

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Diseño y elaboración de un manual para el  
mantenimiento del sistema de iluminación de la  
empresa industrial textil KUNAN S. A., Arequipa, 2018**

Juan Gonzalo Huallpa Condori

Para optar el Título Profesional de  
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2020

Repositorio Institucional Continental  
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

**ASESOR**

Ing. Polhett Begazo Velásquez

## **AGRADECIMIENTO**

Mi más sincero agradecimiento a mi asesora Ing. Polhett Begazo por su paciencia, orientación y soporte para el desarrollo de la presente tesis, además un agradecimiento especial por las palabras de aliento que me brindó en los momentos que eran necesarios. Muchas Gracias Miss Polhett.

A todos y todas aquellas personas que estuvieron a mi lado durante este camino extraordinario, la vida universitaria.

A mí por la constancia y dedicación.

## **DEDICATORIA**

A mi madre Valeriana y padre Juan porque son los pilares fundamentales en mi vida.

## ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| ASESOR.....  | ii       |
| AGRADECIMIENTO .....                               | iii      |
| DEDICATORIA .....                                  | iv       |
| RESUMEN.....                                       | xi       |
| ABSTRACT .....                                     | xii      |
| INTRODUCCIÓN.....                                  | 1        |
| <br>   |          |
| <b>CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO .....</b>  | <b>2</b> |
| 1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA ..... | 2        |
| 1.1.1 Planteamiento del problema.....              | 2        |
| 1.1.2 Formulación del problema.....                | 3        |
| 1.1.3 Formulación de problemas específicos .....   | 3        |
| 1.2 OBJETIVOS.....                                 | 4        |
| 1.2.1 Objetivo general .....                       | 4        |
| 1.2.2 Objetivos Específicos .....                  | 4        |
| 1.3 JUSTIFICACIÓN .....                            | 4        |
| 1.3.1 Justificación Técnica .....                  | 4        |
| 1.3.2 Justificación académica .....                | 4        |
| 1.3.3 Justificación económica .....                | 5        |
| 1.4 HIPÓTESIS.....                                 | 5        |
| 1.5 Variables .....                                | 5        |
| <br>   |          |
| <b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....</b>             | <b>6</b> |
| 2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....                 | 6        |
| 2.2 Bases teóricas.....                            | 9        |
| 2.2.1 Elementos de un sistema de iluminación.....  | 9        |
| 2.2.2 Confiabilidad .....                          | 9        |
| 2.2.3 Disponibilidad.....                          | 9        |
| 2.2.4 Mantenimiento productivo total.....          | 9        |
| 2.2.5 Tipos de lámparas.....                       | 9        |
| 2.2.6 Sistema de iluminación .....                 | 11       |
| 2.2.7 Iluminación Industrial.....                  | 11       |
| 2.2.8 El mantenimiento .....                       | 11       |

|  |   |           |
|--|---|-----------|
| 2.2.9  | Fallas Funcionales .....  | 12        |
| 2.2.10   | Modos de Falla .....  | 12        |
| 2.2.11   | Efectos de Falla .....  | 12        |
| 2.2.12   | Consecuencias de la Falla .....                                     | 13        |
| 2.2.13   | Sustitución Cíclica .....   | 13        |
| 2.2.14   | Alumbrado general .....   | 13        |
| 2.2.15   | Alumbrado localizado .....  | 13        |
| 2.3  | Definición de términos básicos .....                                | 13        |
| 2.3.1  | Eficiencia energética .....   | 13        |
| 2.3.2  | Lumen .....   | 14        |
| 2.3.3  | Iluminación .....   | 14        |
| 2.3.4  | Luminaria .....   | 14        |
| 2.3.5  | Luz .....   | 14        |
| 2.3.6  | Luz cálida .....  | 14        |
| 2.3.7  | Luz fría .....  | 14        |
| 2.3.8  | Nave Industrial .....   | 14        |
| 2.3.9  | Potencia .....  | 14        |
| 2.3.10   | Deslumbramiento .....   | 15        |
| 2.3.11   | Acometida .....   | 15        |
| 2.3.12   | Canalización .....  | 16        |
| 2.3.13   | Tierra .....  | 16        |
| 2.3.14   | Conductor de puesta a tierra .....                                  | 16        |
| 2.3.15   | Hoja de Datos o Ficha técnica .....                                 | 16        |
| <b>CAPÍTULO III METODOLOGÍA.....</b>           |   | <b>17</b> |
| 3.1  | Método y alcance de la investigación .....                          | 17        |
| 3.2  | Diseño de la investigación.....                                     | 17        |
| 3.3  | Población .....   | 18        |
| 3.4  | Muestra .....   | 18        |
| 3.5  | Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....               | 19        |
| <b>CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b> |   | <b>20</b> |
| 4.1  | Diagnóstico de la situación actual del sistema de iluminación ..... | 20        |
| 4.2  | Mediciones .....  | 37        |
| 4.3  | Resultados .....  | 38        |

|                                  |   |    |
|----------------------------------|---|----|
| 4.4                              | Análisis con el uso del diagrama de Ishikawa.....   | 39 |
| 4.5                              | Manual de mantenimiento para el sistema de iluminación.....                                     | 41 |
| 4.6                              | Evaluación de la implementación del manual de mantenimiento para el sistema de iluminación..... | 42 |
| CONCLUSIONES .....               |   | 49 |
| RECOMENDACIONES                  |   |    |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS ..... |   | 51 |
| ANEXOS.....                      |   | 53 |



## ÍNDICE DE TABLAS

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabla 1.  | Operacionalización de variables e indicadores .....                         | 5  |
| Tabla 2.  | Comparativo de fuentes de luz más usadas en la industria y el comercio..... | 11 |
| Tabla 3.  | Distribución y cantidades de equipos de iluminación en la empresa KUNAN.    | 18 |
| Tabla 4.  | Características del equipo de iluminación N°1 .....                         | 20 |
| Tabla 5.  | Características del equipo de iluminación N°2 .....                         | 21 |
| Tabla 6.  | Características del equipo de iluminación N°3 .....                         | 22 |
| Tabla 7.  | Características del equipo de iluminación N°4 .....                         | 23 |
| Tabla 8.  | Características del equipo de iluminación N°5 .....                         | 24 |
| Tabla 9.  | Características del equipo de iluminación N°6 .....                         | 25 |
| Tabla 10. | Características del equipo de iluminación N°7 .....                         | 26 |
| Tabla 11. | Características del equipo de iluminación N°8 .....                         | 27 |
| Tabla 12. | Características del equipo de iluminación N°9 .....                         | 28 |
| Tabla 13. | Características del equipo de iluminación N°10 .....                        | 29 |
| Tabla 14. | Características del equipo de iluminación N°11 .....                        | 30 |
| Tabla 15. | Características del equipo de iluminación N°12 .....                        | 31 |
| Tabla 16. | Características del equipo de iluminación N°13 .....                        | 32 |
| Tabla 17. | Características del equipo de iluminación N°14 .....                        | 33 |
| Tabla 18. | Características del equipo de iluminación N°15 .....                        | 34 |
| Tabla 19. | Disponibilidad del sistema en base a la muestra. ....                       | 36 |
| Tabla 20. | Eficiencia del sistema en base a la muestra. ....                           | 36 |
| Tabla 21. | Costo de materiales con tubos fluorescentes.....                            | 42 |
| Tabla 22. | Costo inicial de materiales con Tubos LED.....                              | 43 |
| Tabla 23. | Tiempo de vida equipo fluorescente 20000 horas.....                         | 43 |
| Tabla 24. | Tiempo de vida equipos LED 50000 horas .....                                | 43 |
| Tabla 25. | Cálculo del consumo. ....   | 44 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Indicador LED. (a) circuito básico. (b) Circuito práctico. (c) Diodos LED típicos, (Malvino. 2007. p.154)..... | 10 |
| Figura 2. Partes de la lámpara fluorescente. (Oliva Iluminación. 2018. p.97) .....                                       | 10 |
| Figura 3. El deslumbramiento directo, por Martín. (2015, p.60).....  | 15 |
| Figura 4. El deslumbramiento indirecto, por Martín. (2015, p.61). .....  | 15 |
| Figura 5. Observación en el equipo de iluminación.N°1. ....  | 21 |
| Figura 6. Observación en el equipo de iluminación N°2. ....  | 22 |
| Figura 7. Observación en el equipo de iluminación N°3. ....  | 23 |
| Figura 8. Observación en el equipo de iluminación N°4. ....  | 24 |
| Figura 9. Observación en el equipo de iluminación N°5. ....  | 25 |
| Figura 10. Observación en el equipo de iluminación N°6. ....   | 26 |
| Figura 11. Observación en el equipo de iluminación N°7. ....   | 27 |
| Figura 12. Observación en el equipo de iluminación N°8. ....   | 28 |
| Figura 13. Observación en el equipo de iluminación N°9. ....   | 29 |
| Figura 14. Observación en el equipo de iluminación N°10 .....  | 30 |
| Figura 15. Observación en el equipo de iluminación N°11. ....  | 31 |
| Figura 16. Observación en el equipo de iluminación N°12. ....  | 32 |
| Figura 17. Observación en el equipo de iluminación N°13. ....  | 33 |
| Figura 18. Observación en el equipo de iluminación N°14. ....  | 34 |
| Figura 19. Observación en el equipo de iluminación N°15. ....  | 35 |
| Figura 20. Luxómetro .....   | 37 |
| Figura 21. Relación LUX-lúmen-m2.....  | 37 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Resumen del diagnóstico de los equipos de iluminación. ....             | 38 |
| Gráfico 2. Diagrama de Ishikawa .....  | 40 |
| Gráfico 3. Costos vs Tiempo .....  | 44 |
| Gráfico 4. Consumo de energía eléctrica por mes. ....                              | 45 |
| Gráfico 5. Costo de energía eléctrica por mes. ....                                | 45 |
| Gráfico 6. Costo de energía por año. ....  | 46 |
| Gráfico 7. Mantenimientos realizados antes de la implementación del manual. ....   | 47 |
| Gráfico 8. Mantenimientos realizados después de la implementación del manual. .... | 47 |

## RESUMEN

La finalidad del presente informe de investigación, es diseñar un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación, que permita mejorar los procesos de mantenimiento (predictivo, preventivo, correctivo) para garantizar la disponibilidad de los diferentes componentes del sistema, rehuir fallas recurrentes, brindar una iluminación adecuada.

El manual para el mantenimiento del sistema de iluminación tiene como meta la mejora a nivel operativo, teniendo como consecuencias producción de calidad, confort, ahorro de energía y ahorro económico.

Al poner en práctica el manual para el mantenimiento del sistema de iluminación se garantizará la disponibilidad de los equipos con niveles de iluminación óptima.

Para la elaboración del manual de mantenimiento para el sistema de iluminación, previamente se desarrolló un diagnóstico del sistema actual ubicado en la empresa textil industrial textil KUNAN S.A. encontrando escenarios en las cuales se puede incorporar nuevos procedimientos de mantenimiento.

La modificación de los procedimientos actuales en el mantenimiento del sistema de iluminación en la empresa KUNAN S.A., tendrá como resultado productos de calidad, la elaboración de telares con menos errores, disminución en la actividad de la corrección de fallas, acabados óptimos en las prendas elaboradas.

El diseño de manual proporcionará pautas, recomendaciones, formas para que el sistema de iluminación este operativo en el momento que se requiera y con los niveles de iluminación que se requiera.

Del informe de investigación, se puede concluir que al realizar las actividades recomendadas en el manual para el mantenimiento del sistema de iluminación, se mejora en cuanto a disponibilidad del sistema de iluminación y se optimiza el consumo de energía eléctrica.

**Palabras clave:** textil, manual, mantenimiento, iluminación.

## ABSTRACT

The purpose of this research report is to design a manual for the maintenance of the lighting system that allows to improve the maintenance processes (predictive, preventive, corrective) to guarantee the availability of the different components of the system, avoid recurring failures, provide lighting suitable.

The manual for the maintenance of the lighting system has as its goal the improvement at the operational level, having as consequence the production of quality, comfort, energy saving and economic savings.

By putting practice the manual for the maintenance of the lighting system, the availability of equipment with optimum lighting levels will be guaranteed.

For the preparation of the maintenance manual for the lighting system, a diagnosis of the current system located in the textile industrial company KUNAN S.A. was previously developed finding scenarios in which new maintenance procedures can be incorporated.

The modification of the current procedures in the maintenance of the lighting system in the KUNAN company will result in quality products, the elaboration of looms with fewer errors, decrease in the activity of the correction of faults, optimal finishes in the elaborated garments.

The manual design will provide guidelines, recommendations, ways for the lighting system to be operational at the time it is required and with the lighting levels that are required.

From the research report, it can be concluded that by carrying out the activities recommended in the manual for the maintenance of the lighting system, the availability of the lighting system is improved and electrical energy consumption is optimized.

**Keywords:** textile, manual, maintenance, lighting.

## INTRODUCCIÓN

Como es de nuestro conocimiento en el Perú, la industria textil es un rubro importante por elaborar hilados y/o telares de alta calidad con su principal materia prima como es las fibras de vicuña, alpaca.

En el Perú, la mayor concentración de la industria textil se ubica en Lima con un 69% y el 31% se distribuye en el resto del país resaltando la región sur en especial los departamentos de Arequipa y Puno con un 5% cada uno.

La empresa industrial textil KUNAN S.A. se ubica en el departamento de Arequipa, es una empresa que realiza sus operaciones en una infraestructura casi cerrada, quiero decir en naves industriales lo que hace que el sistema de iluminación artificial sea usada 12 horas y hasta 24 horas los 365 días del año, por lo que el sistema de iluminación se convierte en un pilar en el proceso de producción para obtener un producto de calidad.

En el capítulo I, denominado planteamiento del estudio, se describe el problema, los objetivos generales y específicos, se ha descrito la justificación respectiva, se ha consignado la hipótesis y variables.

En el capítulo II, se realizó un compendio de otros trabajos de investigación, que sirvió de soporte para redactar el marco teórico, bases teóricas y definición de términos.

En el capítulo III, en este capítulo se trabajó el método y alcance de la investigación, así como también el diseño de la investigación, población y muestra, técnica e instrumentos de recolección y análisis de datos.

En el capítulo IV, se toca los resultados del tratamiento y análisis de la información.

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO**

### **1.1 PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

#### **1.1.1 Planteamiento del problema**

Los sistemas de iluminación en las empresas industriales son un elemento muy importante en el proceso productivo, para la seguridad y el confort de los colaboradores, además la función más importante de la iluminación es apoyar en la tarea que realiza el colaborador; la empresa industrial que tome real importancia en este factor como es la iluminación, a cambio obtendrá un mejor performance y un aumento en la productividad obteniendo mejores resultados en la producción y de manera indirecta sus colaboradores se sentirán cómodos en sus puestos de trabajo.

La iluminación es un elemento esencial durante el proceso de producción y por ende para la productividad, así como para mantener una buena salud de los trabajadores (colaboradores), podemos mencionar algunas dificultades que se pueden presentar como la fatiga visual, estrés, agotamiento, dolores de cabeza, desánimo; son factores que generan la probabilidad de accidentes laborales, bajo rendimiento y ausentismo laboral.

Es de gran importancia que la iluminación se adapte a las labores que son realizadas por los colaboradores en una determinada área de trabajo, dado que los colaboradores desempeñan unas secuencias de hábitos repetitivos durante un periodo de tiempo prolongado, en la actualidad y gracias a la tecnología muchas empresas y/o fabricas vienen mejorando, implementado, invirtiendo en las nuevas tecnologías en iluminación por ejemplo el uso de luminarias del tipo LED, a fin que la empresa y/o fabrica sea más competitiva y mejorar el ambiente laboral; el hecho de mejorar la eficiencia del sistema de iluminación repercute en los costos de producción, reducción de accidentes, menor índice de ausentismo, entre otros.

Cabe mencionar que la iluminación inadecuada puede causar algunos efectos tales como: dolor e inflamación en los párpados, visión alterada, fatiga visual, pesadez, enrojecimiento, lagrimeo, irritación, dolor de cabeza, falta de energía y agotamiento (fatiga).

En el contexto de la empresa Textil Kunan S.A. dedicada a la producción de hilados, tejidos y confección de prendas de vestir, se debe priorizar el mantenimiento oportuno (tipos de mantenimiento preventivo y correctivo) y localizar los equipos de iluminación para que el colaborador no se interponga entre estos y la zona de trabajo; los equipos de iluminación para nuestro caso son canoas industriales de un tubo o dos tubos fluorescentes.

En la empresa Textil Kunan S.A. se observa un sistema de iluminación con algunos equipos de iluminación inoperativos, luminarias con presencia de polvo, luminarias con iluminación tenue, luminarias con iluminación parpadeante y además de no contar con un programa de mantenimiento documentado, haciendo que los mantenimientos sean en su totalidad correctivos, lo que implica atenciones de urgencia por parte del personal de mantenimiento, afectando el normal desarrollo de las actividades de producción y del propio personal de mantenimiento y del área de logística.

