

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Industrial



DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DEL MANTENIMIENTO DEL
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL CLUB INTERNACIONAL AREQUIPA.
AREQUIPA, 2018.

Tesis presentada por el Bachiller:

Cornejo Romani, Gonzalo Marcelo

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Industrial

Asesor:

Dr. Valencia Becerra, Rolardi

AREQUIPA - PERU

2019

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIAS FÍSICAS Y FORMALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



INFORME DICTAMINATORIO
DE BORRADOR DE TESIS



VISTO

EL BORRADOR DE TESIS TITULADO:

"DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DEL
MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL
CLUB INTERNACIONAL AREQUIPA, AREQUIPA 2018"

PRESENTADO POR EL (LA) BACHILLER:

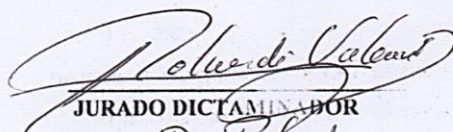
GONZALO MARCELO CORNEJO ROMANI

NUESTRO DICTAMEN ES:

Procede

OBSERVACIONES: Ninguna

Arequipa, 11 de enero del 2018.

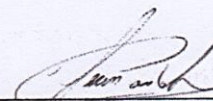


JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Dr. Rolando

Valencia Becerra.

Código: 1780



JURADO DICTAMINADOR

Nombre: Jean Carlo Díaz

Saravia

Código: 2432

DEDICATORIA

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto en mi vida personal y profesional.

A mis familiares, en especial a mi madre y mis hermanos que me apoyaron en todo momento para poder realizar el presente trabajo de investigación y me ayudaron a no rendirme hasta acabarlo.

A mi abuela materna, quien desde el cielo me guía en todo momento y; estoy seguro; también durante el desarrollo del presente trabajo de investigación.

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a mis profesores de la Universidad Católica Santa María, a mis familiares y a todas las personas que hicieron posible la realización del presente trabajo de tesis.

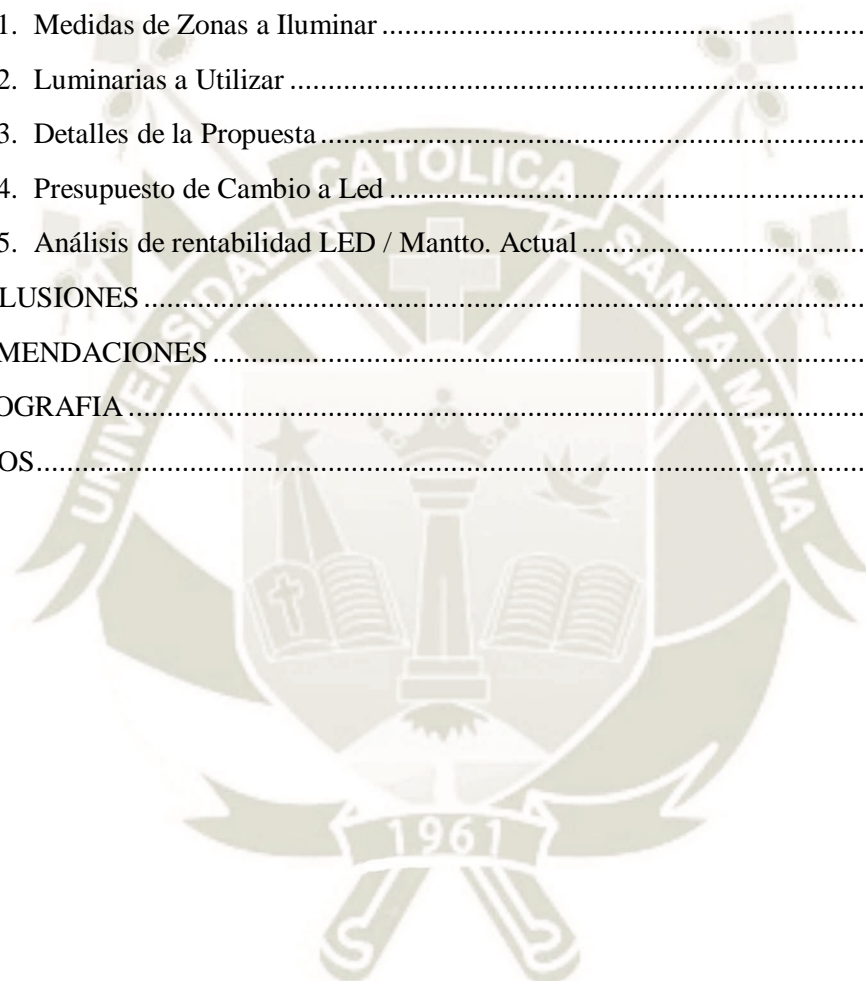
Asimismo, mis agradecimientos a mi asesor; Dr. Rolardi Valencia Becerra, quien supo guiarme para culminar exitosamente la realización de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.....	1
1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL	1
1.1. Identificación del problema.....	1
1.2. Descripción del problema	1
1.3. Formulación del problema	2
1.4. Justificación de la investigación.....	2
1.5. Limitaciones de la investigación	3
1.6. Objetivos de la investigación	3
1.6.1. Objetivo general.....	3
1.6.2. Objetivos específicos	3
1.7. Hipótesis	4
1.8. Variables	4
1.8.1. Variables dependientes.....	4
1.8.2. Variables independientes.....	4
1.9. Marco Metodológico	7
1.9.1. Enfoque y Nivel de Investigación.....	7
1.9.2. Diseño de investigación	7
1.9.3. Población muestra.....	7
1.9.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	7
CAPITULO II.....	8
2. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. El Mantenimiento	8
2.1.1. Definición de Mantenimiento	8
2.1.2. Historia del Mantenimiento.....	9
2.1.3. Tipos de Mantenimiento.....	11
2.1.4. Mantenimiento de Iluminación.....	12
2.2. Teoría de la Luz.....	14
2.2.1. Luz y Radiación.....	15
2.2.2. Luz y Visión	16

2.2.3.	Magnitudes y Unidades	17
2.3.	Tipos de lámpara	20
2.3.1.	¿Por qué hay tantos tipos de lámpara?	20
2.3.2.	Radiadores térmicos	21
2.3.3.	Radiadores de Descarga	21
2.3.4.	Radiadores de Estado Sólido (LED)	26
2.4.	Sistemas de Iluminación	28
2.4.1.	Iluminación de Interiores	28
2.4.2.	Iluminación de Exteriores	31
CAPITULO III		36
3.	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CLUB	36
3.1.	Ubicación geográfica	37
3.2.	Mapa de distribución	38
3.3.	Organigrama del club	40
CAPITULO IV		42
4.	DIAGNÓSTICO ACTUAL DE MANTENIMIENTO	42
4.1.	Área de mantenimiento	42
4.1.1.	Descripción general del área	42
4.1.2.	Organigrama del área	47
4.2.	Auditoría del mantenimiento	48
4.2.1.	Determinación de categorías y componentes y asignación de pesos	49
4.2.2.	Desarrollo de auditoria	50
4.2.3.	Resultados del diagnóstico	50
4.3.	Procesos del área	62
4.3.1.	Flujograma actual	62
4.4.	ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS	64
4.4.1.	DIAGRAMA DE ISHIKAWA	64
CAPITULO V		67
5.	PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO	67
5.1	Puntos críticos	67
5.2	Inventario de Luminarias	67
5.3	Clasificación ABC	72
5.4	Mediciones de Iluminación	74
5.5	Codificación de Equipos de Iluminación:	96

5.6 Formatos Propuestos:.....	99
5.6.1 Orden de Trabajo	99
5.6.2 Revisión de Equipos.....	101
5.7 Cronogramas para el mantenimiento de iluminación	102
5.8 Presupuesto para el mantenimiento	108
CAPÍTULO VI	112
6. PROPUESTA DE CAMBIO A LED	113
6.1. Medidas de Zonas a Iluminar	114
6.2. Luminarias a Utilizar	116
6.3. Detalles de la Propuesta	116
6.4. Presupuesto de Cambio a Led	126
6.5. Análisis de rentabilidad LED / Mantto. Actual	127
CONCLUSIONES	134
RECOMENDACIONES	136
BIBLIOGRAFIA	137
ANEXOS	138



