO HIGH BAY 150W	17054	147.9	115.3
Suma total de luminarias	51162	443.7	115.3

Potencia específica de conexión: 1.06 W/m² (Superficie de planta de la estancia 420.10 m²)

Consumo: 73 kWh/a de un máximo de 14750 kWh/a



SIMBOLOGÍA	
	Centro de Transformación Trifásico
	Seccionador Portafusible
	Puesta a Tierra
	Contador de Energía Digital
	Interruptor Termomagnético
	Amperímetro
	Voltímetro
	Sub Tablero de Distribución

UBICACIÓN: Planta de Leche Parmalat S.A.		UTC	CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA	
Fecha: Latacunga, 23 de Octubre del 2017				
TEMA: Diagrama Unifilar del Sistema de Iluminación actual de la Planta Parmalat S.A.	TOLERANCIA INEN 132	ESCALA 1÷1	DIS.	
			DIB.	
			REV.	
CIYA		1-1		

No.	Descripción	Potencia Total [W]	P. Estimada (noche) [W]	P. Estimada (día) [W]
1	Garita	124	124	-
2	Vestidores	372	372	-
3	Dispensario médico	620	-	620
4	Tanques de combustible	248	-	-
5	Área de calderos	600	600	-
6	Cocina y comedor	1116	1116	-
7	Lavado de carros	248	248	-
8	Área de banco de hielos	600	600	-
9	Área de servicios eléctricos	300	-	-
10	Bodega de Producto Terminado 2	3045	-	-
		450	-	-
11	Area de carga	870	-	-
		300	-	-
12	Área de empaque exterior	372	372	-
13	Área de bodega de tránsito	620	620	-
14	Área de mantenimiento	868	868	868
15	Bodega de producto terminado	378	378	378
16	Bodega de Insumos 1	1740	-	-
		1984	-	-
17	Bodega de Insumos 2	1740	-	-
18	Perímetro	496	496	-
19	Área de desinfección	124	124	-
20	Área de esterilización	372	372	372
21	Pasillo en el área de producción	108	108	108
22	Laboratorio de leche cruda	496	496	496
23	Recibidor de leche	54	54	-
24	Área de pasteurización y ultra-pasteurización	150	150	-
		435	435	-
		248	248	-
25	Cuarto de Mantequilla	496	496	-
26	Área de paletizado de yogurt	992	992	-
27	Cuartos fríos	378	378	378
28	Área de envasado de yogurt	432	432	-
		372	372	-
29	Pasillo de la sala de envase	162	162	162
30	Sala de envase y área CIP	216	216	216
		744	744	-
		870	870	-
		300	300	-
31	Área de empaque de leche	378	378	-
32	Area de bombas de agua	992	-	-
33	Área de tanques	870	870	-
		300	300	-
		162	162	-
34	Cuarto de Marmita	248	248	-
35	Control de calidad	248	-	-
36	Laboratorio de microbiología	496	496	496
37	Área de Oficinas	5580	5580	2790
38	Área de tanques del tercer piso	744	744	-
TOTAL			21521	6884