Asimismo, se observa el uso de equipo de iluminación tradicionales como son los tubos fluorescentes; estos equipos tienden a presentar mayores fallos dado que es un sistema compuesto por tres elementos principales, aquí es donde se halló una oportunidad de mejora que consiste en el uso de nuevas tecnologías. Cabe mencionar que el reemplazo por luminarias más eficientes quiere decir retirar balastos o transformadores, arrancadores y el mismo fluorescente o foco por otros más eficientes como tubos LED.

Se considera que las deficiencias en el sistema de iluminación se dan por la falta de un plan de mantenimiento y un manual para el mantenimiento específico del sistema de iluminación a corto, mediano y largo plazo, con el propósito de lograr una operación sostenible, eficaz y rentable para la empresa así como el confort para los colaboradores.

### **1.1.2 Formulación del problema**

¿La elaboración de un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación de la empresa industrial textil Kunan S.A. en la ciudad de Arequipa, Perú, 2018, mejorará la eficiencia del sistema de iluminación?

### **1.1.3 Formulación de problemas específicos**

- ¿Cuál es la situación actual del sistema de iluminación de la empresa?



- ¿Cuál es el tipo de lámpara óptimo para las operaciones?
- ¿Se podrá elaborar un documento que contenga los lineamientos apropiados para el mantenimiento del sistema de iluminación?
- ¿Mejorará el nivel de eficiencia en el consumo de energía del sistema de iluminación después de la elaboración de los documentos de mantenimiento?

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo general**

Diseñar y elaborar un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación de la empresa industrial textil Kunan S.A. en la ciudad de Arequipa, Perú, 2018.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Establecer el diagnóstico actual del sistema de iluminación.
- Determinar el tipo de lámpara óptima, para garantizar la disponibilidad del sistema de iluminación.
- Describir procedimientos que permitan elevar la disponibilidad del sistema de iluminación.
- Medir la eficiencia, en función al consumo de energía, del sistema de iluminación.

## **1.3 JUSTIFICACIÓN**

El presente informe busca generar un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación de la empresa industrial textil Kunan S.A., puede justificarse en los siguientes campos:

### **1.3.1 Justificación Técnica**

La propuesta de elaborar un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación de la empresa industrial textil Kunan S.A., esto permitirá incorporar conocimientos técnicos y prácticas con el propósito de mejorar la eficiencia del sistema de iluminación, dando a conocer procedimientos técnicamente factibles.

### **1.3.2 Justificación académica**

El hecho de generar un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación, nos permitirá aplicar conocimientos adquiridos durante nuestra formación académica en la universidad Continental, puntualmente en la Escuela profesional de Ingeniería Industrial; de esta manera, se aportará información que posteriormente pueda ser útil para trabajos de investigaciones similares.

### 1.3.3 Justificación económica

Al concluir con el proyecto de investigación, Los procedimientos y prácticas técnicamente factibles descritos en el manual que se elaborará para el mantenimiento del sistema de iluminación, permitirá a la empresa Industrial Textil KUNAN S.A. mejorar la eficiencia en el sistema de iluminación en sus diferentes áreas minimizando los costos fijos de la producción.

## 1.4 HIPÓTESIS

Es probable que el diseño y elaboración de un manual para el mantenimiento del sistema de iluminación, mejore la eficiencia del sistema de iluminación de la empresa industrial textil Kunan S.A. en la ciudad de Arequipa, Perú, 2018.

## 1.5 Variables

En el presente proyecto de investigación se proponen las siguientes variables:

Diseño de un manual. (Variable independiente)

Eficiencia. (Variable dependiente)

**Tabla 1.**

*Operacionalización de variables e indicadores*

| VARIABLES                             | SUB VARIABLES               | INDICADORES                         |
|---------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------|
| Diseño y elaboración de un manual     | Mantenimiento programado    | Adherencia de la programación       |
|                                       | Mantenimiento no programado | Fallas en un determinado periodo    |
|                                       | Diagnostico                 | Operatividad                        |
|                                       | Metodología                 | Implementación de nuevas practicas  |
| Eficiencia del sistema de iluminación | Disponibilidad              | Horas de funcionamiento cero fallas |

**Fuente:** Elaboración propia.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA**

Según Victorio, (2007) en su tesis Calidad de Iluminación en Ambientes de Trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental, describió que:

“La iluminación y los colores inciden en el comportamiento psicológico del hombre, con estados de ánimo, emociones y sentimientos: el amarillo alegría y estímulo, azul refrescante, verde reposo y alivio a los ojos, azul verdoso sensación de frialdad, amarillo verdoso más cálido, rojo peligro, violeta y púrpura sensualidad y fastuosidad, blanco limpieza, gris desfavorable, negro deprimente” (p.8).

Según Prieto, (2008) en su tesis Uso de la Metodología Six Sigma como referencia para la optimización de un área de mantenimiento de planta, afirma que:

“Es necesario y primordial convencer y demostrar a los directivos de la empresa acerca de la imperiosa necesidad del cambio, ello se logrará mejor si se muestra la evolución de los mercados en general y de la industria específica en especial, tanto a nivel mundial como nacional y regional. En segundo lugar, debe mostrarse claramente lo que acontece con la empresa, describiendo su evolución y comparándola con la de los actuales y futuros competidores. Debe dejarse en claro donde estará la empresa dentro de cinco o diez años de no efectuar cambios y donde estarán las empresas que si realicen tales cambios.

Demostrada la necesidad de instaurar un proceso de mejora continua, y de reingeniería es necesario para cubrir rápidamente las brechas de performances, el paso siguiente es demostrar las características y cualidades de Six Sigma, demostrando además las diferencias de este en relación a otros sistemas de calidad y mejora continua.

De estar aplicando ya la empresa algún otro sistema o método de mejora continua, se hace menester evaluar los resultados que los mismos están brindando. Para lo cual un

buen método es evaluar el nivel de sigma que tienen sus procesos actualmente y comprarlos (benchmarking) con los competidores globales.” (pp.27-28).

Según Quispe, (2017) en su tesis Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV, describió que:

“El análisis de la situación actual se resume en la evaluación o diagnóstico de la situación actual debe considerar todos aquellos aspectos relacionados con el mantenimiento de equipos, los objetivos, la planificación, misión, visión, ejecución de las tareas de mantenimiento, histórico de fallas, el análisis de causas y efectos de los problemas en la gestión de mantenimiento a proponer. Se debe establecer una estrategia orientada a esos objetivos y determinando las responsabilidades del personal implicado a nivel operacional” (p.31).

Según Rivera, (2011) en su tesis Sistema de gestión del mantenimiento industrial, describió que:

“La implementación de un sistema de mantenimiento industrial tiene como elementos el tiempo de vida, personas y otros elementos.

De acuerdo a un análisis de la realidad del mantenimiento industrial; se generan recomendaciones para realizar una buena gestión del mantenimiento de equipos de las fábricas y/o empresas. Los resultados de una buena y apropiada implementación de un sistema de mantenimiento industrial se reflejan en la disminución del costo de mantenimiento. El acelerado desarrollo de la industria obliga a tomar nuevas metodologías, basándonos en experiencias de países europeos” (p.6).

Para Mesa y Ortiz y Pinzón, (2006) en su revista a Confiabilidad, la Disponibilidad y la Mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento, afirman que:

“Las funciones de la confiabilidad, disponibilidad y la mantenibilidad son herramientas que pueden apoyar en la toma de decisiones de las personas encargadas del mantenimiento de los equipos. Durante mucho tiempo no se daba la debida importancia o que no era necesario un conocimiento técnico, pero con el avance las tecnologías que hizo que el mundo sea globalizado y competitivo, el conocimiento técnico – científico es cada vez más importante, siendo la confiabilidad, disponibilidad y mantenibilidad tres disciplinas que lo pueden propiciar” (p.155).

Para Cardozo y Noguera, (2015) en su informe Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal, afirman que:

“La teoría de la iluminación artificial sigue siendo aplicable a la tecnología LED, luego de un estudio cuidadoso y crítico puede facilitar la selección de productos de alta

calidad y la construcción de sistemas de iluminación basados en esta tecnología. En lo económico se puede decir que el largo tiempo de vida útil y el consumo reducido de energía que ofrece los equipos de iluminación LED, son razones para promover su implementación. Cabe mencionar que con el pasar del tiempo, el costo de los equipos LED han ido reduciéndose, lo cual involucra aún más la reducción de costos. Se espera que en los años siguientes la mejora de la eficiencia el chip LED provocará que la inversión en este tipo de tecnología sea económicamente muy atractiva” (p.40).

Moscoso, (2017) en su tesis Programa de control del mantenimiento proactivo y correctivo en equipos mecánicos del transporte de hidrocarburos en el Ecuador, describe que:

“Mucho más allá de las mejores expectativas, la nueva investigación está cambiando las creencias más básicas acerca del mantenimiento. En particular, se hace aparente ahora que hay una menor conexión entre el tiempo que lleva un equipo funcionando y sus posibilidades de falla. La visión acerca de las fallas en un principio se entendía que cuando los elementos físicos envejecen tienen más probabilidades de fallar, mientras que un conocimiento creciente acerca del desgaste por el uso durante la Segunda Generación llevó a la creencia general en la “curva de la bañera”. Sin embargo, la investigación hecha por la Tercera Generación ha revelado que en la práctica actual no solo ocurre un modelo de falla sino de diferentes maneras” (p.23).

Para Choquemamani y Ugarte, (2019) en su trabajo de investigación Propuesta de la mejora de la iluminación para reducir el costo en el área de producción de una empresa dedicada a la fabricación de tuberías PVC y tanques de polietileno, Arequipa 2019, afirman que:

“Conforme a las normas que se establecen, se sugiere que se debe asegurar con el paso del tiempo la limpieza de los equipos luminosos eléctricos adecuados y la eficiencia energética de la red, crear una técnica con una introducción de mejoras de las infraestructuras de iluminación en el área de producción con la siguiente característica fundamental: Mejorar el sistema de iluminación, cambio de luminarias por unas más modernas” (p.44).

Valencia y Cañarte, (2009) en su Trabajo de grado Inspección eléctrica en el edificio de educación según el retie, describe que:

“La inspección de las instalaciones eléctricas consiste en revisiones que se realizan a todo tipo de instalaciones ya construidas con el fin de desarrollar actividades tales como medir, examinar, ensayar o comparar, que nacen de la necesidad de garantizar la

seguridad de las personas, vida animal y vegetal y la preservación del medio ambiente, mediante la prevención, minimización o eliminación de los riesgos de origen eléctrico.

Estas inspecciones deben hacerlas en todos los proyectos de generación, líneas de transmisión, subestaciones de media, alta y extrema alta tensión, redes de distribución y proyectos de uso final de la energía eléctrica, tales como la industria, comercio y vivienda” (p.23).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Elementos de un sistema de iluminación**

Los componentes básicos de un sistema de iluminación son los equipos de iluminación, a la vez estos llevan en su interior lámpara(s) que son la(s) fuentes de luz, los conductores y los controladores y/o reguladores.

### **2.2.2 Confiabilidad**

“La confiabilidad no es una función por sí misma. Es una expectativa de funcionamiento que impacta en todas las demás funciones” (Moubray, 2004, p.46).

### **2.2.3 Disponibilidad**

En concreto disponibilidad es estar listo para la tarea asignada. En temas de mantenimiento quiere decir que una máquina o equipo debe estar listo para el momento que se le requiera.

### **2.2.4 Mantenimiento productivo total**

Podemos definir el mantenimiento productivo total como disposiciones técnicas, medios y actuaciones que permiten garantizar, para nuestro contexto, que las instalaciones puedan desarrollar el trabajo al que están destinados (Rey, 2001). El mantenimiento productivo total (TPM) se traduce en asumir el desafío que en una empresa el mínimo sea cero de fallos, incidencias y defectos para mejorar la eficacia en el proceso productivo permitiendo de alguna manera reducir costos y stocks innecesarios.

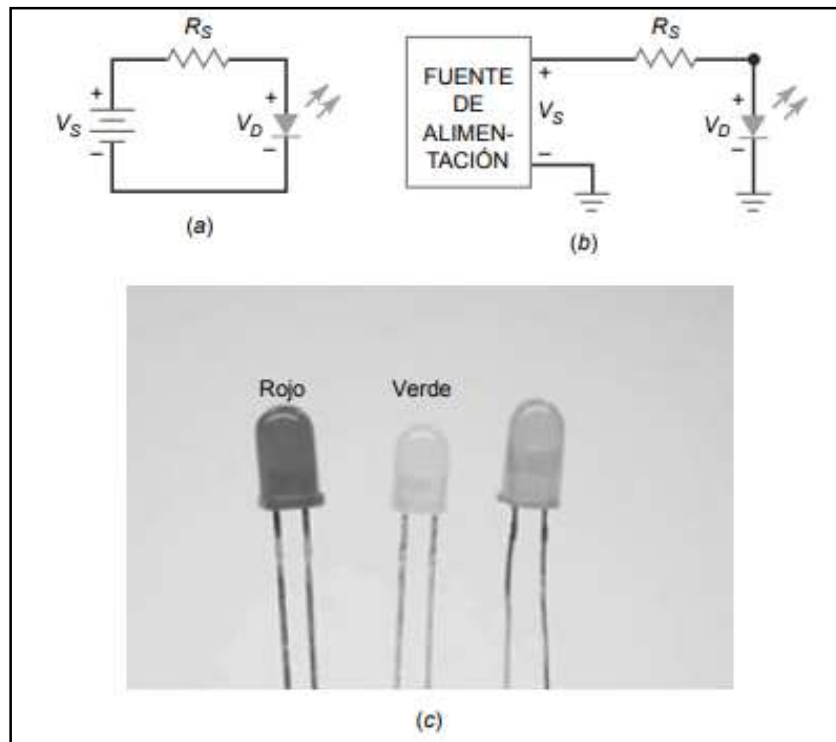
### **2.2.5 Tipos de lámparas**

- **Lámpara LED**

La lámpara LED´s tiene como protagonista principal al diodo emisor de luz (LED).

El diodo emisor de luz tiene como principio de funcionamiento el paso de corriente eléctrica en un sentido pero no en el sentido contrario, cabe mencionar que este

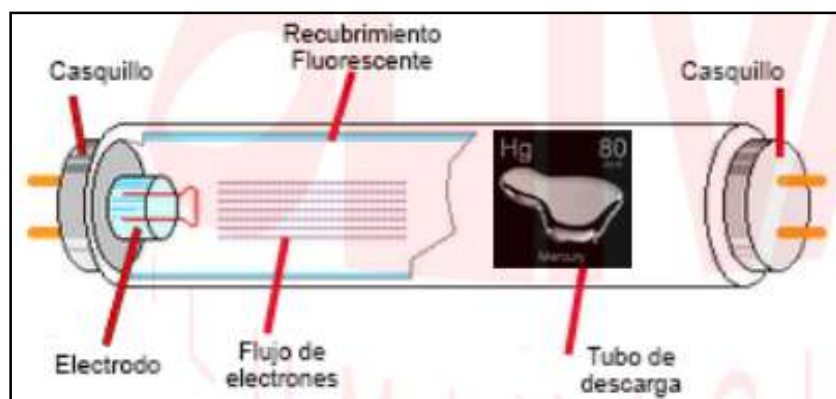
componente electrónico funciona con una fuente de energía de corriente continua, al ingresar a corriente hace que los electrones pasen (salten) de la capa negativa hacia la capa positiva, es en dicho salto donde se genera la emisión de fotones (luz).



**Figura 1.** Indicador LED. (a) circuito básico. (b) Circuito práctico. (c) Diodos LED típicos, (Malvino. 2007. p.154)

- **Lámpara fluorescente**

Es un tubo de vidrio que en su interior contiene un gas inerte, los átomos de estos gases son desplazados y al hacerlo generan luz ultravioleta que es filtrada por el fósforo que recubre el interior del tubo y la convierte en luz visible.



**Figura 2.** Partes de la lámpara fluorescente. (Oliva Iluminación. 2018. p.97)

- Fuentes de luz más usadas en la actualidad.

**Tabla 2.**

*Comparativo de fuentes de luz más usadas en la industria y el comercio.*

| Tabla comparativa de características de las fuentes de luz actualmente más usadas en iluminación |                 |                    |     |
|--|-----------------|--------------------|-----|
| Tipo de lámpara  | Eficacia (lm/W) | Tiempo de vida (h) | IRC |
| ▶ Halógena   | 20              | 1.200              | 100 |
| ▶ Halogenuros metálicos  | 70 - 108        | 15.000             | 90  |
| ▶ Fluorescente   | 60 - 100        | 8.000              | 80  |
| ▶ Sodio baja presión   | 120 - 200       | 16.000             | 25  |
| ▶ Sodio alta presión   | 95 - 130        | 28.000             | 45  |
| ▶ LED  | 90 - 120        | >50.000            | >75 |

**Fuente:** www.Celfosc.org

En la tabla 2 se muestra la eficacia y tiempo de vida de los tipos de lámparas más usadas, (Herranz y Ollé y Jáuregui. 2011. p.37).