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cuadro de Variables	05
Tabla 2: Tipos de iluminación según ámbito de uso	30
Tabla 3: Categorías de Auditoría Aplicada	50
Tabla 4: Personal Evaluado en Auditoría	50
Tabla 5: Aspectos a Evaluar y Resultados por Categoría	51
Tabla 6: Resultados Obtenidos por Categoría	61
Tabla 7: Herramientas según Puntos Críticos	67
Tabla 8: Inventario Total de Luminarias del Club	68
Tabla 9: Horarios de Uso por Zona	71
Tabla 10: Luminarias y Costos	72
Tabla 11: Listado Ordenado	73
Tabla 12: Número Mínimo de Mediciones según Área	77
Tabla 13: Cálculos del Factor de Mantenimiento	95
Tabla 14: Codificación por Equipos	96
Tabla 15: Codificación según Zona y Equipo	97
Tabla 16: Cronograma Actividad reflector Contempo L	103
Tabla 17: Cronograma Actividad reflector Sport 1500 W	104
Tabla 18: Cronograma Actividad luminaria Vapor Sodio 250 W	105
Tabla 19: Total 10 Cronometrajes según Elemento	106
Tabla 20: Tiempos Estándar	107
Tabla 21: Detalles Manto. Correctivo	109
Tabla 22: Detalles Manto. Preventivo	110
Tabla 23: Inflación últimos 5 años	110
Tabla 24: Presupuesto Propuesto Manto. Iluminación – 10 años	112
Tabla 25: Coeficientes de Reflexión	118

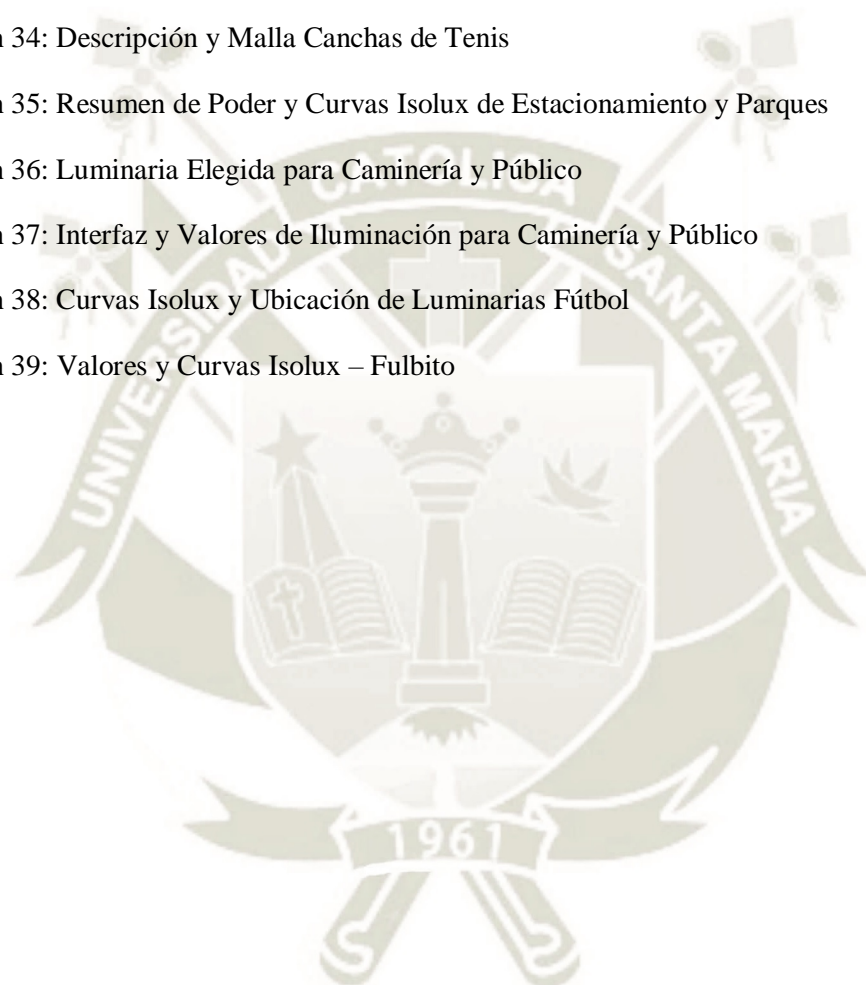
Tabla 26: Resumen de Luminarias LED por Área	127
Tabla 27: Comparacion costo eléctrico actual vs led	129
Tabla 28: Flujos de Caja Proyectados	131
Tabla 29: Comparación de Alternativas	132
Tabla 30: Recuperación de la Inversión y B/C Propuesta LED	133



ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: Curvas Típicas de Depreciación	13
Imagen 2: Ondas Electromagnéticas	14
Imagen 3: Espectro Electromagnético	15
Imagen 4: Efecto Purkinje	16
Imagen 5: Flujo vs Intensidad Luminosa	18
Imagen 6: Las 4 magnitudes básicas de Iluminación	19
Imagen 7: Familias de Lámparas	20
Imagen 8: Lámparas Incandescentes	21
Imagen 9: Lámpara de descarga Halogenuro Metálico	22
Imagen 10: Partes de una Luminaria	24
Imagen 11: Lámpara Fluorescente	25
Imagen 12: Partes Reflector LED	27
Imagen 13: Clasificación CIE de luminarias de Uso General	29
Imagen 14: Organigrama General del Club	41
Imagen 15: Organigrama área de Mantenimiento	47
Imagen 16: Radar de la Organización del Mantenimiento	55
Imagen 17: Radar del Planeamiento del Mantenimiento	56
Imagen 18: Radar del Personal del Mantenimiento	57
Imagen 19: Radar de la ejecución del Mantenimiento	58
Imagen 20: Radar de la supervisión del Mantenimiento	58
Imagen 21: Radar del Abastecimiento del Mantenimiento	59
Imagen 22: Radar de la Seguridad del Mantenimiento	60
Imagen 23: Radar del Clima y Cultura del Mantenimiento	61
Imagen 24: Radar General del Mantenimiento	62
Imagen 25: Flujograma del Mantenimiento	63
Imagen 26: Espina de Ishikawa	65
Imagen 27: Gráfica ABC Luminarias del Club	74

Imagen 28: Orden de Trabajo Propuesta	100
Imagen 29: Formato Revisión de Equipos Propuesta	101
Imagen 30: DAP Procedimiento Correctivo Fluorescentes	108
Imagen 31: Datos de Entrada del Programa	117
Imagen 32: Software Ulysse para Iluminación	119
Imagen 33: Malla y Curvas Isolux de Cancha de Basket	120
Imagen 34: Descripción y Malla Canchas de Tenis	121
Imagen 35: Resumen de Poder y Curvas Isolux de Estacionamiento y Parques	122
Imagen 36: Luminaria Elegida para Caminería y Público	123
Imagen 37: Interfaz y Valores de Iluminación para Caminería y Público	124
Imagen 38: Curvas Isolux y Ubicación de Luminarias Fútbol	125
Imagen 39: Valores y Curvas Isolux – Fútbol	126



INDICE DE FOTOS

Foto 1: Balastro, Ignitor, Condensador	23
Foto 2: Driver LED	28
Foto 3: Reflector Contempo L	33
Foto 4: Luminaria Fluorescente	34
Foto 5: Reflector LED 50 W	35
Foto 6: Mapa de Ubicación del Club Internacional	37
Foto 7: Croquis de Distribución del Club	39
Foto 8: Deficiencias en Iluminación	43
Foto 9: Luminarias, Caminería y Reflectores	45
Foto 10: Estado luminarias de Interiores	46
Foto 11: Estado luminarias de Exteriores	47
Foto 12: Instrumento Utilizado para mediciones	75
Foto 13: Algunas Mediciones de Iluminación	76
Foto 14: Gimnasio Fachada	78
Foto 15: Cancha de Bochas	79
Foto 16: Perimetrales	80
Foto 17: Cancha Futbol 8	82
Foto 18: Cancha Fulbito	83
Foto 19: Cancha Basket 1	84
Foto 20: Basket 2 y 3	85
Foto 21: Parques	86
Foto 22: Estacionamiento Principal	87
Foto 23: Sala Bowling	88

Foto 24: Tenis de Mesa	89
Foto 25: Rampa Acceso Segundo Piso	90
Foto 26: Oficinas Administrativas	91
Foto 27: Cancha Futbol 11	92
Foto 28: Cancha Tenis de Campo	93



INDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Categorías de Iluminación según Tarea Visual	138
Anexo 2: Detalles del Costo de Mantenimiento Actual	139
Anexo 3: Norma UNE Iluminación Instalaciones Deportivas	140
Anexo 4: Guía para el Mantenimiento de Eficiencia Energética	142
Anexo 5: Guía para Medición de Iluminación.	146
Anexo 6: Ficha Técnica Luminaria Albany LED	147
Anexo 7: Ficha Técnica Luminaria Omniblast Gen 2	149
Anexo 8: Ficha Técnica Luminaria Induflood	151
Anexo 9: Ficha Técnica Luminaria Indubay Gen 2	153
Anexo 10: Plano Topográfico Club Internacional Arequipa	155

INDICE DE REFERENCIAS

- (1) Duffua,S. & Dixon Campbell (2000). Sistemas de Mantenimiento, Planeación Y Control. México D.F. 08
- (2) García Garrido, S. (2003). Organización y Gestión de Mantenimiento. 08
- (3) Nieto, S. (2009). *Historia del Mantenimiento*. Mantenimiento Industrial 09
- (4) Olarte, W. y Cañon, B. (2010). *Scientia et Technica*. 10
- (5) García Garrido, S. (2003). Organización y Gestión de Mantenimiento. 11
- (6) García Fernández, J. *Iluminación de Interiores*. 12
- (7) Manual de la C.I.E. (*Comission Internationale de l'Énergie*) 13
- (8) Real Decreto 1890/2008 15
- (9) Van Bommel, W. y Rouhana, A. (2011). Fundamentos sobre la Generacion de la luz y el Alumbrado. The Phillips Lighting Handbook. 16
- (10) Van Bommel, W. y Rouhana, A. (2011). Fundamentos sobre la Generacion de la luz y el Alumbrado. The Phillips Lighting Handbook. 17
- (11) Van Bommel, W. y Rouhana, A. (2011). Fundamentos sobre la Generacion de la luz y el Alumbrado. The Phillips Lighting Handbook. 18
- (12) Llaguno, M. (2013). Diseño de un Sistema de Iluminación para el edificio Mc Gregor. PUCP. Lima- Perú. 31
- (13) Berner,E. (2010). Tipos de Luminarias. Obtenido de <https://bricos.com/2010/06/tipos-de-luminarias> 32

INTRODUCCIÓN

La presente investigación surge con el objetivo de plantear una mejora a los procesos de mantenimiento de los sistemas de iluminación del Club Internacional Arequipa. Esto, para asegurar un correcto nivel de iluminación hacia los usuarios.

El panorama actual del Club no es muy bueno, se observó que en las anteriores gestiones se hicieron gastos enormes, que deja al Club en un déficit muy grande. Es por ello que se considera plantear una mejora en el mantenimiento de la iluminación, como un medio para ahorrar energía y así evitar costos innecesarios, lo cual a la larga reflejaría un ahorro para el club.

La presente investigación inicia, en el capítulo 1, con la identificación del problema, seguido de la descripción del mismo, la formulación y la justificación personal, económica y social de la investigación. Posteriormente se planteará primero el objetivo general y luego se procederá con los objetivos específicos. Una vez hecho esto, se definirá la hipótesis y las variables dependientes e independientes, a través de un cuadro de variables, luego el marco metodológico, el cual incluirá el nivel y diseño de la investigación, además de la población muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el segundo capítulo se ubica el marco teórico, que reúne la teoría acerca del mantenimiento correctivo y preventivo; el mantenimiento de luminarias, teoría de la luz y aspectos de iluminación tanto en exteriores como en interiores. En el tercer capítulo se hará una descripción del Club, adjuntando un mapa de Google Maps, su ubicación geográfica, su área en m² y una breve reseña histórica. En el cuarto capítulo se hace un diagnóstico del área de mantenimiento; utilizando la metodología del radar de mantenimiento; asimismo el uso del diagrama de bloques y espina de Ishikawa.

En el quinto capítulo se plantea la propuesta de mejora del mantenimiento, en la cual se incluye la aplicación de las herramientas del manto. preventivo, presupuesto y cronogramas de mantenimiento, inventario de equipos además de órdenes de trabajo propuestas. Finalmente, en el sexto capítulo se propone efectuar un cambio a tecnologías LED, y se comparan ambas propuestas para determinar la mejor.

RESUMEN

El Club Internacional Arequipa actualmente maneja un sistema de mantenimiento de iluminación principalmente correctivo. Carece de un correcto control de los equipos, y la ubicación exacta de los equipos es desconocida. Es por ello que el objetivo de la presente investigación es plantear mejoras a esta problemática. La presente investigación es de enfoque cuantitativo y nivel descriptivo, de tipo transversal.

Se identificaron problemas en cuanto al mantenimiento de luminarias del Club, especialmente zonas oscuras en caminería y tránsito vehicular. Asimismo, en las áreas comunes se suelen encontrar lámparas quemadas.

Asimismo se pudo identificar que en el área de mantenimiento eléctrico se cuenta con 3 operarios y un supervisor, las luminarias del Club no se les hace mantenimiento preventivo y únicamente se cambian cuando se queman. De igual manera, se encontró que el principal reflector Deportivo que se utiliza en el Club es el reflector asimétrico Contempo L, y en interiores predomina el uso de fluorescentes.

Mediante el uso del radar de mantenimiento se identificaron los siguientes problemas en la ejecución y planeamiento del mantenimiento: falta de inventario y codificación de equipos, falta de formatos de comunicación, la no existencia del mantenimiento preventivo y no estandarización de repuestos, para lo cual se procedió a zonificar el Club, inventariar equipos de iluminación, clasificarlas según el ABC y proponer cronogramas de mantenimiento preventivo, correctivo y un presupuesto durante los siguientes 10 años que asciende a alrededor de S/. 65'113.80.

Finalmente, en cuanto a las tecnologías LED, se encontró que para su instalación se requerirían S/. 915'137.18; sin embargo ahorraría al Club unos 170'654.76 en consumo energético al año; teniendo un VAN proyectado de S/. 827'879.3 de ahorro en 10 años de horizonte; frente a la propuesta de mantenimiento.

Palabras claves: club privado, área de mantenimiento, clasificación ABC, radar de mantenimiento, mantenimiento iluminación, mantenimiento preventivo.

ABSTRACT

The Club International Arequipa nowadays has a predominantly corrective maintenance system. There is no adequate control over the equipment, neither their exact location is known thereby. Thus, the purpose of this investigation is to propose improvements to these problems. This investigation is quantitative in focus and descriptive in level; of a transversal type.

A whole bundle of problems in the maintenance of illumination of the Club were indeed found; especially in the common transit and vehicle passing areas, where dark areas could be spotted. All the same, in common areas it is frequent to find burnt lamps.

This investigation is quantitative in focus and descriptive in level; of a transversal type. So it is that in the electric maintenance area there are 3 workers and a supervisor, the lamps in the Club do not receive preventive maintenance and are only changed when burnt. Also, the principal reflector is the one Contempo L, and fluorescent is eminent in indoors spaces.

Through the use of the maintenance radar the following problems could be identified in both planning and execution of maintenance: lack of inventory y machine codes; lack of formats for the area, lack of preventive maintenance y the lack of standardization of replacements, so the Club was divided in zones, the inventory was made, a classification was proposed through the ABC method and chronograms both for corrective and preventive maintenance were proposed; as well as a Budget close to S/. 65'113.80. was found for illumination maintenance in the Club.

Finally, about the proposal of LED's, the installation would require near to S/. 915'137.18; however this would mean savings or the Club of around 170'654.76 in light consumption per year and a projected savings ANV of S/. 827'879.3 in 10 years, compared to the present situation.

Keyword: private club, maintenance area, ABC classification, maintenance radar, illumination maintenance, preventive maintenance.

CAPITULO I

1. PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

1.1. Identificación del problema

El Club no cuenta con un plan de mantenimiento programado específico para el sistema de iluminación, de tal manera que, las fallas las detectan los socios y suelen tardar bastante en reemplazar alguna luminaria deficiente. Esto genera deficiencias en el Club, porque es común que una falla en un solo foco termine afectando al resto de focos del ambiente, generando zonas oscuras durante un tiempo prolongado. Además, se tiene una clara falta de organización para asignar las tareas de mantenimiento, lo cual genera demora en los tiempos necesarios para subsanar las fallas.