### 2.2.6 Sistema de iluminación

Es un factor imprescindible para el acondicionamiento de la iluminación de las áreas donde se desarrollan actividades de trabajo. Se trata la elección apropiada de la iluminación artificial. El personal profesional debe conocer las características técnicas y las diferentes clases que existen en el mercado, así también deben conocer los elementos donde se alojarán, brindarán soporte y conectividad a la red eléctrica, de las lámparas. Cabe mencionar que al conjunto de luminarias se le conoce como alumbrado.

### 2.2.7 Iluminación Industrial

Es aquel sistema de iluminación cuyo objetivo es facilitar la visualización de los objetos/elementos en condiciones aceptables de utilidad en una planta industrial.

### 2.2.8 El mantenimiento

En los últimos años el mantenimiento a cambiado considerablemente, quiere decir que al igual que otras disciplinas, ha evolucionado en gran parte debido al creciente número y variedades de activos físicos en una empresa lo mismo que requieren de una tarea de mantenimiento.



Estos cambios están llevando a una evolución en el desempeño (actitudes y habilidades) del personal de mantenimiento, son ellos quienes se ven obligados albergar nuevas formas de pensar (salir de su zona de confort de un pensamiento tradicional de mantenimiento a un pensamiento de ingeniería).

Agregar que frente a los grandes cambios en el mantenimiento los gerentes o dueños del proceso, están en esa búsqueda de acercamiento al mantenimiento. El objetivo es evitar arranques fallidos, complejidades que acompañan a los grandes cambios (Moubray, 2004).

### **2.2.9 Fallas Funcionales**

Se da cuando el activo no puede cumplir con una función de acuerdo al estándar que el usuario considera aceptable (Moubray, 2004).

### **2.2.10 Modos de Falla**

Son los hechos que probablemente causaron la falla.

En la lista tradicional de modos de falla, se puede mencionar el deterioro o desgaste normal por uso; sin embargo, esta lista debería considerar errores de diseño, errores humanos (por acción del usuario o personal de mantenimiento) y errores de diseño.

Cabe mencionar que es importante asegurar de no hacer uso indebido de tiempo en el análisis al centrarse exageradamente en detalles (Moubray, 2004).

### **2.2.11 Efectos de Falla**

Se trata de elaborar una lista de las consecuencias de falla, en otras palabras describe lo que sucedió con el modo de falla. Esta lista debe considerar toda la información para evaluar los efectos de la falla, por ejemplo:

- Existe evidencia de la falla ocurrida.
- Existe alguna probabilidad de conminación para el medio ambiente y la seguridad.
- De qué manera afecta a las operaciones y/o a la producción.
- Existen daños físicos, que haya sido causado por la falla.
- Que acción debe realizarse para reparar la falla.

El reconocer funciones, fallas funcionales, modos de falla y los efectos de fallas tiene como consecuencia oportunidades de mejorar, rendimiento al máximo así como también efectividad en la seguridad (Moubray, 2004).

### **2.2.12 Consecuencias de la Falla**

Son las consecuencias que influyen en el intento de prevenir cada falla. En otras palabras si la falla tiene resultados serios, se hará un mayor esfuerzo para intentar evitarla. Por otro lado, si la falla tiene resultados menores (leves), es probablemente que decidamos no realizar más mantenimiento de rutina que una simple limpieza y lubricación básica según sea el caso.

Pero aquí se recomienda considerar que todas las fallas son importantes, sean estas leves o mayores (Moubray, 2004).

### **2.2.13 Sustitución Cíclica**

Las acciones de reemplazo cíclico consisten en cambiar un elemento o componente antes, o en el límite de la edad definida, independientemente de su situación en ese momento (Moubray, 2004).

### **2.2.14 Alumbrado general**

“El alumbrado general consigue que el espacio que se quiere iluminar adquiera una luz uniforme en toda el área. Para ello es recomendable emplear lámparas fluorescentes, distribuidas en filas continuas y simétricas” (Martín. 2015. p.64).

### **2.2.15 Alumbrado localizado**

Se da cuando se quiere iluminar de forma adicional un área que necesita de una iluminación elevada por actividades propias del área, por ejemplo acabados o detalles en las prendas en una empresa textil (Martín. 2015).

## **2.3 Definición de términos básicos**

### **2.3.1 Eficiencia energética**

La eficiencia energética en una palabra significa “ahorro”, es pretender mantener realizar el mismo servicio o producto con menos consumo de energía. En otras palabras, reducir las pérdidas de energía que se producen en un determinado proceso, sumando nuevas prácticas de empleo y nuevas tecnologías. Inclusive es elevar el nivel de servicio o producción con un menor consumo de energía al que emplea un determinado proceso (Proveda. 2007).

### **2.3.2 Lumen**

Es la unidad de medida del flujo luminoso, es decir es la medida de la potencia luminosa emitida por la fuente, su símbolo: lm.

### **2.3.3 Iluminación**

Es el elemento principal en la adecuación del lugar de trabajo, una iluminación inadecuada, puede producir fatiga visual, baja del rendimiento hasta accidentes.

### **2.3.4 Luminaria**

Según la Resolución Ministerial N°037-2006-MEM/DM, se tiene como concepto del término luminaria, "unidad de alumbrado completa, diseñada para contener la lámpara y los dispositivos necesarios para conectarla al suministro eléctrico".

### **2.3.5 Luz**

Es la radiación electromagnética emitida y/o reflejada por cualquier cuerpo, estas ondas de radiación se diferencian unas de otras por su frecuencia lo que hace posible la diversidad de colores de la luz.

### **2.3.6 Luz cálida**

La luz cálida es aquella luz amarilla, para nuestro caso es la luz que genera la luminaria.

### **2.3.7 Luz fría**

Es aquella luz blanca, para nuestro caso es la luz que genera la luminaria.

### **2.3.8 Nave Industrial**

Es una construcción (edificio) que cobija las áreas de producción, colaboradores, maquinaria o almacena productos industriales.

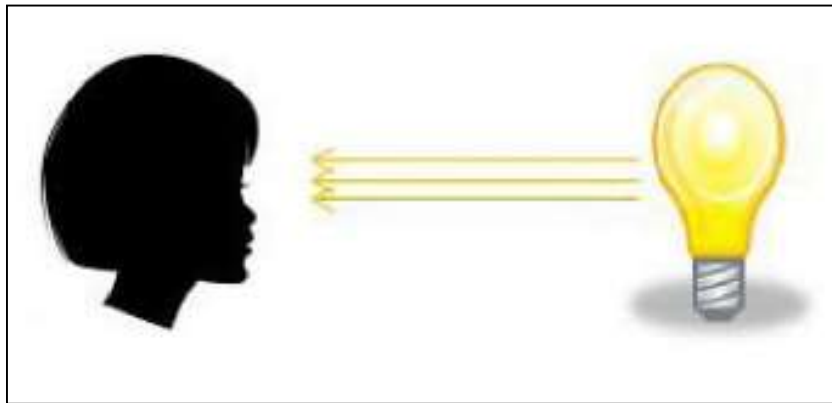
### **2.3.9 Potencia**

Se trata de la cantidad de energía eléctrica que consume un equipo eléctrico y se mide en watts.

### 2.3.10 Deslumbramiento

Directo:

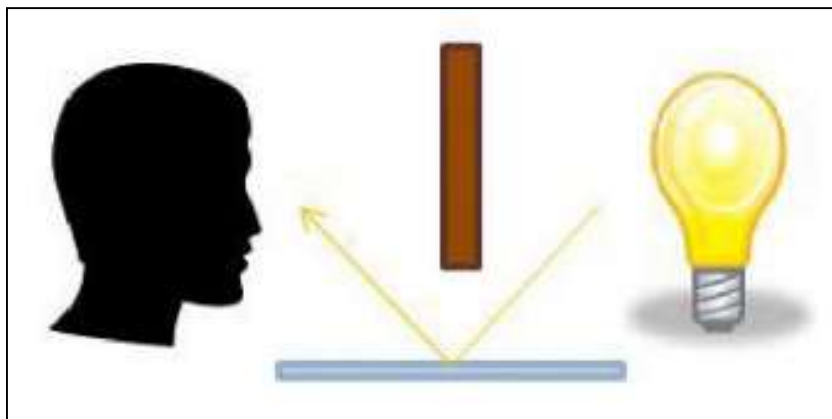
“Es consecuencia de la incidencia directa de la radiación luminosa que emita una lámpara o luminaria en el ojo observador” (Martín. 2015. p.59).



**Figura 3.** El deslumbramiento directo, por Martín. (2015, p.60).

Indirecto:

“Se produce como consecuencia del reflejo que emite una superficie cuando incide sobre ella un flujo luminoso” (Martín. 2015. p.60).



**Figura 4.** El deslumbramiento indirecto, por Martín. (2015, p.61).

### 2.3.11 Acometida

Derivación que conecta la red del suministrador de energía eléctrica a las instalaciones del usuario.

### **2.3.12 Canalización**

Canal cerrado o abierto de materiales metálicos o no metálicos, expresamente para contener conductores eléctricos.

### **2.3.13 Tierra**

Elemento de dispersión de corrientes eléctricas.

### **2.3.14 Conductor de puesta a tierra**

Conductor utilizado de forma especial para conectar un equipo a tierra.

### **2.3.15 Hoja de Datos o Ficha técnica**

Es un documento donde se detalla toda la información / características técnicas de una maquinaria, equipo, artefacto, tales como: condiciones de operación, materiales de fabricación, medidas, color, temperaturas, componentes, etc.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Método y alcance de la investigación**

En la presente investigación se basa en el método cuantitativo porque expondremos el problema de estudio, siendo totalmente objetivos, cabe resaltar que estará enfocado al sistema de iluminación de la empresa. La hipótesis planteada será estudiada, comprendida a fin plantear el sustento (manual de mantenimiento) necesario para que sea demostrada.

Por otro lado, el alcance del estudio es descriptivo por el motivo que se expondrá el estado actual (diagnostico), operatividad, mantenibilidad del sistema de iluminación instalado en la empresa.

En ese sentido describiremos las observaciones más resaltantes que presenta el sistema, realizaremos un análisis haciendo uso del diagrama de Ishikawa con la finalidad de encontrar la causa de forma objetiva y con ello se propondrá una guía práctica para el mantenimiento alineado a la de mejora continua. El manual de mantenimiento entre sus páginas se escribirá recomendaciones, pautas conceptos con el fin de elevar la eficiencia del sistema.

#### **3.2 Diseño de la investigación**

El diseño utilizado para el presente estudio es pre-experimental porque la manipulación de la variable es reducida, quiere decir el manual para el mantenimiento (variable) busca mejorar la técnica, la metodología en una misma población que es el personal encargado del mantenimiento (muestra).

### 3.3 Población

La población contabilizada en el año 2018 de las fuentes de luz (lámparas), luminarias y sistemas de control que conforman el sistema de iluminación en la empresa, la distribución se muestra en la siguiente tabla N°3.

**Tabla 3.**

*Distribución y cantidades de equipos de iluminación en la empresa KUNAN.*

| Area           | Tipo de lampara   | Cant. Equipos | Cant. de tubo fluorescente | Hrs / Día (aprox) de funcionamiento |
|----------------|-------------------|---------------|----------------------------|-------------------------------------|
| Admisnitración | Tubo fluorescente | 14            | 28                         | 10                                  |
| Tejido         | Tubo fluorescente | 60            | 120                        | 24                                  |
| Hilandería     | Tubo fluorescente | 40            | 80                         | 12                                  |
| Planchado      | Tubo fluorescente | 40            | 80                         | 12                                  |
| Costura        | Tubo fluorescente | 50            | 100                        | 24                                  |
| Lavandería     | Tubo fluorescente | 20            | 40                         | 12                                  |
| Teñido         | Tubo fluorescente | 20            | 40                         | 12                                  |
| Comedor        | Tubo fluorescente | 8             | 16                         | 8                                   |
| <b>TOTAL</b>   |                   | 252           | 504                        | 114                                 |

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.4 Muestra

La población es la cantidad de equipos de iluminación en las diferentes áreas de la empresa Textil Kunan S.A. ubicada en la ciudad de Arequipa.

La muestra es la cantidad de equipos de iluminación existentes, independientemente de su condición actual (operativas o no) en el área de hilandería, que tiene en su área un total de 15 equipos de iluminación cada uno compuesto por dos tubos fluorescentes TLD 36W / 54-765 G13, dos balastos BTA 36/40, dos arrancadores S-10-4-65W, con un promedio de funcionamiento de 18 horas al día por 6 días a la semana.

Calculo de tamaño de muestra finita

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

| Parámetro | Insertar Valor |
|-----------|----------------|
| N         | 252.00         |
| Z         | 1.96           |
| P         | 0.5            |
| Q         | 0.5            |
| e         | 0.25           |

El tamaño de muestra es igual a "n" = 14.54~15.00

### 3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica utilizada para la presente investigación es del tipo observación no experimental, análisis documental y los instrumentos son:

- Hoja de cálculo Excel.
- Fichas de observación.
- Lista de verificación.
- Fichas de análisis documental.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Diagnóstico de la situación actual del sistema de iluminación

Esta etapa consistió en levantar información que permitirá identificar la condición operacional, con el propósito de invitar a la reflexión para determinar su estado actual en: operatividad y el estado de los equipos de iluminación.

Este proceso resulta clave para el desarrollo del manual de mantenimiento para el sistema de iluminación, planteando una reingeniería en el área mantenimiento, así como proponer el uso nueva tecnología en iluminación en un corto a mediano plazo.

Los datos recabados fueron sistematizados y consolidados, procedemos a describir en los siguientes párrafos.

#### Equipo de iluminación N°1

**Tabla 4.**

*Características del equipo de iluminación N°1*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla 4 expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 5.** Observación en el equipo de iluminación.N°1.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación N°1 conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balasto y arrancador, se evidencia conductor recalentado por contacto directo con el balasto, balastro recalentado, tubos fluorescentes cubierto en la parte superior por pelusa, hollín en los sockets.

### **Equipo de iluminación N°2**

**Tabla 5.**

*Características del equipo de iluminación N°2*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 6.** Observación en el equipo de iluminación N°2.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Se observa el equipo de iluminación N°2 conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balasto y arrancador, se evidencia un tubo fluorescente inoperativo, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa, hollín en los sockets.

### **Equipo de iluminación N°3**

**Tabla 6.**

*Características del equipo de iluminación N°3*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 7.** Observación en el equipo de iluminación N°3.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balasto y arrancador, se evidencia presencia de hollín en los sockets, tubos fluorescentes cubierto en la parte superior por pelusa, dos tubos fluorescentes inoperativos.

#### **Equipo de iluminación N°4**

**Tabla 7.**

*Características del equipo de iluminación N°4*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 8.** Observación en el equipo de iluminación N°4.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín en los sockets, dos arrancadores recalentados uno de los cuales está inoperativo, tubos fluorescentes cubierto en la parte superior por pelusa.

### Equipo de iluminación N°5

**Tabla 8.**

*Características del equipo de iluminación N°5.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 9.** Observación en el equipo de iluminación N°5.  
Fuente: Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia conductores eléctricos recalentados, balastos recalentados, tubos fluorescentes cubierto en la parte superior por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°6

**Tabla 9.**

*Características del equipo de iluminación N°6*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 10.** Observación en el equipo de iluminación N°6.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín en los sockets, un tubo fluorescente inoperativo, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa y polvo.

#### **Equipo de iluminación N°7**

**Tabla 10.**

*Características del equipo de iluminación N°7.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 11.** Observación en el equipo de iluminación N°7.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín en los sockets, conductores recalentados, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°8

**Tabla 11.**

*Características del equipo de iluminación N°8.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.





**Figura 12.** Observación en el equipo de iluminación N°8.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín, socket recalentado, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°9

**Tabla 12.**

*Características del equipo de iluminación N°9.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 13.** Observación en el equipo de iluminación N°9.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín, socket recalentado, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°10

**Tabla 13.**

*Características del equipo de iluminación N°10.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 14.** Observación en el equipo de iluminación N°10  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°11

**Tabla 14.**

*Características del equipo de iluminación N°11.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 15.** Observación en el equipo de iluminación N°11.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia presencia de hollín en los sockets y arrancadores, arrancadores recalentados con dificultad para el arranque, tubos fluorescentes cubiertos en la parte superior por pelusa y polvo.

### **Equipo de iluminación N°12**

**Tabla 15.**

*Características del equipo de iluminación N°12.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 16.** Observación en el equipo de iluminación N°12.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencia conductores recalentados, balastros recalentados, tubos fluorescentes cubiertos por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°13

**Tabla 16.**

*Características del equipo de iluminación N°13.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 17.** Observación en el equipo de iluminación N°13.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencian conductores recalentados, balastos recalentados, presencia de hollín, tubos fluorescentes inoperativos y cubiertos por pelusa y polvo.