1.2. Descripción del problema

La iluminación de interiores y exteriores es de vital importancia en toda organización. En ambientes tales como oficinas o zonas comunes, es necesaria para desarrollar actividades laborales y de esparcimiento; y en caso de ambientes deportivos es necesaria la instalación y mantenimiento de luminarias especiales que cubran la necesidad energética propia de las actividades deportivas.

Más allá del tema arquitectónico, la iluminación es necesaria para desarrollar ciertas actividades, y en el tema deportivo con mayor razón; principalmente para evitar lesiones, caídas y faltas durante la práctica deportiva.

Ahora bien, estos sistemas de iluminación han de conllevar también una correcta gestión del mantenimiento que asegure su óptimo funcionamiento y minimice el número de fallas; garantizando así un correcto nivel de servicio al socio y usuario. Dado que la cantidad de socios que utilizan las instalaciones del Club es bastante grande; en especial durante los fines de semana y feriados; el no tener un adecuado mantenimiento de iluminación es perjudicial para una gran cantidad de personas.

El Club internacional Arequipa se fundó en 1894 principalmente como un club para fomentar la práctica del tiro al blanco, ello en consecuencia a la guerra con Chile. Buscaba preparar y entrenar tiradores en el manejo de armas de fuego en la ciudad de Arequipa. Poco a poco, y a través de adquisiciones de otros clubes, se fue perfilando a ser lo que es hoy; el club deportivo por excelencia del departamento de Arequipa.

En lo que respecta a iluminación, el Club Internacional Arequipa tiene deficiencias marcadas, en cuanto a niveles de iluminación, fallas de fuentes de luz y tiempos prolongados para realizar las reposiciones o arreglos necesarios. Además, siempre existe la incertidumbre de quién se hará cargo del mantenimiento de una parte puntual del sistema de iluminación, puesto que no existe personal especialmente designado para tal actividad.

Por último, el tiempo necesario para la realización de las actividades de mantenimiento se determina mediante “tareo”, lo cual implica el sentido común del trabajador (que puede ser acertado, pero no es muy confiable). Es decir, no hay una base lógica para las actividades de mantenimiento de iluminación, ni cuenta con un programa predeterminado.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo será la propuesta de mejora de la gestión de mantenimiento de los sistemas de iluminación del Club Internacional Arequipa al 2018?

1.4. Justificación de la investigación

El panorama actual de toda empresa se rige siempre por el tema del ahorro y la eficiencia energética. Ciertamente, el Club Internacional no es una empresa como tal, pero genera costos cubiertos principalmente con los ingresos de las cuotas de los socios. Actualmente, en el Club hay muchas quejas de sobrecostos y gastos innecesarios. Es en este contexto que se propone una mejora en los procesos de mantenimiento, estructurando las actividades de mantenimiento para coadyuvar a que se logre el nivel de servicio óptimo hacia el socio.

Es así que, desde una perspectiva económica, la presente investigación pretende proponer una mejora del mantenimiento que, de aplicarse, conllevaría ahorro monetario al club.

En la perspectiva social, es también un aporte para los socios, quienes se verían beneficiados en caso la propuesta de esta investigación fuera ejecutada por el directorio.

Desde una perspectiva personal, la ejecución de la presente investigación ayudará en gran medida al tesista en cuanto a logros académicos se refiere.

1.5. Limitaciones de la investigación

El tesista no labora en el Club Internacional, por lo que el acceso a la información no será inmediato; sin embargo, se podrá coordinar sin problemas el acceso al levantamiento de información de antemano. Por lo demás, se cuenta con el tiempo suficiente, los recursos académicos, humanos y económicos suficientes para el desarrollo de la presente investigación.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Proponer una mejora en la Gestión de mantenimiento de los sistemas de iluminación del Club Internacional Arequipa.

1.6.2. Objetivos específicos

- ✓ Diagnosticar la situación actual de los procesos de mantenimiento de iluminación del Club Internacional en Arequipa al 2018.
- ✓ Identificar y analizar la problemática que presenta el Club en base a sus procesos de mantenimiento de iluminación actuales.

- ✓ Identificar las herramientas de la Gestión del Mantenimiento que ayudarán a solucionar los problemas detectados.
- ✓ Proponer las mejoras adecuadas al mantenimiento de sistemas de iluminación.

1.7. Hipótesis

Dada la problemática del mantenimiento de sistemas de iluminación, y utilizando las herramientas del proceso de mejora, se logrará optimizar la Gestión del mantenimiento de sistemas de iluminación del Club Internacional Arequipa.

1.8. Variables

1.8.1. Variables dependientes

- ✓ Mantenimiento del Sistema de Iluminación del Club.

1.8.2. Variables independientes

- ✓ Mejora del Proceso de Mantenimiento

TABLA 1: Cuadro de Variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operativa	Indicadores	Unidad de medida	Instrumento
VARIABLES DEPENDIENTES Mantenimiento de sistemas de Iluminación	“La moderna gestión del mantenimiento incluye todas aquellas actividades destinadas a determinar objetivos y prioridades de mantenimiento, las estrategias y las responsabilidades. Todo ello facilita la planificación, programación y control de la ejecución del mantenimiento.” (Viveros, P, et al; 2012)	En cuanto al mantenimiento de los sistemas de iluminación, esto incluye el reemplazo de luminarias defectuosas; cambios en el cableado, limpieza de luminarias y demás.	Problemas encontrados	Nª Problemas Diagnosticados	Radar de Mantenimiento Diagrama de bloques del proceso Espina Ishikawa/ Arbol Causa – Efecto DAP
			Personal a cargo del área	Nª operarios a cargo del mantenimiento	
			Luminarias del Club	Nª luminarias del Club	
			Procesos Diagnosticados	Nª de procesos de mantenimiento	

VARIABLE INDEPENDIENTE Mejora del Mantenimiento	“La mejora continua del proceso de gestión del mantenimiento ha de incorporar conocimiento, inteligencia y análisis que sirvan de apoyo a la toma de decisiones en el área del mantenimiento, orientadas a favorecer el resultado económico y operacional global.” (Viveros, P, et al; 2012)	Para lograr mejoras en el mantenimiento, se debe realizar un diagnóstico inicial, luego analizar correctamente los datos encontrados para finalmente proponer una mejora.			Orden de Trabajo
			Codificaciones Desarrolladas	N° de equipos codificados	
			Mejoras propuestas	Nª mejoras propuestas a la Gestión de Mantenimiento	

Fuente: Elaboración Propia.

1.9. Marco Metodológico

1.9.1. Enfoque y Nivel de Investigación

El enfoque de la presente investigación es cuantitativo, pues mide fenómenos. Además, su nivel de profundidad es descriptivo, puesto que se hará un diagnóstico de la situación actual, luego un análisis de la mejor herramienta para optimizar el proceso; y la propuesta de mejora.

1.9.2. Diseño de investigación

La presente investigación será de tipo transversal y no experimental. Transversal porque se efectuará en un momento dado en el tiempo, y no experimental porque la investigación se limitará a observar el mantenimiento actual de iluminación y proponer mejoras, pero no lo alterará en modo alguno.

1.9.3. Población muestra

La presente investigación se realizará a los procesos de mantenimiento de iluminación del Club, tanto interiores como exteriores.

1.9.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

➤ **Entrevistas:**

Se efectuarán entrevistas al jefe del departamento de Mantenimiento, así como a los encargados del mantenimiento de iluminación, para así poder obtener la información necesaria.

➤ **Observación**

Se observará directamente el proceso de mantenimiento actual previa autorización y coordinación con el departamento correspondiente.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El Mantenimiento

2.1.1. Definición de Mantenimiento

“El Mantenimiento actualmente es considerado como un sistema integrado que puede ofrecer una ventaja considerable en la capacidad de una organización para ser competitiva y proporcionar productos o servicios de calidad” (Duffuaa, Raouf y Dixon Campbell, 2000, p. 29).

El Mantenimiento se suele definir comúnmente como “el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento” (García Garrido, 2003, p. 1).

Acerca de la función del mantenimiento:

“La función del mantenimiento ha sido históricamente considerada como un costo necesario en los negocios. Sin embargo, al paso del tiempo, nuevas tecnologías y prácticas innovadoras están colocando a la función del mantenimiento como una parte integral de la productividad total en muchos negocios. Las sólidas técnicas modernas de mantenimiento y su sentido práctico tienen el potencial para incrementar en forma significativa las ventajas en el mercado global” (Mora, 2011, parr. 1).