#### **Equipo de iluminación N°14**

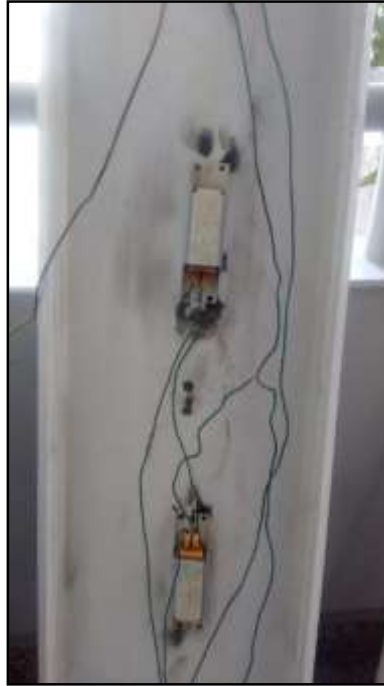
**Tabla 17.**

*Características del equipo de iluminación N°14.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 18.** Observación en el equipo de iluminación N°14.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, se evidencian conductores recalentados, balastos recalentados y operatividad intermitente (a veces enciende), presencia de hollín, tubos fluorescentes cubiertos por pelusa y polvo.

### Equipo de iluminación N°15

**Tabla 18.**

*Características del equipo de iluminación N°15.*

| <b>Descripción</b>                 | <b>Unidad</b> | <b>Cantidad</b> |
|------------------------------------|---------------|-----------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G | ud            | 2               |
| Balasto BTA 36/40W                 | ud            | 2               |
| Arrancador S-10 4-65W              | ud            | 2               |

**Fuente:** Elaboración propia.

En la tabla expone los componentes y sus características técnicas que conforman el equipo de iluminación.



**Figura 19.** Observación en el equipo de iluminación N°15.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Al observar el equipo de iluminación conformado por el elemento de soporte, lámpara, conductores, balastro y arrancador, presencia de hollín, uno de los tubos fluorescentes está inoperativo con una mancha oscura en su extremo, tubos fluorescentes cubiertos por pelusa y polvo.

Del levantamiento de información podemos resumir que la mayor observación que presentan los equipos es el recalentamiento de componentes, presencia de hollín, presencia de pelusa y polvo.

Asimismo, en base al levantamiento e información, podemos estimar que el sistema de iluminación actual posee una disponibilidad promedio de 52% y una eficiencia de 34Kwh, calculado en base a un periodo de 18 horas días por 26 días (un mes de servicio).



**Tabla 19.***Disponibilidad del sistema en base a la muestra.*

| Equipo de iluminación N° | Horas X Día | Días | Tiempo total operacional (hrs) | Tiempo total mantto No programado (hrs) | Disponibilidad |
|--------------------------|-------------|------|--------------------------------|---|----------------|
| 1                        | 18          | 26   | 468                            | 48                                      | 90%            |
| 2                        | 18          | 26   | 468                            | 234                                     | 50%            |
| 3                        | 18          | 26   | 468                            | 468                                     | 0%             |
| 4                        | 18          | 26   | 468                            | 234                                     | 50%            |
| 5                        | 18          | 26   | 468                            | 8                                       | 98%            |
| 6                        | 18          | 26   | 468                            | 234                                     | 50%            |
| 7                        | 18          | 26   | 468                            | 24                                      | 95%            |
| 8                        | 18          | 26   | 468                            | 234                                     | 50%            |
| 9                        | 18          | 26   | 468                            | 234                                     | 50%            |
| 10                       | 18          | 26   | 468                            | 8                                       | 98%            |
| 11                       | 18          | 26   | 468                            | 468                                     | 0%             |
| 12                       | 18          | 26   | 468                            | 8                                       | 98%            |
| 13                       | 18          | 26   | 468                            | 468                                     | 0%             |
| 14                       | 18          | 26   | 468                            | 468                                     | 0%             |
| 15                       | 18          | 26   | 468                            | 234                                     | 50%            |
|                          |             |      | <b>Promedio</b>                | <b>224.8</b>                            | <b>52%</b>     |

*Fuente:* Elaboración propia.**Tabla 20.***Eficiencia del sistema en base a la muestra.*

| Equipo de iluminación N° | Horas X Día | Días | Tiempo total operacional (hrs) | *Potencia en Watt´s | Energía consumida (Kwh) |
|--------------------------|-------------|------|--------------------------------|---------------------|-------------------------|
| 1                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 2                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 3                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 4                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 5                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 6                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 7                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 8                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 9                        | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 10                       | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 11                       | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 12                       | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 13                       | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 14                       | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
| 15                       | 18          | 26   | 468                            | 72                  | 34                      |
|                          |             |      | <b>Promedio</b>                | <b>72</b>           | <b>34</b>               |

\*Se considera que cada equipo de iluminación cuenta con dos tubos fluorescentes de 36W cada uno.

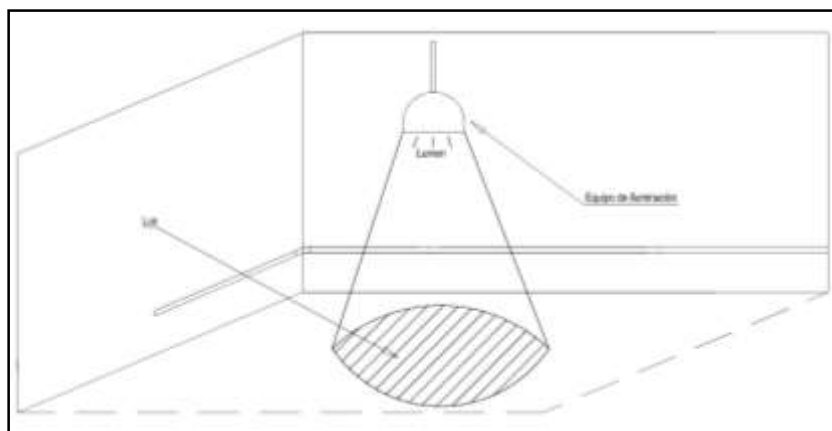
*Fuente:* Elaboración propia.

## 4.2 Mediciones

Continuando con el levantamiento de información, se procedió a realizar la fotometría de la cantidad de lux en dos áreas, donde se realizan actividades bastante distintas como son el área de producción o taller y el área administrativa de la empresa industrial textil KUNAN S.A.



**Figura 20.** Luxómetro  
**Fuente:** Elaboración propia.

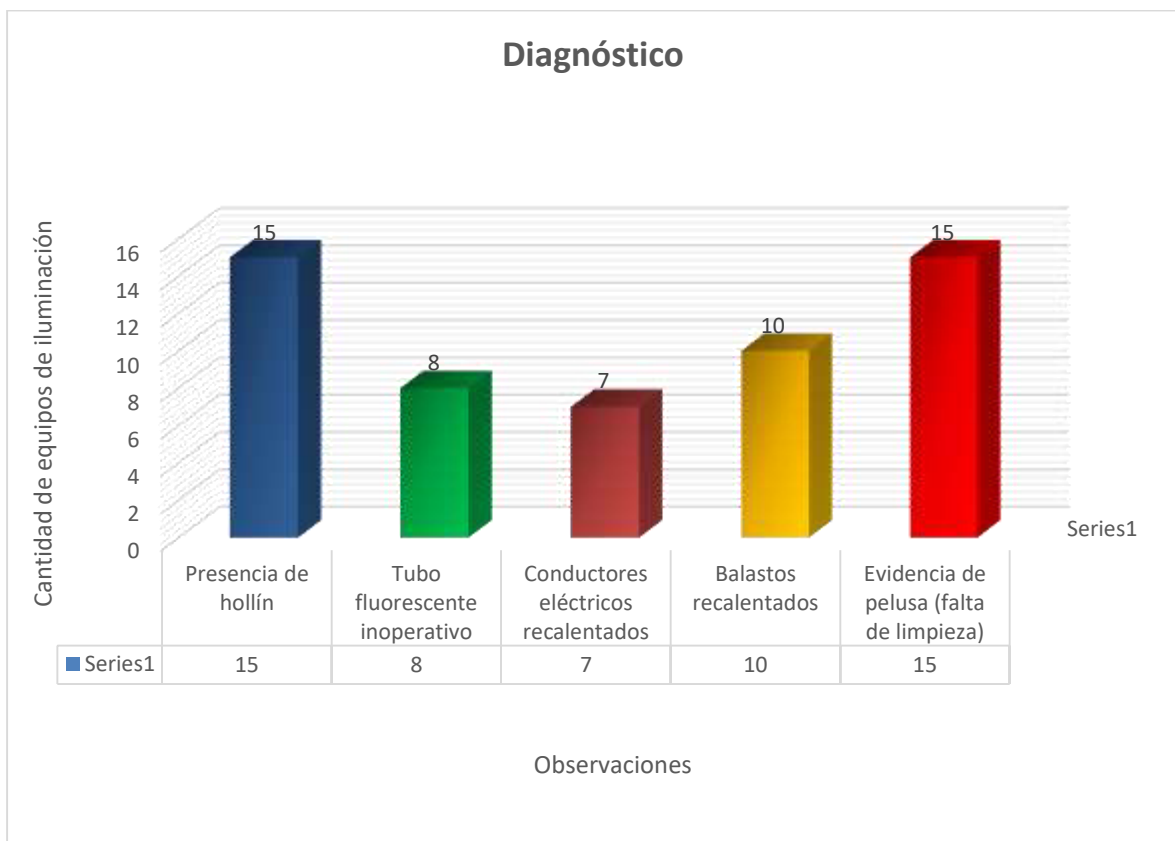


**Figura 21.** Relación LUX-lúmen-m2.  
**Fuente:** Elaboración propia.

### 4.3 Resultados

- Se realizó un recorrido para realizar una inspección visual.
- Se revisó las conexiones.
- Se revisó los conductores eléctricos propios de los equipos de iluminación.
- Se verificó las características de los equipos de iluminación.
- Se verificó el funcionamiento.
- Se realizó pruebas de encendido detectando que luego del apagado algunos equipos de iluminación no encendían, en otros casos demoraba el encendido.
- Se ha identificado la acumulación de pelusa (fibras de lana) en un 100% de los equipos de iluminación, con mayor presencia en la parte superior observando gruesas capas de fibras de lana (acumuladas por el tiempo sin mantenimiento).
- Se realizó la fotometría en dos áreas distintas.

En base a la información obtenida se presenta los siguientes gráficos:



**Gráfico 1.** Resumen del diagnóstico de los equipos de iluminación.

**Fuente:** Elaboración propia.

En el grafico N°1 se evidencia falta de mantenimiento en los puntos limpieza, conductores eléctricos, fluorescentes y balastos.

En general se observa que existe falta de mantenimiento, conocer los niveles de riesgo para los trabajos de mantenimiento, claridad sobre un plan de mantenimiento.

Así también se observan prácticas subestándar

No se tiene equipos de monitoreo o planillas de control de la operatividad y disponibilidad de los equipos de iluminación, gestión de mantenimiento.

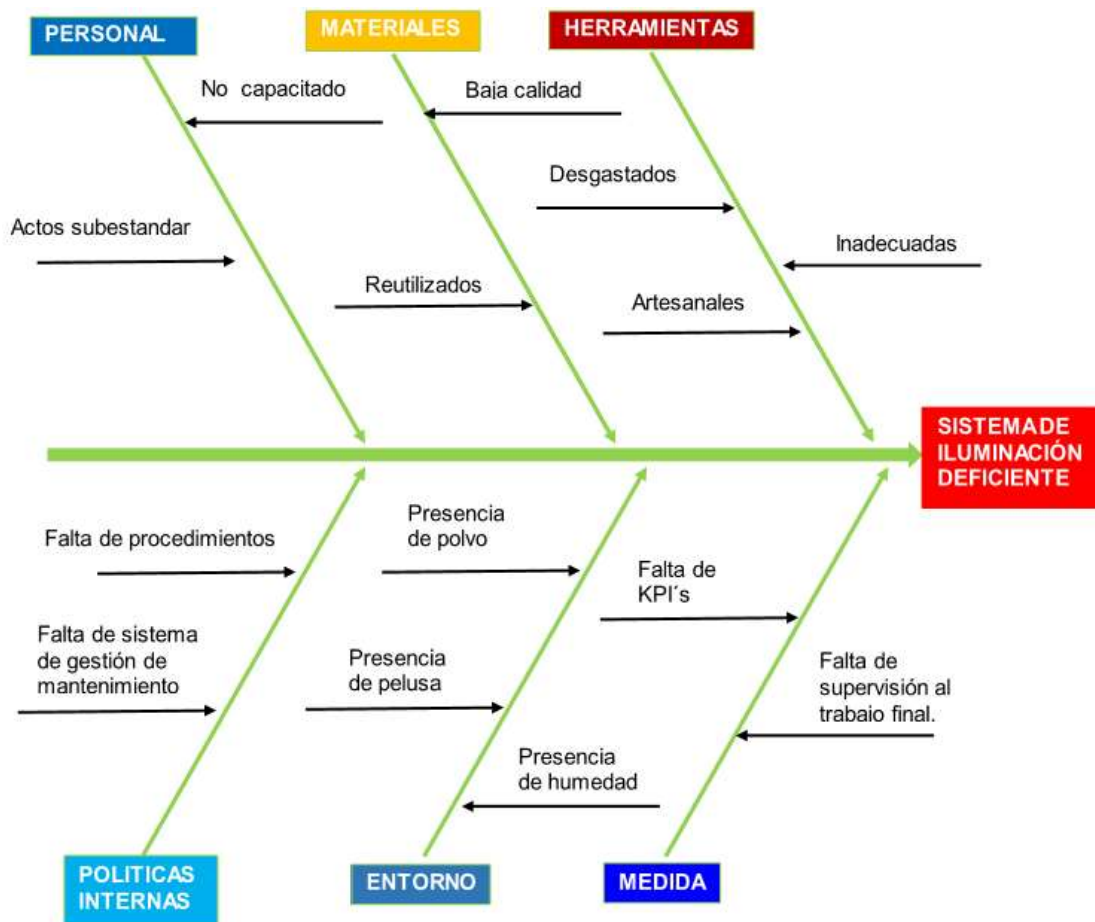
La mayoría de estructuras de los equipos eléctricos presentan oxido por el uso de humedecedores, rociadores partículas de agua ubicados una altura superior al de los equipos de iluminación.

No existe un manual de mantenimiento para apropiado al sistema general de iluminación.

No se usan indicadores de mantenimiento básicos que ayuden a la toma de decisiones.

#### **4.4 Análisis con el uso del diagrama de Ishikawa**

Luego del diagnóstico detallado de cada equipo de la muestra, es recomendable realizar reforzar el análisis haciendo uso de una herramienta acorde a la necesidad, como es el diagrama de Ishikawa.



**Gráfico 2.** Diagrama de Ishikawa  
**Fuente:** Elaboración propia.

Del gráfico N°2 podemos interpretar que la deficiencia del sistema de iluminación es un efecto que tiene varias causas como personal, materiales, herramientas, políticas internas, entorno y medida.

El factor PERSONAL es una causa que tiene como subcategoría la falta de capacitación y actos sub-estándar, hemos identificado que el personal en algunas actividades realiza las tareas de mantenimiento del sistema de manera empírica y con actos inseguros.

El factor MATERIALES es una causa que tiene como subcategoría el uso de materiales de media o baja calidad, en algunos casos se hace uso de piezas, componentes o equipos usados por segunda, tercera y hasta cuarta vez, por el ejemplo los arrancadores.

El factor HERRAMIENTAS es una causa que tiene como subcategoría herramientas desgastadas, artesanales (llamadas hechizas) e inadecuadas, por ejemplo hemos identificado el uso de destornilladores perilleros hecho de alambre grueso y aislados con cinta asilaste.

La causa POLÍTICAS INTERNAS tiene como subcategoría la falta de un sistema de gestión de mantenimiento y la falta de procedimientos que pueda guiar al personal a fin que pueda realizarse una actividad ordenada y segura.

La causa ENTORNO tiene como subcategoría la presencia de polvo, pelusa y humedad, factores que deterioran a los equipos de iluminación, de manera que afectan la normal operatividad y afectando su tiempo de vial útil.

La causa MEDIDA tiene como subcategoría la falta de KPI's (indicadores) y falta de supervisión al trabajo final, la ausencia de los factores descritos hace que no se cuente con información que ayude a la toma decisiones y consecuentemente se dé el proceso de mejora continua.

#### **4.5 Manual de mantenimiento para el sistema de iluminación**

En el anexo 1 presentamos en su integridad el manual propuesto para el mantenimiento del sistema de iluminación de la empresa industrial textil KUNAN S.A.