2.1.2. Historia del Mantenimiento

El mantenimiento, como función dentro de la empresa surge desde la Revolución Industrial. Ciertamente, cuando el proceso productivo era eminentemente manual; el mantenimiento no era preponderante. Esto cambió con la integración de maquinaria al proceso productivo en las fábricas. Según García Garrido (2003);

“A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos” (p. 1).

Acerca de los inicios del mantenimiento, Nieto (2009) nos dice lo siguiente:

“A finales del siglo XVIII y comienzo del XIX durante la revolución industrial con las primeras máquinas se iniciaron los trabajos de reparación y de igual manera los conceptos de competitividad, costos entre otros. De la misma manera empezaron a tenerse en cuenta el término de falla y comenzaron a darse a cuenta que esto producía paras en la producción. Tal fue la necesidad de empezar a controlar estas fallas que hacia los años 20 ya empezaron a aparecer las primeras estadísticas sobre tasas de falla en motores y equipo de aviación.

Por lo cual podemos concluir que la historia del mantenimiento va de la mano con el desarrollo técnico-industria, ya que con las primeras máquinas se empezó a tener la necesidad de las primeras reparaciones. La mayoría de las fallas que se presentaban en ese entonces eran el resultado del abuso o de los grandes esfuerzos a los que eran sometidos las máquinas. En ese entonces el mantenimiento se hacía hasta cuando ya era imposible seguir usando el equipo. Hasta 1914, el mantenimiento tenía importancia secundaria y era ejecutado por el mismo personal de operación y producción” (Historia del Mantenimiento, parr.1)

Es así que el mantenimiento se vio fuertemente impulsado por la Segunda Guerra Mundial debido a la gran necesidad de continuar produciendo armamento con las menores fallas posibles. Era cuestión de vida o muerte el que las máquinas no tengan fallas. Al respecto, tenemos que:

“Con la Segunda Guerra Mundial, las empresas tuvieron que aumentar su producción para suplir la demanda del mercado; para esto, fue necesario incrementar sus jornadas laborales. Esta manera apresurada de producir en grandes cantidades y por largos periodos de tiempo hizo que las máquinas se desgastaran debido al exceso de uso y por lo tanto a presentar fallas en su funcionamiento.” (Olarte, Botero, y Cañon, 2010, pp 354-356.)

2.1.3. Tipos de Mantenimiento

El mantenimiento se divide generalmente en 2 tipos:

- **Mantenimiento Correctivo:** “Conjunto de tareas destinadas a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos y que son comunicados al departamento de mantenimiento por los usuarios de los mismos”. (García Garrido, 2003).

La práctica indica que es inevitable en todo tipo de empresas, dado que siempre existe un factor de incertidumbre que puede generar fallas repentinas.

- **Mantenimiento Preventivo:** “Es el mantenimiento que tiene por misión mantener un nivel de servicio predeterminado en los equipos; basándose en un programa mediante el cual se anticipan las fallas.” (García Garrido, 2003).

Este tipo de mantenimiento tiene éxito cuando se analiza constantemente el programa y se cumplen estrictamente las actividades.

En cuanto al mantenimiento preventivo, se tiene las siguientes subdivisiones:

- **Mantenimiento Programado:** Consiste en operaciones programadas con cierta frecuencia para efectuar cambios en equipos según especificaciones de estándares establecidos. Una desventaja es que se pueden cambiar partes que estén en buen estado (sobrecosto). Este tipo de mantenimiento suele generar un buen nivel de confiabilidad.
- **Mantenimiento Rutinario:** Mantenimiento basado en rutinas, sugeridas por los manuales, por la experiencia

del operario y del personal de mantenimiento. Toma en cuenta el contexto operacional del equipo.

2.1.4. Mantenimiento de Iluminación

2.1.4.1. Depreciación de la eficiencia luminosa y mantenimiento

“El paso del tiempo provoca sobre las instalaciones de alumbrado una disminución progresiva en los niveles de iluminancia. Las causas de este problema se manifiestan de dos maneras. Por un lado, tenemos el ensuciamiento de lámparas, luminarias y superficies donde se va depositando el polvo. Y por otro tenemos la depreciación del flujo de las lámparas.

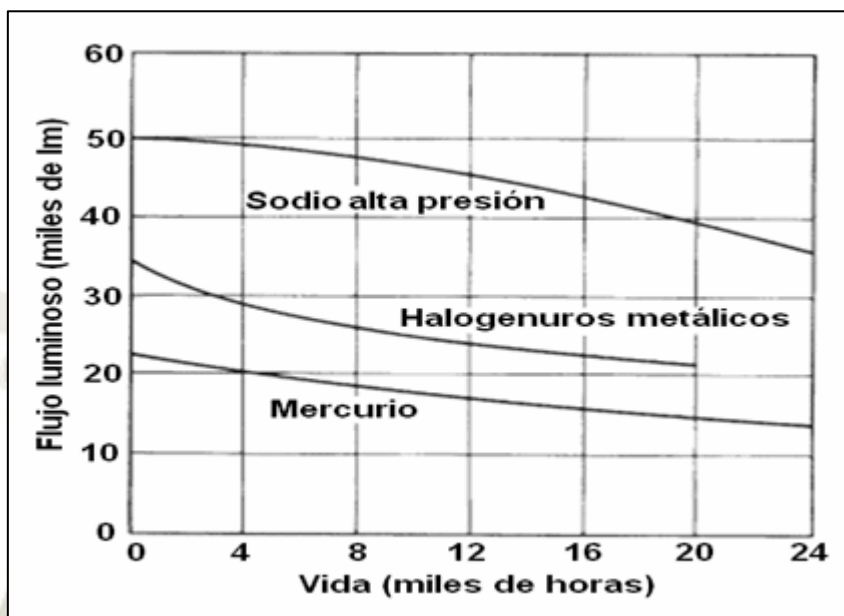
En el primer caso la solución pasa por una limpieza periódica de lámparas y luminarias. Y en el segundo por establecer un programa de sustitución de las lámparas. Aunque a menudo se recurre a esperar a que fallen para cambiarlas, es recomendable hacer la sustitución por grupos o de toda la instalación a la vez según un programa de mantenimiento. Es un modo de asegurarse que los niveles de iluminancia real se mantengan dentro de los valores de diseño de la instalación.” (García Fernandez, 2012, párr. 6).

Siempre existen pérdidas en el sistema de iluminación; pero se puede mantener la calidad de la iluminación estableciendo un programa de mantenimiento a la instalación. Los principales factores que contribuyen a estas depreciaciones; según la Comisión Internacional de la Iluminación (2012) son:

- Grandes cambios de temperatura.
- Deterioro del interior de la lámpara.
- Exceso de polvo en la luminaria.
- Fin de la vida útil de algún componente.

En la siguiente imagen, se puede apreciar cómo se deprecia gradualmente el rendimiento según el tipo de gas conductor.

Imagen 1: Curvas Típicas de Depreciación



Fuente: Scielo Cuba.

Como se puede ver, las luminarias de mercurio son las más ineficientes, mientras que las de sodio alta presión inician bien y empiezan a depreciarse rápidamente. Las de halogenuro metálico tienden a mantenerse estables en el tiempo; con un correcto mantenimiento.

2.1.4.2. El factor de mantenimiento

El factor de mantenimiento para una luminaria toma en cuenta el ambiente en el cual estará instalado la luminaria, para poder mantener un nivel de iluminación constante en el tiempo. Según el *Real Decreto 1890/2008 (2008)*,

“el factor de mantenimiento se compone de:

- Tipo de lámpara, depreciación luminosa y supervivencia en el transcurso del tiempo

- Estanqueidad del sistema óptico de la luminaria
- Tipo de cierre de la luminaria
- Mantenimiento del sistema de iluminación
- Contaminación ambiental del entorno “ (p.54)

Calcúlese el factor de mantenimiento de la sgte. Manera:

$$f_m = FDFL \times FSL \times FDLU$$

Tal que:

FDFL es el factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara

FSL es el factor de supervivencia de la lámpara

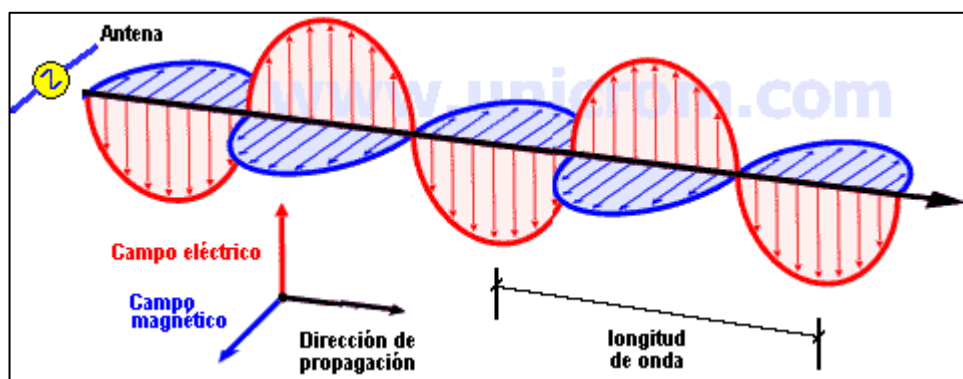
FDLU es el factor de depreciación de la luminaria

Se define como “la relación entre la iluminancia media en el plano de trabajo después de un cierto período de uso de una instalación y la iluminancia media inicial obtenida en las mismas condiciones para la instalación teniendo en cuenta todas las pérdidas, incluido el mantenimiento de la lámpara”. (Chapa Carreón, 1990,p. 45)

2.2. Teoría de la Luz

La luz se explica mediante la teoría de ondas electromagnéticas, formulada por Maxwell en 1873. Según esta teoría, la luz es una onda propagada consistente en dos magnitudes vectoriales (una en el campo eléctrico y una en el campo magnético) perpendiculares entre sí. Se propagan incluso en el vacío.

Imagen 2: Onda Electromagnética



Fuente: unicrom.com

Todas las ondas son propagadas así a una velocidad constante: (velocidad de la luz):

$$c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$$

2.2.1. Luz y Radiación

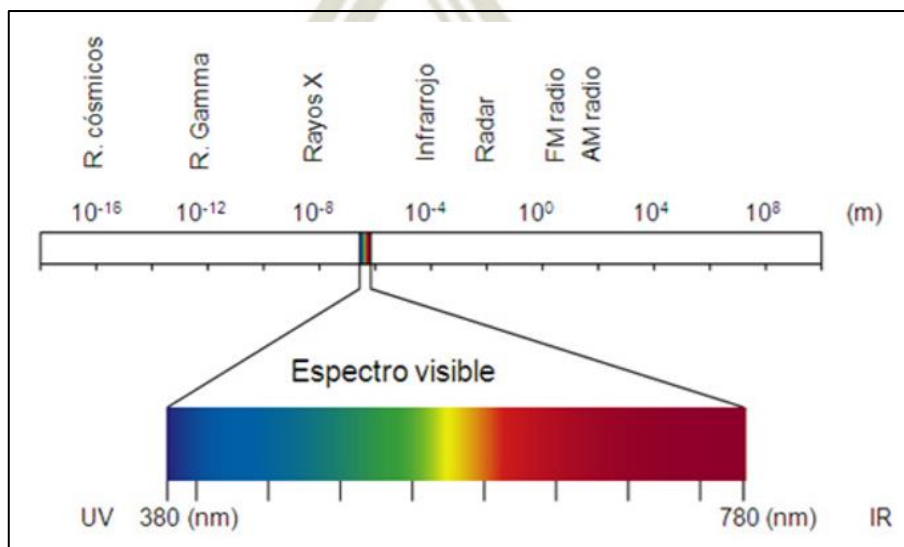
2.2.1.1. El espectro electromagnético

La luz es sólo una pequeña parte del espectro de ondas electromagnéticas que estimula al ojo humano tal que;

“Comenzando por las longitudes de onda de la transmisión de radio de onda larga que son extremadamente grandes (hasta 2.000 metros); pasando a longitudes de onda más cortas como las de la radio AM y FM, las microondas, y las transmisiones de radar (longitudes de un metro o menos). Por debajo de estos valores, existe radiación con una longitud de onda de entre 780 y 380 nanómetros, la parte visible del espectro electromagnético, que se conoce como luz.” (Van Bommel & Rouhana, 2011, p.6)

Las distintas longitudes de onda generan los diferentes colores; como lo podemos apreciar en la siguiente imagen:

Imagen 3: El espectro electromagnético



Fuente: Phillips Basics of Lighting (2011).

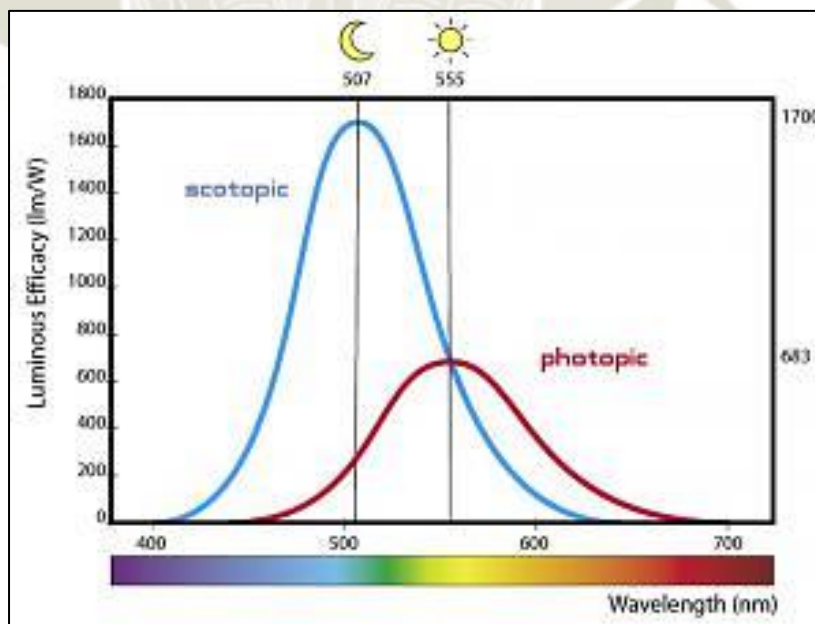
El espectro visible al ojo humano va únicamente de los 380 nm hasta los 780 nm. Fuera de estos límites, el ojo no percibe radiación alguna.

2.2.2. Luz y Visión

El efecto fundamental de la luz es que nos permite ver el mundo que nos rodea, gracias a un órgano extremadamente delicado, el ojo humano.

“El papel que juega la luz en nuestro contacto con el entorno es importantísimo: más del 80 por ciento de la información que recibimos del mundo exterior “pasa por nuestros ojos”. Existe una relación muy estrecha entre cómo se nos presenta la realidad visual y capacidad del ojo de realizar su trabajo correctamente. La realidad visual se crea de una manera que tiene mucho que ver con la iluminación.” (Van Bommel & Rouhana, 2011, p. 29)

Imagen 4: Efecto Purkinje



Fuente: Manual de Iluminación INDAL

El ojo humano tiende a ver diferentes la tonalidad de colores dependiendo si se encuentra de día o de noche, esto se conoce como efecto Purkinje y tiene que ver con cómo reacciona el ojo frente a la estimulación

de la luz. Si es durante la noche se llama escotópica y durante el día se llama fotópica.

2.2.2.1. Visión Escotópica

Cuando existen niveles de iluminación muy bajos, menores de 0.01 cd/m², la sensibilidad de los conos del ojo es tan baja que no funciona. Es ahí que la visión se activa únicamente mediante los bastones; lo cual se llama visión escotópica. Varios cientos de bastones se conectan a una sola fibra nerviosa unida al cerebro, lo cual hace que no se sepa exactamente de donde proviene la luz. Por ello, cuando la vista ocurre únicamente con los bastones se tienen imágenes bastante borrosas.

2.2.2.2. Visión Fotópica

Cuando el nivel de iluminación está por encima de los 3 cd/m² los conos son los que toman el control de la vista. A esto se le conoce como visión fotópica. Al contrario que los bastones, cada cono se conecta al cerebro con una fibra nerviosa, motivo por el cual la precisión visual de los conos es sumamente superior respecto a la de los bastones.

2.2.3. Magnitudes y Unidades

2.2.3.1. Flujo Luminoso

“El flujo luminoso (f) es la cantidad de luz que irradia una fuente de luz por segundo. La unidad del flujo luminoso es el lumen (lm) y su símbolo es ϕ . El flujo luminoso se usa para especificar la cantidad total de luz emitida por una lámpara, pero no específica en qué direcciones se irradia la luz.” (Van Bommel & Rouhana, 2011, p. 20)

La relación entre el flujo luminoso de una lámpara y la energía que se disipa en dicha lámpara es su ‘eficacia luminosa’ y se expresa en

lúmenes por vatio (lm/W). Es la medida de la eficiencia energética de la producción de luz y sus valores pueden ser de en torno 10 lm/W en el caso de una lámpara incandescente, 100 lm/W en el caso de un tubo fluorescente y 175 lm/W en el caso de una lámpara de sodio de baja presión.