El manual en su primera parte hace mención de una propuesta de mejora, haciendo mención de la nueva tecnología en iluminación como es el uso de lámparas tipo LED, en su segunda parte, el manual, describe dos tipos de mantenimiento; en primer lugar, mantenimiento preventivo o también llamado mantenimiento programado que describe actividades diferentes actividades, como limpieza y reemplazo de componentes según se requiera, para mantener la operatividad y disponibilidad del sistema, en segundo lugar, el mantenimiento correctivo o también llamado mantenimiento no programado que describe una secuencia de acciones para actuar ante una falla imprevista y con ello restablecer la operatividad en el menor tiempo posible a fin de no afectar la producción de la empresa.

Temas expuestos en el manual:

Sección N°1

Aspectos generales:

Sección N°2

Descripción del sistema:

Sección N°3

Propuesta de mejora

Sección N°4

Requisitos para el mantenimiento

Sección N°5

Mantenimiento preventivo

Sección N°6

Mantenimiento correctivo

Sección N°7

Recomendaciones

#### **4.6 Evaluación de la implementación del manual de mantenimiento para el sistema de iluminación.**

La evaluación de la implementación (puesta en práctica) del Manual para el mantenimiento del sistema de iluminación de la empresa industrial textil KUNAN S.A. la dividiremos en dos escenarios, un primer escenario será asumiendo que la empresa implementó la propuesta de mejorar detallado en el manual; y un segundo escenario será manteniendo los mismos equipos de iluminación pero con la implementación de las prácticas detallado en el manual.

##### **Primer escenario**

Implementación de nueva tecnología en iluminación que es el uso de lámparas LED

##### **Cálculo costo de materiales y mano de obra.**

Frente a la necesidad de ahorro energético es necesario considerar el cambio del tipo de lámparas, es decir el reemplazo de tubo fluorescente por tubo LED, a continuación presento algunos cuadros comparativos:

Comparativo correspondiente a un equipo de iluminación de una lámpara.

#### **Tabla 21.**

*Costo de materiales con tubos fluorescentes*

| Descripción                          | Unidad | Cantidad | P. Unitario  | Sub-Total        |
|--------------------------------------|--------|----------|--------------|------------------|
| Tubo fluorescente TLD 36W/54-765 G13 | un     | 1        | S/. 4.90     | S/. 4.90         |
| Balasto BTA 36/40W                   | un     | 1        | S/. 11.90    | S/. 11.90        |
| Arrancador S-10 4-65W                | un     | 1        | S/. 1.00     | S/. 1.00         |
|                                      |        |          | <b>Total</b> | <b>S/. 17.80</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

### Tabla 22.

*Costo inicial de materiales con Tubos LED.*

| Descripción                   | Unidad | Cantidad | P. Unitario  | Sub. Total       |
|-------------------------------|--------|----------|--------------|------------------|
| MASTER LED tube UO 16W 865 T8 | un     | 1        | S/. 44.39    | S/. 44.39        |
|                               |        |          | <b>Total</b> | <b>S/. 44.39</b> |

**Fuente:** Elaboración propia.

### Tabla 23.

*Tiempo de vida equipo fluorescente 20000 horas.*

| Tiempo        | Materiales        | Mano de obra      |
|---------------|-------------------|-------------------|
| 730 días      | S/. 17.80         | S/. 100.00        |
| 1460 días     | S/. 17.80         | S/. 100.00        |
| 1825 días     | S/. 8.90          | S/. 50.00         |
|               | <b>S/. 44.50</b>  | <b>S/. 250.00</b> |
| <b>TOTAL=</b> | <b>S/. 294.50</b> |                   |

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el cálculo se consideró la mano de obra de dos técnicos con un jornal diario de S/. 50.00 (cincuenta soles) cada uno.

### Tabla 24.

*Tiempo de vida equipos LED 50000 horas*

| Tiempo        | Materiales        | Mano de obra      |
|---------------|-------------------|-------------------|
| 1825 días     | S/. 44.36         | S/. 100.00        |
|               | <b>S/. 44.36</b>  | <b>S/. 100.00</b> |
| <b>TOTAL=</b> | <b>S/. 144.36</b> |                   |

**Fuente:** Elaboración propia.

Para el cálculo se consideró la mano de obra de dos técnicos con un jornal diario de S/. 50.00 (cincuenta soles) cada uno.





**Gráfico 3.** Costos vs Tiempo  
**Fuente:** Elaboración propia.

En el gráfico podemos observar que por un cambio de Tubo LED en 1825 días, se tendrán 3 cambios de tubos fluorescentes y sus componentes. La diferencia de precio es S/. 150.00 por las 50000 horas (5 años aproximadamente).

Esto conlleva a tres intervenciones de mantenimiento en los equipos fluorescente con el cambio total correspondiente incluyendo el costo de mano de obra.

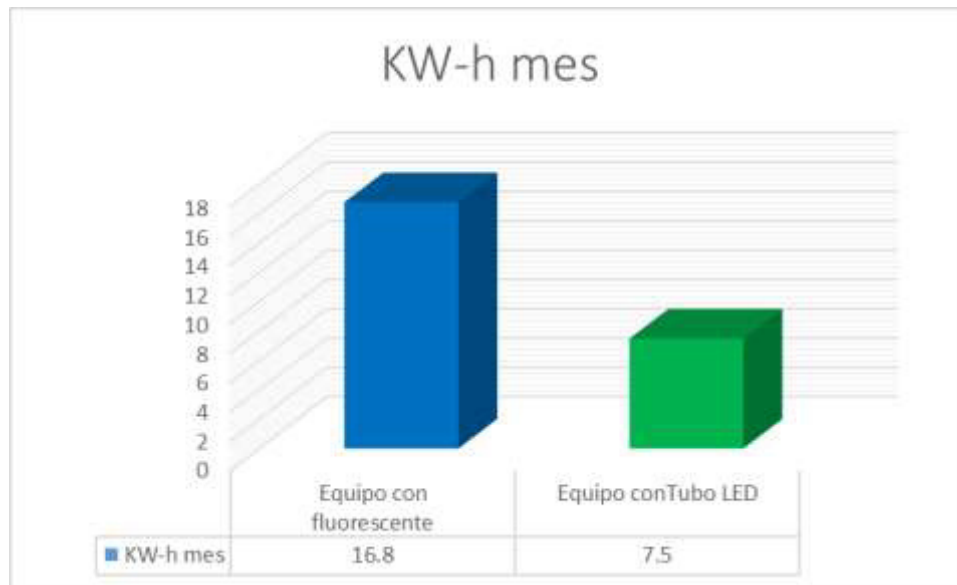
Cálculo de ahorro energético.

**Tabla 25.**

*Cálculo del consumo.*

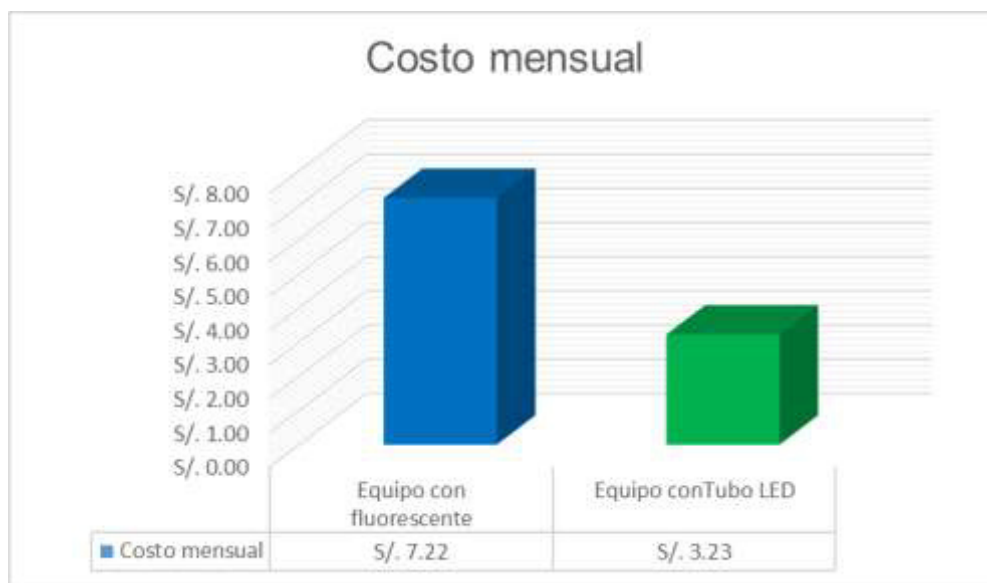
|                                | KW-h mes | Tarifa S/<br>KW-h | Costo<br>mensual | Costo en 5<br>años |
|--------------------------------|----------|-------------------|------------------|--------------------|
| <b>Equipo con fluorescente</b> | 16.8     | 0.43              | S/. 7.22         | S/. 433.44         |
| <b>Equipo con Tubo LED</b>     | 7.5      | 0.43              | S/. 3.23         | S/. 193.50         |

**Fuente:** Elaboración propia.



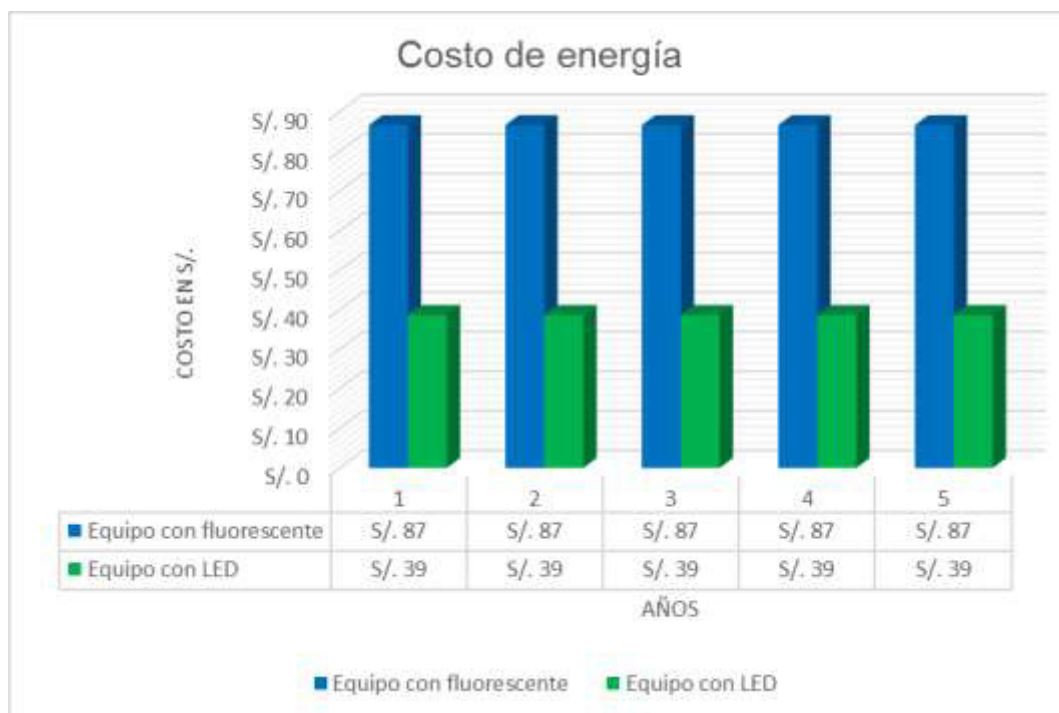
**Gráfico 4.** Consumo de energía eléctrica por mes.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico 5.** Costo de energía eléctrica por mes.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico 6.** Costo de energía por año.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Para el cálculo del costo se tomó en cuenta las tarifas publicadas en el tarifario de la página web de SEAL.

De los gráficos N°4, N°5 y N°6 interpretamos que el consumo de energía y el costo para el caso de los equipos de iluminación LED es menor en un 50% aproximadamente comparado con el equipo de iluminación con fluorescente.

### **Segundo escenario**

Manteniendo los actuales equipos, pero con la implementación de nuevas prácticas.



**Gráfico 7.** Mantenimientos realizados antes de la implementación del manual.  
**Fuente:** Elaboración propia.



**Gráfico 8.** Mantenimientos realizados después de la implementación del manual.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Del gráfico N°8, se interpreta que luego de la implementación del manual, se incrementa el mantenimiento preventivo; consecuentemente la operatividad y disponibilidad del sistema de iluminación; en consecuencia la afectación al proceso de producción con paradas no programadas para mantenimientos correctivos decrece, a diferencia del gráfico N°7, aquí se observa que durante el periodo 2018 la mayoría de las actividades de mantenimiento están enfocadas en correctivos.

En el aspecto financiero, el realizar y programar los mantenimientos correctivos se refleja en gastos constantes mes a mes, quiere decir que la empresa desembolsará un monto fijo para cada mes y/o trimestre según lo consideré el responsable del área de mantenimiento, en coordinación con el gerente de la empresa, con ello los costos por mantenimientos correctivos disminuiría, consecuentemente la afectación (paradas no programadas) al proceso productivo.

## **CONCLUSIONES**

1. El diagnóstico actual del sistema de iluminación, tuvo como resultado que el 100% de los equipos tienen observaciones en su operatividad, resultando una disponibilidad de 52% y una eficiencia de 34 Kwh en el consumo de energía.
2. Por sus características técnicas, se recomienda el uso de luminarias tipo LED, esta nueva tecnología eleva la disponibilidad, rendimiento y eficiencia del sistema de iluminación.
3. En el manual de mantenimiento propuesto, se describe los procedimientos y pautas para desarrollar un mantenimiento planificado y controlado con el uso de KPI's, con ello se reducirá las paradas por mantenimientos correctivos.
4. La eficiencia del sistema, fue mejorado logrando una reducción significativa en el consumo de energía eléctrica en cada equipo de iluminación, de 16.8 a 7.5 Kw-h mes, representando un 44% de mejora en la eficiencia del sistema como consecuencia de la reingeniería propuesta el manual.

## RECOMENDACIONES

Para todo aquel que esté interesado en continuar con investigar referente al tema o quiera complementar el manual recomendamos:

Desarrollar el uso de la herramienta llamada método de las 5's.

Desarrollar el uso de la aplicación llamada Kizeo forms, una excelente herramienta para la gestión del mantenimiento que ayuda a realizar el llenado de órdenes de trabajo tanto preventivo como correctivo, también cumple funciones como:

- Check List
- Rutinas de trabajo.
- Inspecciones
- Control de horas de personal
- Informes

Desarrollar el RISST, el IPERC y/o procedimientos de seguridad para complementar el manual propuesto por el motivo que los trabajos que se realizan implican riesgos en altura, en caliente (en algunos casos).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARDOZO, G. y NOGUERA, L. Diseño de una metodología de evaluación técnico-económica de nuevas tecnologías para la iluminación de espacios exteriores de uso peatonal. *Tecnura* [en línea]. [Agosto 2015], 19, 25-40 [fecha de consulta: 22 diciembre 2019]. Doi: doi.org/10.14483/22487638.10370. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/nspe/nspea03.pdf>
- CHOQQEMAMANI, R. y UGARTE, V. Propuesta de mejora en la iluminación para reducir costos en el área de producción de una empresa dedicada a la fabricación de tuberías de pvc y tanques de polietileno, Arequipa, 2019. Tesis (Bachiller en Ingeniería Industrial). Arequipa, Perú: Universidad Continental, 2019. 61 pp. [fecha de consulta; 03 enero 2020]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/6109>
- HERRANZ, C. y OLLÉ, J. y JÁUREGUI, F. La iluminación con LED y el problema de la contaminación lumínica. 2011. [en línea] [Fecha de consulta 28 de octubre 2019]. Disponible en: <https://www.celfosc.org/biblio/general/herranz-olle-jauregui2011.pdf>
- MALVINO, A. y BATES, D. Principios de Electrónica. [en línea]. Séptima Edición. Madrid España. Editorial: McGraw-Hill Interamericana de España. 2007. [Fecha de consulta: 10 octubre 2019]. ISBN: 978-84-481-5619-0 Disponible en: <https://biblioteca.istrfa.edu.pe/admin/img/pdf/Principios%20de%20electr%C3%B3nica,%207ma%20Edici%C3%B3n%20-%20Albero%20Malvino.pdf>
- MARTÍN, S. Eficiencia energética en las instalaciones de iluminación interior y alumbrado exterior [en línea]. 5.ta ed. España. Elerarning S.L. [Fecha de consulta 20 de diciembre 2019]. [77] pp. ISBN: 978 84 – 16492 – 57 – 2. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=53xXDwAAQBAJ&pg=PA64&dq=alumbrado+general,+localizado+y+general+localizado&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwimulTxv43kAhVMzIkKHRwZB7IQ6AEIKDAA#v=onepage&q=alumbrado%20general%2C%20localizado%20y%20general%20localizado&f=false>
- MESA, D., ORTIZ, Y. y PINZÓN, M. La confiabilidad, disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Sciencia et Technica* [en línea]. Mayo, 2006. Vol.XII (30), 115-159 [fecha de consulta: 20 diciembre 2019]. ISSN 0122-1701 Disponible en: <https://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/6513/3787>
- MOSCOSO, R. Programa de control del mantenimiento proactivo y correctivo en equipos mecánicos del transporte de hidrocarburos en el Ecuador. Tesis (Doctor en



- Ingeniería Industrial). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017. 187 pp. [fecha de consulta: 27 diciembre 2019]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/6877>
- MOUBRAY, J. Mantenimiento centrado en la confiabilidad. 2a ed. Madrid: Aladon LLC, 2004. 433 pp. ISBN: 09539603-2-3.
- OLIVA ILUMINACIÓN. Manual práctico de iluminación. [en línea]. 2018 [Fecha de consulta 20 octubre 2019]. Disponible en: <https://olivailuminacion.com/media/pdf/descargas/Manual-de-iluminacion-2018.pdf>
- POVEDA, M. Eficiencia energética: recurso no aprovechado [en línea]. Agosto, 2007. 19 pp. [Fecha de consulta 15 enero 2020]. Disponible en: <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>
- PRIETO, P. Uso de la metodología six sigma como referencia para la optimización de un área de mantenimiento de planta. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2008. 206 pp. [fecha de consulta: 15 octubre 2019]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/1510>
- QUISPE, J. Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento para un establecimiento de venta al público de GNV. Tesis (Ingeniera Industrial). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2017. 126 pp. [fecha de consulta: 20 noviembre 2019]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/6969>
- REY, F. Mantenimiento total de la producción (TPM): Proceso de Implantación y Desarrollo. FC Editorial, 2002. [80] pp. ISBN: 8495428490, 9788495428493.
- RIVERA, E. Sistema de gestión del mantenimiento industrial. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2011. 221 pp. [fecha de consulta: 15 diciembre 2019]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/1661>
- VALENCIA, R. y CAÑARTE, G. Inspección eléctrica en el edificio de Educación según la RETIE. Pereira, (Trabajo de grado). Colombia: Universidad Tecnológica de Pereira, 2009. 65 pp. [Fecha de consulta 10 enero 2020]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11059/1762>
- VICTORIO, A. Calidad de iluminación en ambientes de trabajo de la Dirección General de Salud Ambiental. Tesis (Magister en Salud Ocupacional y Ambiental). Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2007. 136 pp. [fecha de consulta: 3 octubre 2019]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12672/2502>

## **ANEXOS**

**Anexo 1:**  
**Manual para el mantenimiento del sistema de iluminación para la empresa  
industrial textil KUNAN S.A.**

**Manual para el mantenimiento del sistema de  
iluminación para la empresa industrial textil  
KUNAN S.A.**



| Elaborado por  |                                    | Fecha       |      |
|----------------|------------------------------------|-------------|------|
| <b>Nombre:</b> | Bach. Juan Gonzalo Huallpa Condori | <b>Día:</b> | 30   |
| <b>Cargo:</b>  |                                    | <b>Mes:</b> | 1    |
| <b>Firma:</b>  |                                    | <b>Año:</b> | 2020 |
|                |                                    |             |      |

| Revisado por   |                               | Fecha       |      |
|----------------|-------------------------------|-------------|------|
| <b>Nombre:</b> | Ing. Polhett Begazo Velásquez | <b>Día:</b> | 30   |
| <b>Cargo:</b>  |                               | <b>Mes:</b> | 5    |
| <b>Firma:</b>  |                               | <b>Año:</b> | 2020 |
|                |                               |             |      |

### **Misión**

Somos una empresa comprometida con el Perú, proporcionamos las mejores telas y prendas de vestir con las mejores fibras naturales; generamos sinergia con nuestros stakeholders.

### **Visión**

Ser una empresa líder en el rubro textil a nivel nacional, llegar con nuestros productos a los principales mercados a nivel internacional.

## Índice

|  |    |
|--|----|
| SECCIÓN N°1. ASPECTOS GENERALES .....                | 1  |
| SECCION N°2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA .....           | 2  |
| SECCIÓN N°3. PROPUESTA DE MEJORA.....                | 4  |
| SECCIÓN N°4. REQUISITOS PARA EL MANTENIMIENTO .....  | 9  |
| SECCIÓN N°5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....           | 11 |
| SECCIÓN N°6. MANTENIMIENTO CORRECTIVO.....           | 20 |
| SECCIÓN N°7. INDICADORES CLAVES DEL RENDIMIENTO..... | 24 |
| SECCIÓN N°8. RECOMENDACIONES.....                    | 26 |

## Índice figuras

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1</i> Equipo de iluminación.....   | 2  |
| <i>Figura 2.</i> Detalle bandeja eléctrica.....  | 3  |
| <i>Figura 3</i> Plano modelo de un sistema de iluminación-Distribución de equipos de iluminación. .... | 3  |
| <i>Figura 4</i> El cambio de tres componentes por uno con el uso de nueva tecnología.....              | 4  |
| <i>Figura 5</i> Características del tubo LED propuesto. ....   | 5  |
| <i>Figura 6</i> Diagrama de conexiones-equipos con tubo fluorescente.....                              | 6  |
| <i>Figura 7</i> Diagrama de conexiones-equipos con tubo LED.....                                       | 6  |
| <i>Figura 8</i> Cotización de tubos LED.....   | 7  |
| <i>Figura 9</i> Cronograma de mantenimiento.....   | 12 |
| <i>Figura 10</i> Checklist.....  | 12 |
| <i>Figura 11</i> Modelo de etiqueta para equipos de iluminación.....                                   | 13 |
| <i>Figura 12</i> Formato para el inventario de equipos.....  | 14 |
| <i>Figura 13.</i> Flujograma para la actividad de limpieza localizada o general.....                   | 15 |
| <i>Figura 14.</i> Flujograma para la actividad de inspección, verificación, ajuste y reemplazo.....    | 16 |
| <i>Figura 15</i> Formato actividades de mantenimiento.....   | 17 |
| <i>Figura 16</i> Formato para el control de nuevos equipos instalados.....                             | 18 |
| <i>Figura 17</i> Checklist para el mantenimiento.....  | 19 |
| <i>Figura 18.</i> Flujograma para la actividad de mantenimiento correctivo.....                        | 22 |

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |                 |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | <b>Rev N° 0</b> |

## **SECCIÓN N°1. ASPECTOS GENERALES**

El presente capítulo describe el manual de mantenimiento para el sistema de iluminación.

La tarea de realizar un mantenimiento adecuado implica varios factores entre ellos tener conocimiento del sistema que se va a intervenir, su instalación, sus componentes y características técnicas.

En líneas generales el manual describe dos tipos de mantenimiento; en primer lugar, mantenimiento preventivo con el detalle de las pautas para las actividades de limpieza, monitoreo, control (indicadores), reemplazo de componentes, y en segundo lugar el mantenimiento correctivo con el detalle de las pautas para las actividades a realizar en el momento que se presente el fallo del algún equipo de iluminación.

El mantenimiento preventivo como el correctivo tiene el propósito de mantener la operatividad y disponibilidad de cada equipo de iluminación que forma parte del sistema de iluminación debidamente organizado en un plan de mantenimiento.

Es indispensable que las actividades de mantenimiento sean realizadas por personal capacitado y calificado con una experiencia mínima de dos años a más.

El personal calificado debe ser profesional técnico en electricidad y/o electrotecnia, además debe conocer las normas básicas de seguridad y salud en el trabajo.



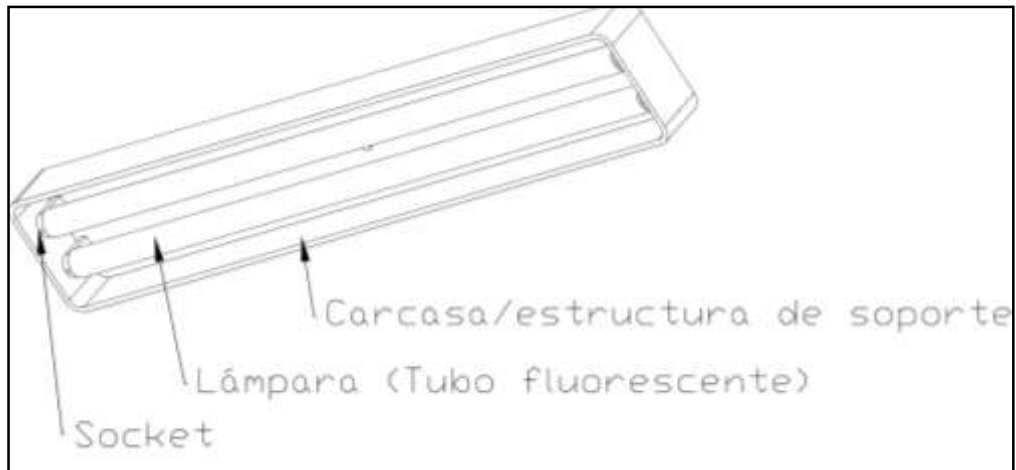
|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A. Arequipa-Perú</b> |                 |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | <b>Rev N° 0</b> |

## **SECCIÓN N°2. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA**

El sistema de iluminación está conformado por una red de equipos de iluminación, cada equipo de iluminación está constituido por uno o dos tubos fluorescentes, balastos, arrancadores, conductores eléctricos y la estructura (cánula) que lo soporta. El sistema de iluminación se divide de acuerdo a las áreas existentes en la empresa industrial textil KUNAN S.A.

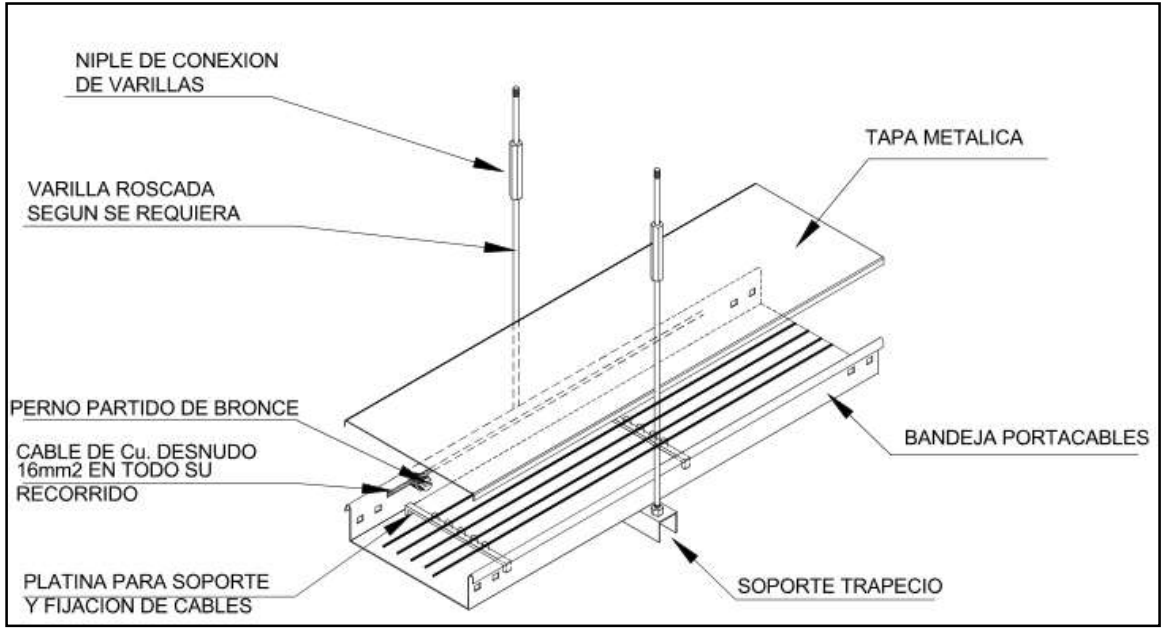
El sistema de iluminación hace uso de cableado adecuado como es cableado libre de halógenos con canalizaciones adecuadas como: tubería PVC eléctrico, tubería conduit metálico o bandeja metálica, cada circuito del sistema de iluminación es gobernado por una llave ITM (termomagnética) y/o interruptor que es activado manualmente por el usuario y en algunos casos de manera automática.

En las áreas con presencia de humedad se emplea equipo de iluminación con protector hermético para una mejor durabilidad del equipo y reducir los riesgos eléctricos.

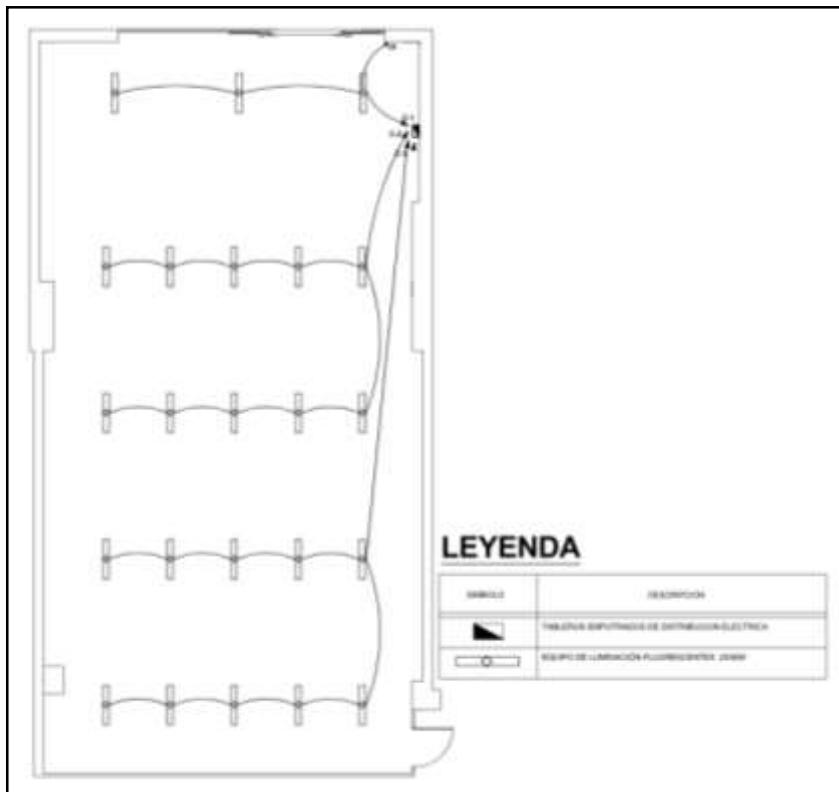


**Figura 1.** Equipo de iluminación.

**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura 2.** Detalle bandeja eléctrica.  
**Fuente:** Elaboración propia.

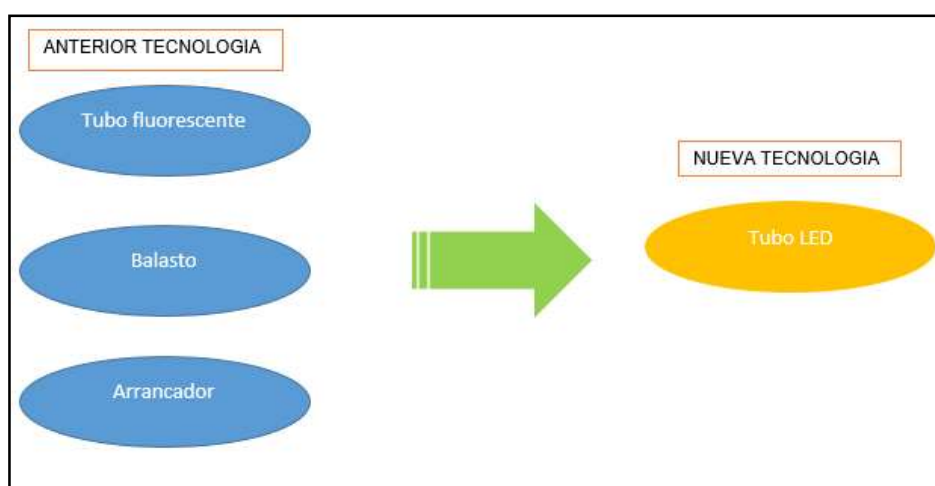


**Figura 3.** Plano modelo de un sistema de iluminación-Distribución de equipos de iluminación.  
**Fuente:** Elaboración propia.

### SECCIÓN N°3. PROPUESTA DE MEJORA

La empresa Industrial Textil KUNAN S.A. cuenta con varios sistemas críticos entre ellos el sistema de iluminación, considerado sistema crítico porque es indispensable para la operación de la empresa, con la motivación de mejorar la operatividad del sistema de iluminación es que realizamos la propuesta de mejora, que contribuirá con un ahorro energético y en consecuencia un ahorro económico, permitiendo a la empresa optimizar sus recursos.

Para lograr la eficiencia energética se debe entender que es una práctica que agrupa varias acciones para reducir el consumo de energía en otras palabras hacer un uso eficiente de la misma. En este caso se pretende mantener el servicio en el sentido de mantener la misma cantidad de equipos de iluminación, pero reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía eléctrica, en consecuencia reducir los costos fijos en el proceso de productivo incorporando el uso de nuevas tecnologías.



**Figura 4.** El cambio de tres componentes por uno con el uso de nueva tecnología.  
**Fuente:** Elaboración propia.

### Nueva tecnología

En la actualidad se observa la incursión de la tecnología LED en el área de la iluminación, se puede observar el uso de esta tecnología en los sectores doméstico e industrial.