2.2.3.2. Intensidad Luminosa

La intensidad luminosa I es la cantidad de luz emitida por segundo en una dirección determinada. La unidad es la candela (cd).

Así, la intensidad es una unidad de luz que se puede usar para especificar la cantidad, o concentración, de luz en una dirección determinada. “La intensidad luminosa se define como el flujo luminoso en una dirección determinada, irradiada por unidad de ángulo sólido ω .” (Van Bommel & Rouhana, 2011, p. 21)

Imagen 5: Flujo vs Intensidad Luminosa



Fuente: Luminotecniaciencia.com (2014).

2.2.3.3. Iluminancia

“La iluminancia E es la cantidad de luz, o flujo luminoso ϕ , que cae sobre una superficie (figura 4.4). La unidad es el lux, que equivale a

un lumen de luz incidente por metro cuadrado de la superficie que recibe la luz. $E = \phi / A$.” (Van Bommel & Rouhana, 2011, p.21)

La iluminancia es independiente de la dirección desde la que el flujo luminoso incide sobre la superficie.

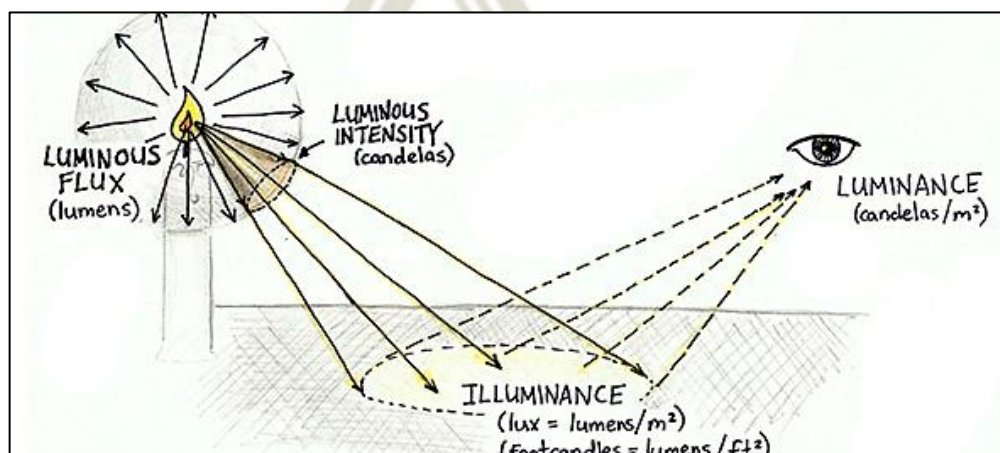
2.2.3.4. Luminancia

“La luminancia L de un objeto o superficie que emite luz es la intensidad luminosa I emitida por unidad de área (aparente) de esa superficie A en una dirección determinada. La unidad es candela por metro cuadrado (cd/m^2). $L = I / A$ ” (Van Bommel & Rouhana, 2011, p. 22)

Esta es la magnitud más importante en la ingeniería de iluminación, si bien las otras tres (flujo luminoso, intensidad luminosa e iluminancia) suelen ser más fáciles de manejar al realizar cálculos o mediciones.

La siguiente imagen ilustra la diferencia entre las 4 magnitudes básicas de iluminación mencionadas anteriormente:

Imagen 6: las 4 Magnitudes Básicas de Iluminación



Fuente: Phillips Basics of Lighting (2011)

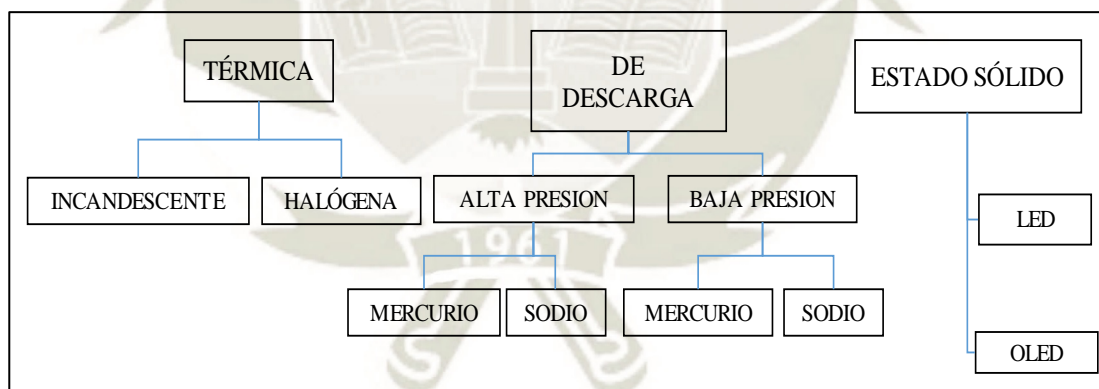
2.3. Tipos de lámpara

2.3.1. ¿Por qué hay tantos tipos de lámpara?

Las lámparas sirven para que el ser humano pueda hacer las tareas que necesita hacer. Al revisar los catálogos de fabricantes de luminarias se puede verificar que existen bastantes tipos de lámparas diferentes. El motivo: la lámpara perfecta no existe. Es decir, una lámpara puede poseer propiedades que la hacen apropiada para un uso específico; pero eso mismo puede hacer que no sea utilizable en otra ocasión.

En la siguiente imagen podemos ver los diferentes tipos de lámparas que ofrece Phillips, uno de los más grandes fabricantes de luminarias en el mundo:

Imagen 7: Familia de Lámparas



Fuente: Manual de Iluminación Phillips.

Como lo resume la imagen, se dividen en 3 grupos: Térmicos, de Descarga y de Estado Sólido (LED's).

2.3.2. Radiadores térmicos

2.3.2.1. Lámparas Incandescentes

Estas son las que producen luz mediante la generación de calor en un filamento. Una lámpara incandescente que tenga una T° de color entre 2700 y 2800 K tiende a disipar prácticamente toda su energía como calor (radiación infrarroja). Por ello son tan ineficientes; puesto que solo cerca al 5% de la energía consumida por una lámpara incandescente se vuelve luz (es decir, radiación visible).

Imagen 8: Lámparas incandescentes



Fuente: 123rf.com

Esta es otra razón por la cual la vida útil de este tipo de lámparas es corta; alrededor de 100 horas; puesto que el filamento ha de alcanzar una temperatura bastante alta para generar luz y se evapora rápidamente. Sin embargo, si se les añade un halógeno, se puede incrementar su vida útil hasta 4000 horas, volviéndose lámparas incandescentes halógenas. Ello debido a que el halógeno interactúa con el filamento, evitando su rápido desgaste.

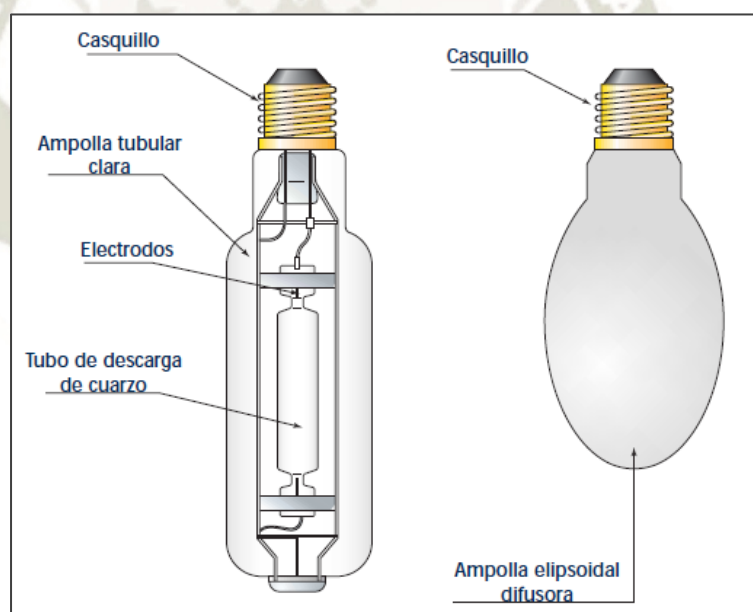
2.3.3. Radiadores de Descarga

Estas funcionan haciendo que un gas se encienda, es decir, que emita radiación visible; o luz. Sin embargo, un gas generalmente no se enciende a menos que sea sometido a una presión excepcionalmente alta (como en

el núcleo Solar). Se puede, sin embargo, lograr ello: enviando un haz de electrones a través del gas. Esto es lo que sucede en la naturaleza cuando vemos un relámpago; o en los tubos fluorescentes.