La propuesta que se plantea, es el uso de tubos LED con una cantidad de horas de vida superior a los tubos fluorescentes tradicionales; además se propone un tubo LED con una cantidad de lúmenes superior a los tubos fluorescentes instalados en la actualidad.

### Características del tubo LED recomendado

Se recomienda en un corto y mediano plazo reemplazar el uso del conjunto tubos fluorescentes TLD 36W /54-765G13, balasto BTA 36/40 W y Arrancador S-10 4-65 W, por el uso del tubo LED MAS LEDtube 1200mm UO 16W 865 T8 – 2500lm 16W 6500K 220-240V 50/60Hz 68-75mA PHILIPS.

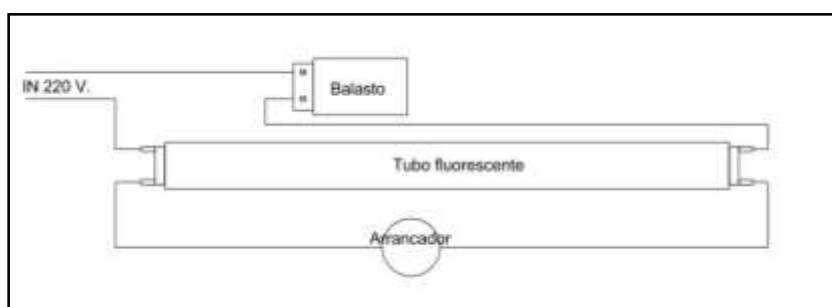


**Figura 5.** Características del tubo LED propuesto.

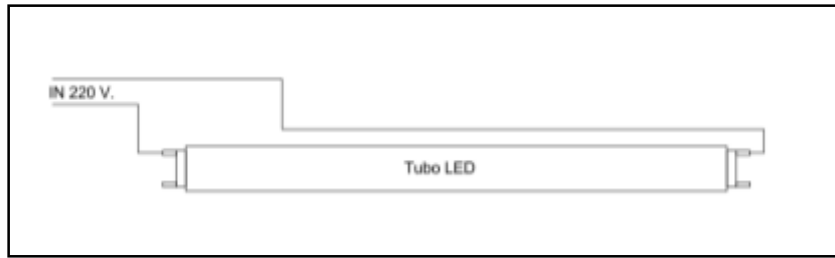
**Fuente:** PHILIPS

### Implementación

Con el objetivo de reducir costos de instalación se recomienda mantener la misma estructura (cánula) del equipo de iluminación actualmente instalado; retirar balastos, arrancadores, modificar el cableado de conexión interna del equipo y acondicionarlo para la instalación del tubo LED, cabe mencionar que la longitud del tubo LED es 1200mm, la misma longitud del tubo fluorescente que se reemplazará.



**Figura 6.** Diagrama de conexiones-equipos con tubo fluorescente.  
**Fuente:** Elaboración propia.




**Figura 7.** Diagrama de conexiones-equipos con tubo LED.  
**Fuente:** Elaboración propia.

### **Inversión del proyecto**

El proyecto de reemplazo de las actuales lámparas de iluminación que están conformados por tubo fluorescente, balasto y arrancador como componentes esenciales, por un tubo LED quiere decir lámpara por lámpara con un 65% de ahorro en la energía. (Dato fue obtenido de la ficha de características técnicas de la lámpara LED).

A continuación, presentamos una cotización por el costo de tubos LED:




**COTIZACION N° 309-2019**

**Proyecto :** SUMINISTRO DE LUMINARIAS  
**Atencion :** GONZALO HUALLPA  
**Cliente :**  
**Referencia :** Requerimiento  
**Fecha :** 28/10/2019


| PART.            | DESCRIPCION   | Unid | Cant  | P.Unit | P. TOTAL            |
|------------------|---|------|-------|--------|---------------------|
| 02               | <b>SUMINISTRO DE LUMINARIAS</b>                                 |      |       |        |                     |
| 02.01            | PHILMASTER LED TUBE 1200MM UC 2500LM 16W/65 Tr POL-409001289002 | UND  | 20.00 | 44.38  | 887.80              |
| 02.02            | PHILECORT LEDTUBE 1200MM 1600LM 18W 765-829001164641            | UND  | 40.00 | 15.54  | 621.60              |
| 02.03            | LTC DOWNLIGHT LED CIRCENPOTRABLE 18W30K BLANCO-143848           | UND  | 20.00 | 30.66  | 613.20              |
| 02.04            | DOWNLIGHT LED CIRCULAR EMPO 22W 120-277V 4000KP20 DN0178        | UND  | 10.00 | 42.30  | 423.00              |
| <b>SUB TOTAL</b> |   |      |       |        | <b>S/.</b> 2,545.60 |
| <b>IGV 18%</b>   |   |      |       |        | <b>S/.</b> 458.21   |
| <b>TOTAL</b>     |   |      |       |        | <b>S/.</b> 3,003.81 |


**CONDICIONES TECNICAS Y COMERCIALES**

**Materiales :** Incluye  
**Tiempo del Servicio :** 15 días  
**Sustento :** Informe  
**Validez de la Oferta :** 15 Días  
**Moneda :** Soles, incluye IGV  
**Forma de Pago :** Según Orden de Compra  
**Garantía :** Año en operaciones normales de funcionamiento  
**Gestor Comercial :** Felicitana Quispe  
**Celular :** Tel: 054-635785, 989119700  
**Cta Corriente :** BCP 215-1819038-0-37



**Felicitana Quispe Quispe**  
ADMINISTRADORA





Urb. Alameda Salaverry Mz 1C Lt 1P Calle 9 Miraflores - Arequipa-Arequipa  
 T (51)(054) 635785 -989119700  
[electrosanindustrial@gmail.com](mailto:electrosanindustrial@gmail.com)  
[Ventas1@electrosanindustrial.com](mailto:Ventas1@electrosanindustrial.com)  
[www.electrosanindustrial.com](http://www.electrosanindustrial.com)

**Figura 8.** Cotización de tubos LED.

**Fuente:** ElectroSan Servicios y Suministros Eléctricos Industriales S.R.L.

El costo unitario puede reducirse si la adquisición se realiza en cantidad superior a las 100 unidades, para nuestro caso haremos el cálculo con 20 unidades de tubos LED,

|   |          |
|---|----------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |          |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | Rev N° 0 |

precio unitario igual a S/. 44.39, precio por las 20 unidades puesto en obra, hacen un total de S/. 887.80 no incluye IGV.

La ejecución de los trabajos de reemplazo de las lámparas, modificación de conexiones será realizada por los técnicos in house de manera planificada.

La instalación se debe realizar de acuerdo al diagrama presentado en la figura 7.

### **Beneficios de la tecnología LED:**

- **Tiempo de vida**

- El tubo LED propuesto presenta un tiempo de vida de 50 000 horas, en un funcionamiento de tiempo corrido aproximadamente representa 5.8 años de funcionamiento.
- Los tubos fluorescentes tienen un tiempo de vida entre 13000 y 20000 horas, en un tiempo de funcionamiento corrido representa aproximadamente 2.3 años de funcionamiento.

- **Consumo energético para un mismo nivel de iluminación**

- El tubo LED de longitud igual a 1200 mm tiene dos presentaciones en función a la potencia, de 16W y 18W entre los más comerciales.
- Los tubos fluorescentes tienen presentaciones de potencia de 36W y 42 W (tubos de 1200mm) entre los más comerciales.

- **Datos adicionales**

- Los equipos de iluminación LED presentan el tubo LED como artefacto lumínico.
- Los equipos de iluminación fluorescente presentan el tubo fluorescente, balastro y arrancador como artefacto lumínico.

- **Costo por mantenimiento**

Los equipos de iluminación LED al solo presentar el tubo LED como artefacto lumínico, tienen un costo de mantenimiento relativamente bajo comparado con el equipo de iluminación fluorescente ya que estos presentan el tubo fluorescente, balastro y arrancador como artefacto lumínico motivo por el cual su costo de mantenimiento es superior.



|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A. Arequipa-Perú</b> |                 |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | <b>Rev N° 0</b> |

#### **SECCIÓN N°4. REQUISITOS PARA EL MANTENIMIENTO**

Los elementos necesarios básicos recomendados para que el personal técnico especialista pueda desarrollar la tarea de mantenimiento de manera apropiada y con seguridad son:

##### **Instrumentos:**

- Multitester
- Pinza Amperimétrica
- Etiquetadora

##### **Herramientas:**

- Escalera tijeral fibra de vidrio H=4.57mt.
- Escalera telescópica fibra de vidrio 24 peldaños.
- Alicata de corte.
- Alicata Universal
- Alicata de punta
- Soplador de mano.
- Morral porta herramientas.
- Linterna.
- Juego de destornilladores eléctricos.

##### **Consumibles:**

- Cinta aislante 3M
- Cable 12mm INDECO
- Borneras
- Trapo industrial.

- Disolvente dieléctrico.
- Limpia contactos eléctricos.

#### **Equipos de protección personal (EPP)**

- Casco dieléctrico
- Guantes dieléctricos
- Botas de seguridad dieléctricos.
- Arnés de seguridad
- Barbiquejo
- Polo manga larga 100% algodón
- chaleco 100% algodón
- Pantalón 100% algodón

#### **Medidas de control en seguridad:**

- Formulario de Análisis de Trabajo Seguro – ATS.
- Formulario de Permiso Escrito de Trabajo de Alto Riesgo – PTAR.

|   |          |
|---|----------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |          |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | Rev N° 0 |

## **SECCIÓN N°5. MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo considera acciones programadas a los equipos y componentes siguiendo pautas de mantenimiento y criterios técnicos con la finalidad de minimizar la probabilidad de fallo o deterioro de algún componente y/o equipo del sistema de iluminación a lo largo de su vida útil, con ello lograr mantener la operatividad y disponibilidad del sistema de iluminación con la ayuda de herramientas de gestión como planillas Excel, plan de mantenimiento y cronograma de ejecución de actividades.

### **Plan de mantenimiento.**

Inspecciones para el buen funcionamiento del sistema de iluminación, quiere decir que el personal técnico in house debe realizar rutinas semestrales, anuales o según lo planifique el encargado del área de mantenimiento.

Para el sistema de iluminación se debe realizar las siguientes tareas de mantenimiento:

- Inspección de operatividad, esta se debe realizar con una frecuencia semestral (recomendado).
- Limpieza localizada: se refiere a la limpieza de cada componente del equipo de iluminación por ejemplo limpieza de la lámpara, estructura (carcasa), sockets, etc. de un equipo.
- Limpieza general: se refiere a la limpieza de todos los equipos de iluminación que conforman el sistema de iluminación de un área específico por ejemplo sistema de iluminación del área de telares.
- Inspección y verificación de cada componente.
- Ajuste de componentes según lo requiera.
- Reemplazo de componentes con tiempo de vida útil al 90% al 100% o según su estado hallado durante el proceso de mantenimiento.



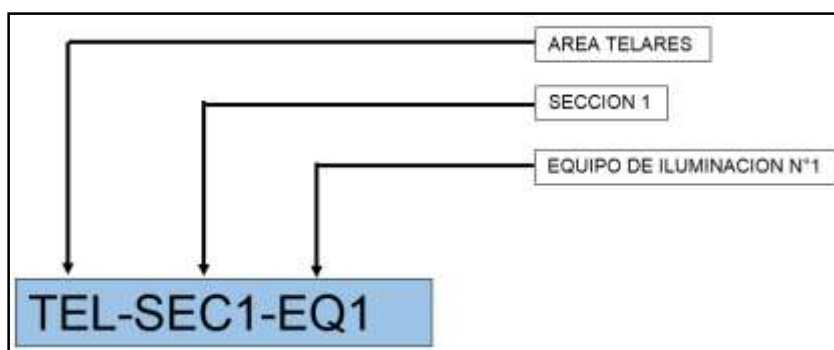
Previo a realizar las actividades propuestas en el cronograma de mantenimiento se deberá realizar coordinaciones con el jefe y/o en cargado del área de producción a intervenir, además el jefe de mantenimiento deberá considerar la capacidad logística de la empresa a fin de garantizar las herramientas, materiales y consumibles necesarios.

Se recomienda que las lámparas u otros componentes que estén al 90% o más de horas de vida útil o con muchas amarillas u oscuras, sean sustituidos durante el proceso de mantenimiento preventivo.

### **Inventario de equipos**

El inventario es una forma de conocer y relacionar ordenadamente objetos; para nuestro caso, todos los equipos de iluminación, identificando su ubicación y características técnicas. Con ello se proporcionará a la empresa una base de datos, la cual debe estar en permanente actualización.

Para establecer el inventario, se recomienda que los equipos de iluminación estén identificados por códigos, se muestra un modelo de codificación en la figura N°11, cabe mencionar que este código puede variar de acuerdo a la necesidad de identificación de los equipos.



**Figura 11.** Modelo de etiqueta para equipos de iluminación

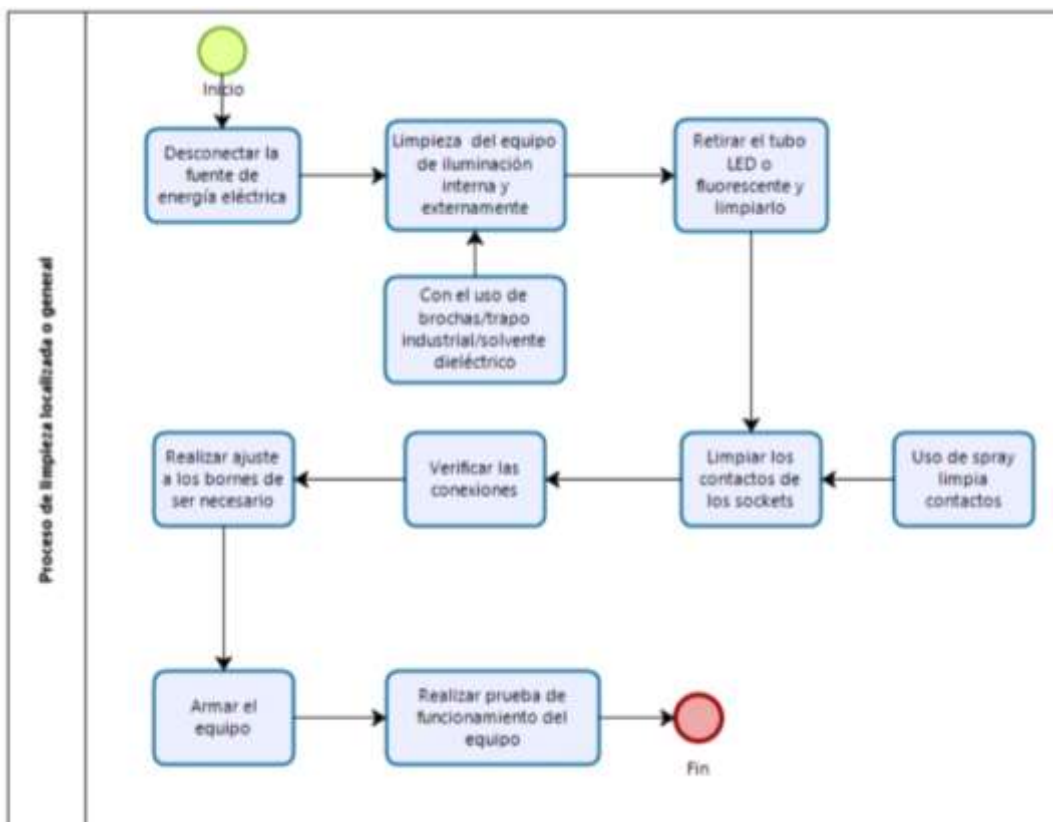
**Fuente:** Elaboración propia.



### Procedimiento de trabajo

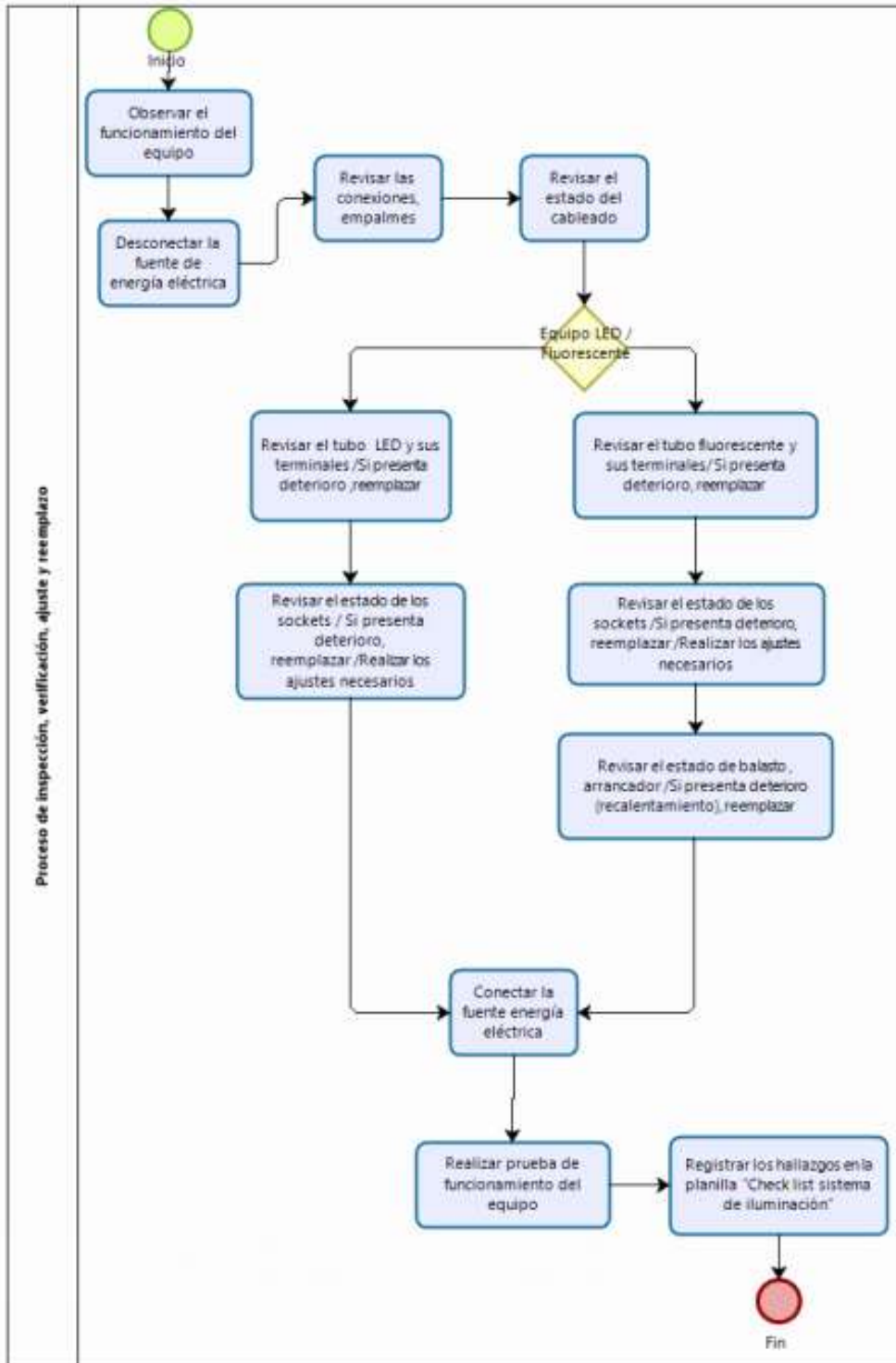
- Delimitación del área
- Llenado del formato ATS (Análisis de Trabajo Seguro)
- Traslado y ubicación de herramientas.
- Comunicar al supervisor de mantenimiento o supervisor SSOMA o en su lugar al administrador de mantenimiento.
- El Supervisor debe validar el ATS llenado por el personal técnico.
- Realizar la actividad señalada en el cronograma de mantenimiento.
- Pruebas de funcionamiento.
- Retiro de herramientas.
- Retiro de elementos de delimitación.
- Limpieza del área de trabajo.
- Informar al supervisor y/o jefe de mantenimiento de la conclusión del trabajo.

### Flujograma para la actividad de limpieza localizada o general.



**Figura 13.** Flujograma para la actividad de limpieza localizada o general.  
**Fuente:** Elaboración propia.

**Flujograma para la actividad de inspección, verificación, ajuste y reemplazo.**



**Figura 14.** Flujograma para la actividad de inspección, verificación, ajuste y reemplazo.

**Fuente:** Elaboración propia.







**Formato Checklist mantenimiento.**

| <b>Checklist Pautas de Mantenimiento</b>                    |   |
|---|---|
| <b>Empresa: KUNAN S.A</b>                                   |   |
| <b>Responsable:</b>   |   |
| <br>  |   |
| <b>Fecha:</b>   | <input style="width: 100%;" type="text"/> |
| <br>  |   |
| Marque con un "X" en el recuadro las actividades realizadas |   |
| <b>Conexiones eléctricas</b>                                |   |
| Inspección  | <input type="checkbox"/>                  |
| Limpieza  | <input type="checkbox"/>                  |
| Verificación de aislamiento                                 | <input type="checkbox"/>                  |
| <b>Sockets</b>  |   |
| Inspección  | <input type="checkbox"/>                  |
| Limpieza  | <input type="checkbox"/>                  |
| Ajuste  | <input type="checkbox"/>                  |
| <b>Borneras</b>   |   |
| Inspección  | <input type="checkbox"/>                  |
| Limpieza  | <input type="checkbox"/>                  |
| Ajuste  | <input type="checkbox"/>                  |
| <b>Reactor o Balasto</b>                                    |   |
| Inspección  | <input type="checkbox"/>                  |
| Limpieza  | <input type="checkbox"/>                  |
| Ajuste  | <input type="checkbox"/>                  |
| Medición de Aislamiento                                     | <input type="checkbox"/>                  |
| <b>Arrancador</b>   |   |
| Inspección  | <input type="checkbox"/>                  |
| Limpieza  | <input type="checkbox"/>                  |
| <b>Fluorescente / Tubo LED</b>                              |   |
| Inspección  | <input type="checkbox"/>                  |
| Limpieza  | <input type="checkbox"/>                  |

**Figura 17.** Checklist para el mantenimiento.

**Fuente:** Elaboración propia.

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |                 |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | <b>Rev N° 0</b> |

## **SECCIÓN N°6. MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

El mantenimiento correctivo tiene por objetivo efectuar alguna acción inmediatamente se haya producido un desperfecto y/o inoperancia del algún equipo de iluminación o sistema de iluminación, en otras palabras el mantenimiento correctivo es totalmente reactivo.

### **Primer escenario**

#### **Equipo de iluminación con tubo fluorescente.**

Luego de reportado la falla al área de mantenimiento, personal técnico in house de mantenimiento debe identificar el equipo(s) que está presentando falla y proceder inmediatamente a su desmontaje y reemplazo del equipo en su totalidad, con el objetivo de garantizar la disponibilidad y operatividad del equipo y reducir el tiempo de parada por fallo.

Cabe resaltar que el equipo de reemplazo, debe ser un equipo cuyos componentes debe ser nuevos NO se recomienda reutilizar y/o reciclar componentes de otros equipos. La justificación es que al usar un componente usados estos ya tiene un periodo de uso el cual se desconoce además de la apariencia que pueda presentar como por ejemplo recalentamiento (manchas amarilla), corrosión, hollín, etc. El hacer uso de componentes eléctricos usados aumenta la probabilidad de un nuevo fallo del equipo en un corto periodo lo cual afecta su disponibilidad y operatividad; lo más resaltante es que este fallo tiene mayores implicancias porque afecta el proceso productivo con una nueva parada. Por ejemplo: qué resultaría si hoy se cambia un componente y mañana falla otro componente en el mismo equipo, la consecuencia demandaría un tiempo mayor para el mantenimiento correctivo de un mismo equipo, si lo exponemos en términos de tiempo una primera actividad correctiva hace uso de un tiempo aproximado de 93 minutos por una segunda actividad correctiva resultaría un acumulado de 186 minutos de parada.

Luego el equipo retirado debe ser llevado a la maestranza para su revisión minuciosa, limpieza, cambio de componentes deteriorados y pruebas respectivas.

|   |          |
|---|----------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |          |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | Rev N° 0 |

El equipo reparado debe ingresar al almacén para ser usado en el momento que se requiera (reporte de un fallo).

### **Segundo escenario**

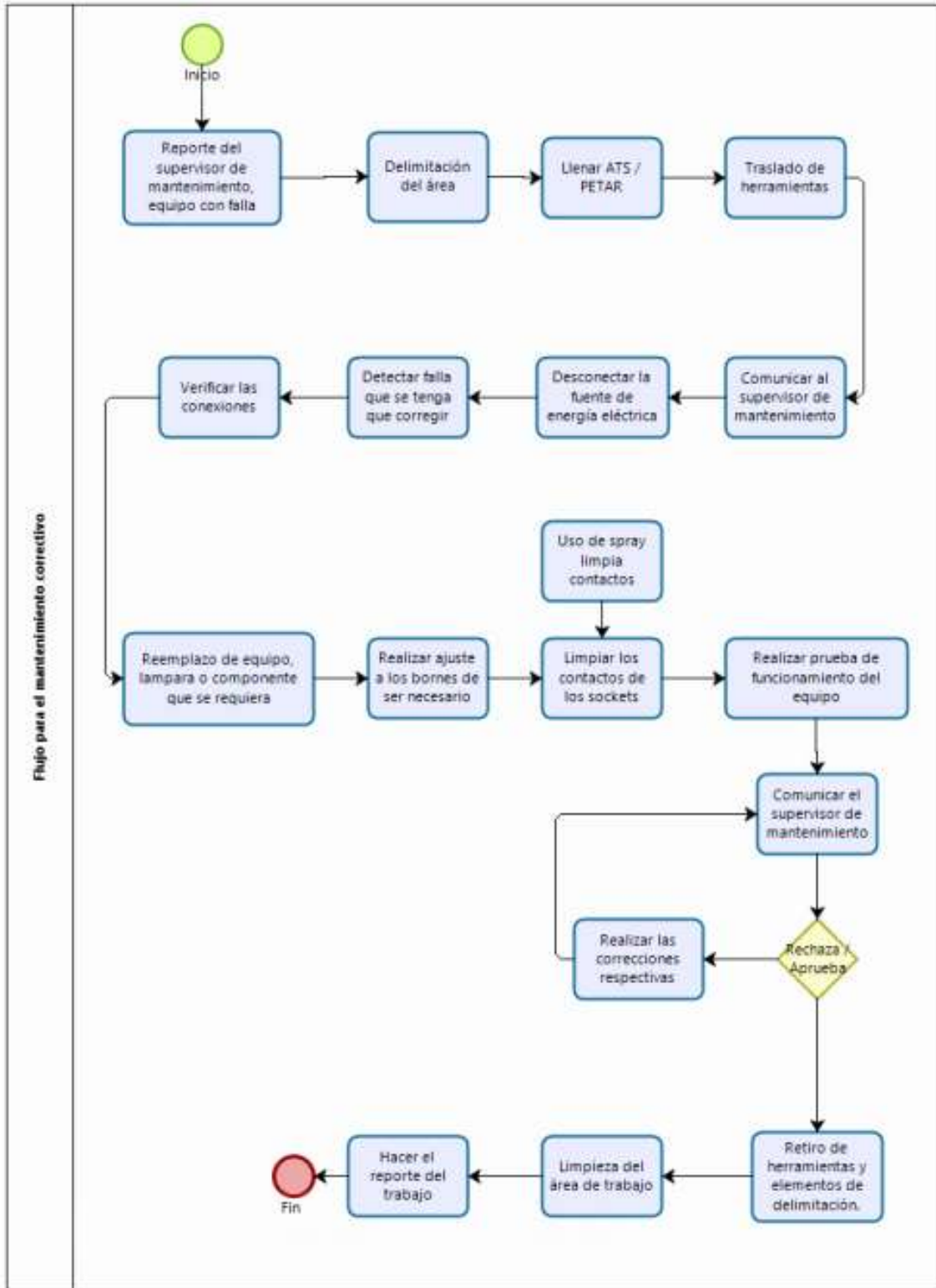
#### **Equipos de iluminación con Tubo LED**

Para este caso, equipo de iluminación con tecnología LED, el mantenimiento correctivo es más sencillo e implica menor esfuerzo y tiempo ya que solo es necesario reemplazar el tubo LED e inspección a los sockets.

Procedimiento para el mantenimiento correctivo:

- Identificación del equipo.
- Delimitación del área.
- Llenado del formato ATS (Análisis de Trabajo Seguro).
- Traslado de herramientas.
- Comunicar al supervisor de mantenimiento y supervisor SSOMA.
- El Supervisor debe validar el ATS llenado por el personal técnico.
- Reemplazo del tubo LED y socket que requiera atención.
- Pruebas de funcionamiento.
- Retiro de herramientas.
- Retiro de elementos de delimitación.
- Informar al supervisor y/o jefe de mantenimiento.

#### **Flujograma para el mantenimiento correctivo**



**Figura 18.** Flujograma para la actividad de mantenimiento correctivo.  
**Fuente:** Elaboración propia.

|   |          |
|---|----------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |          |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | Rev N° 0 |

### **Instrucciones generales para el mantenimiento correctivo de equipos desmontados**

El equipo desmontado deberá ser llevado a la maestranza para que pase por el proceso de reparación.

El equipo deberá ser limpiado en su totalidad haciendo uso de una brocha, trapo industrial, disolvente dieléctrico, limpia contactos y de manera alternativa se podrá hacer uso de aire comprimido.

Los componentes tienen que ser desmontados para pasar por una revisión independiente a fin de obtener el diagnóstico del fallo y llevar un histórico de fallas frecuentes. El técnico in house deberá llenar el formato de control de mantenimiento.

Se recomienda cambiar todos los componentes con mayor frecuencia de fallos como el balasto, arrancador y tubo fluorescente; para el caso de equipos LED reemplazar el tubo LED.

Finalmente, realizar el ensamblaje de los componentes nuevos. Con ello realizar las pruebas de encendido.

## **SECCIÓN N°7. INDICADORES CLAVES DEL RENDIMIENTO.**

Bajo la frase “todo aquello que se puede gestionar también se puede medir”, para nuestro caso una forma de medir y controlar para la toma de decisiones en el área de mantenimiento es el llevar a cabo la presentación de indicadores.

Nuestros indicadores se basan en la información obtenida por la operatividad, programación de trabajos, disponibilidad.

A continuación, se describe las fórmulas para calcular los indicadores.

### **Disponibilidad**

Consideramos horas de no funcionamiento (parada no programado) sobre el total de horas operativas. Entendiendo por horas operativas 24 horas al día por 7 horas a la semana.

$$\text{KPI Disponibilidad} = \frac{(\text{Tiempo total operacional} - \text{Tiempo total mantto No programado})}{\text{Tiempo total operacional}}$$

### **Cumplimiento de la programación**

Considera la cantidad total de equipos ejecutados para realizar el mantenimiento preventivo sobre la cantidad de equipos programados para realizar el mantenimiento preventivo dentro del trimestre o semestre, cabe mencionar que el periodo puede ser modificado de acuerdo a la necesidad.

$$\text{KPI Cumplimiento del Plan} = \frac{\text{Total de equipos intervenidos por Mantto preventivo}}{\text{Total de equipos programados para Mantto preventivo}}$$



|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A. Arequipa-Perú</b> |                 |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | <b>Rev N° 0</b> |

### **Adherencia a la programación**

Considerado como el cumplimiento del programa de actividades en fechas establecidas, se calcula realizando una división de los trabajos ejecutados durante la fecha programada entre los trabajos programados.

$$\text{Adherencia a la programación} = \frac{\text{Total de trabajos ejecutados durante la fecha programada}}{\text{Total de trabajos programados}}$$

|   |                 |
|---|-----------------|
| <b>Empresa Industrial Textil KUNAN S.A Arequipa-Perú</b>  |                 |
| <b>Manual de Mantenimiento del Sistema de Iluminación</b> | <b>Rev N° 0</b> |

## **SECCIÓN N°8. RECOMENDACIONES**

- El personal técnico debe recibir charlas de concientización de lo importante de su función y de la actividad de un mantenimiento correctivo o preventivo tiene implicancias en el proceso productivo quiere decir paro de máquinas de producción, horas hombre del operario de la máquina.
- Es recomendable tener en reserva “backup” el 5% de la cantidad total de equipos instalados.
- Los equipos y/o componentes en reserva deben ser de las mismas características a las instaladas.
- Los equipos y/o componentes deben ser almacenados en un ambiente adecuado, además de ser inventariados.
- Los equipos y/o componentes luego de ser adquiridos deben ser probados antes de su almacenaje.
- Cuando se haga modificaciones al sistema de iluminación, se deberá probar el aislamiento entre línea y tierra de todos los circuitos con el instrumento, adecuado para esta actividad, llamado megóhmetro (instrumento para medir el aislamiento eléctrico) de 500/1000V a fin de detectar defectos de aislamiento en los mismos. Los valores obtenidos deberán ser iguales o mayores a los valores de aislamiento mínimos permisibles indicadas en el Código Nacional de Electricidad.
- Para llevar el control virtual de las inspecciones de las tareas realizadas por personal técnico y el control del supervisor y/o jefe de mantenimiento; proponemos el uso del aplicativo Kizeo forms una excelente herramienta digital para la gestión del mantenimiento que ayuda a realizar el llenado de órdenes de trabajo tanto preventivo como correctivo, también cumple funciones como:

- Check List
- Rutinas de trabajo.
- Inspecciones.
- Control de horas de personal.
- Informes.