Este fenómeno se produce porque los electrones libres del haz reaccionan con los átomos del gas, para ello se introduce el gas en un tubo sellado (tubo de descarga) que cuenta con un ánodo en un extremo y con un cátodo en el otro. Aplicando una diferencia de tensión entre ambos extremos, los electrones libres del cátodo se moverán hacia el ánodo; en el camino sin embargo chocarán con los electrones de las capas externas de los átomos del gas; con lo cual se genera radiación electromagnética o luz visible. Dependiendo de la presión a la que el gas se encuentra; y al tipo de gas que es; la longitud de onda de la radiación visible varía.

Imagen 9: Lámparas de Descarga Halogenuro Metálico



Fuente: Manual de Iluminación DPE.

Las lámparas de descarga son comúnmente usadas cuando se necesitan altos niveles de luz sobre áreas extensas y la eficiencia y la larga vida son importantes, como en gimnasios, almacenes, estacionamientos, etc.

“Hay tres tipos de lámparas de descarga: Vapor de mercurio (VM), Halogenuro Metálico (HM) y sodio de alta y baja presión. (VSAP) (VSBP).” (Farfán, 2014, p.23)

2.3.3.1. Equipos Eléctricos

En una lámpara de descarga, se necesita un dispositivo llamado balasto para controlar la corriente eléctrica que fluye de un electrodo a otro; puesto que sin él el tubo explotaría. Además, se hace necesario contar con un ignitor; que es un dispositivo que proporciona un pico de voltaje que ayuda a que los electrones fluyan del cátodo al ánodo. Actualmente, esta función la realiza el balasto electrónico; que suele venir integrado.

Foto 1: Balastro, Ignitor, Condensador



Fuente: Shoptronica.com

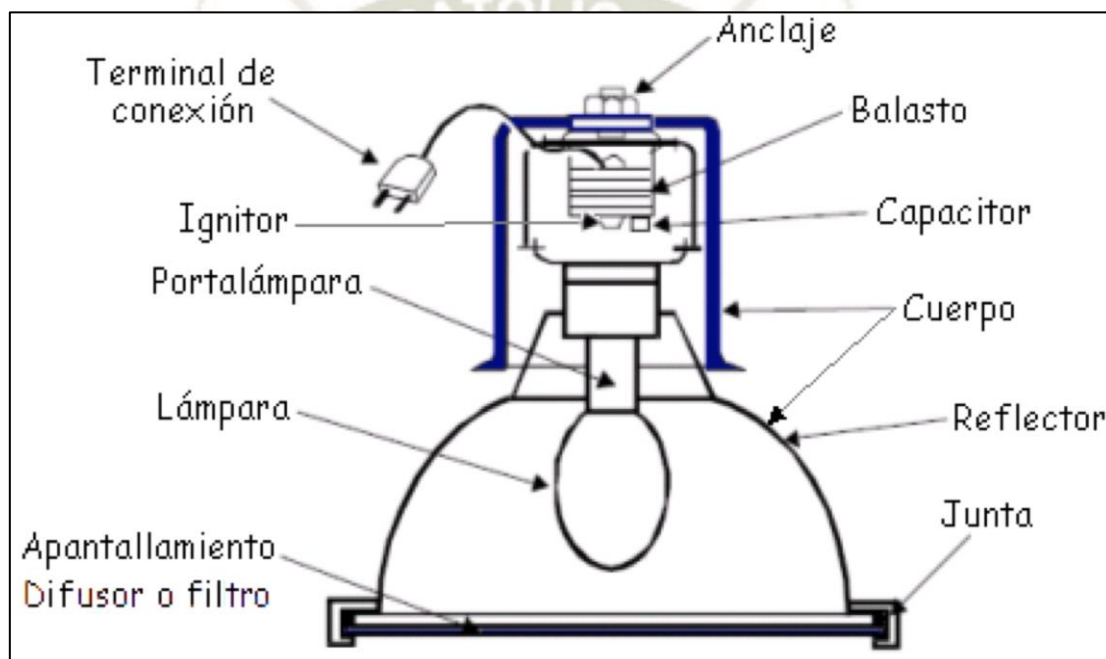
El balastro sirve para mantener la corriente constante dentro de la lámpara, mientras que el ignitor permite la chispa inicial que hace posible el encendido de la misma. Todos estos componentes se ubican dentro del dispositivo conocido como luminaria.

La Luminaria es el equipo que se encarga de filtrar y distribuir la luz de la(s) lámpara(s) que contiene; además de contener los equipos eléctricos.

“Básicamente, la luminaria sirve para:

- Servir de protección a la lámpara y componentes internos.
- Evitar el deslumbramiento o excesivo brillo.
- Apropiaada distribución de la luz en el área.
- Optimizar el rendimiento energético, para aprovechar al máximo el flujo luminoso de la lámpara.” (Moreno, 2018,p. 27)

Imagen 10: Partes de una luminaria

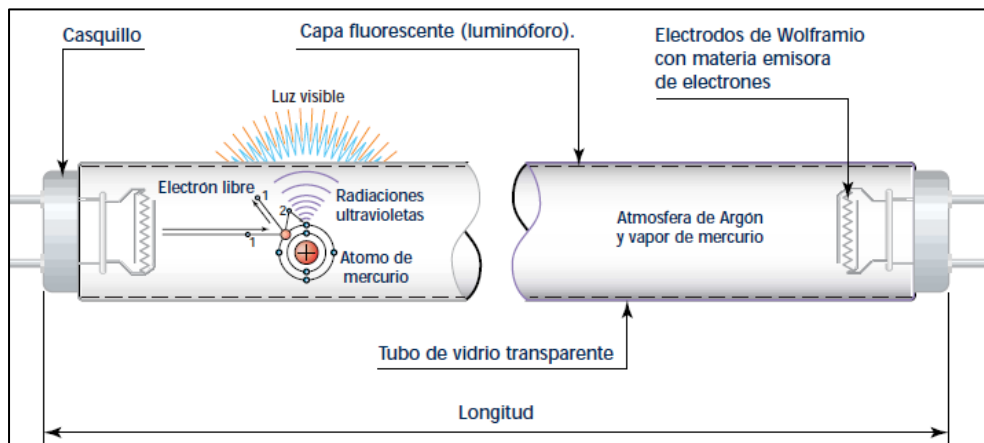


Fuente: Modeloscy.com

2.3.3.2. Lámparas de Descarga de Baja Presión:

En estas lámparas la presión del gas es cercana a la presión del vacío. Funciona a temperaturas generalmente bajas y las lámparas suelen ser largas. El gas que contienen suele ser mercurio o sodio; y se denominan lámparas de sodio de baja presión o de mercurio de baja presión; según sea el caso. Las que contienen mercurio se suelen llamar también por el nombre “Fluorescentes”.

Imagen 11: Lámpara Fluorescente



Fuente: Manual de Iluminación DPE.

“Las lámparas fluorescentes contienen vapor de mercurio y otros gases. La luz ultravioleta emitida es convertida en luz visible al pasar a través del recubrimiento de fósforo que tiene la parte interna del tubo. Las lámparas fluorescentes pueden ser usadas para uso residencial, comercial e industrial. La eficiencia de este tipo de luminaria se incrementa ligeramente con la longitud (la lámpara de 8 pies es más eficiente que la de 4 pies) y con un decremento del diámetro del tubo hay un aumento de la eficiencia (un tubo de una pulgada de diámetro T8 es más eficiente que uno de 1.5 pulgadas T12). La eficacia es en promedio de 30 a 80 lm/W.” (Farfán, 2014, p. 21)

Debido a que no se somete un filamento al calor para generar luz, su vida útil es mucho más larga; llegando a 25000 horas; y son mucho más eficientes que las lámparas incandescentes; las lámparas de sodio de baja presión que emiten una luz amarillenta pueden ser hasta 14 veces más eficientes; y los fluorescentes hasta 8 veces más eficientes.

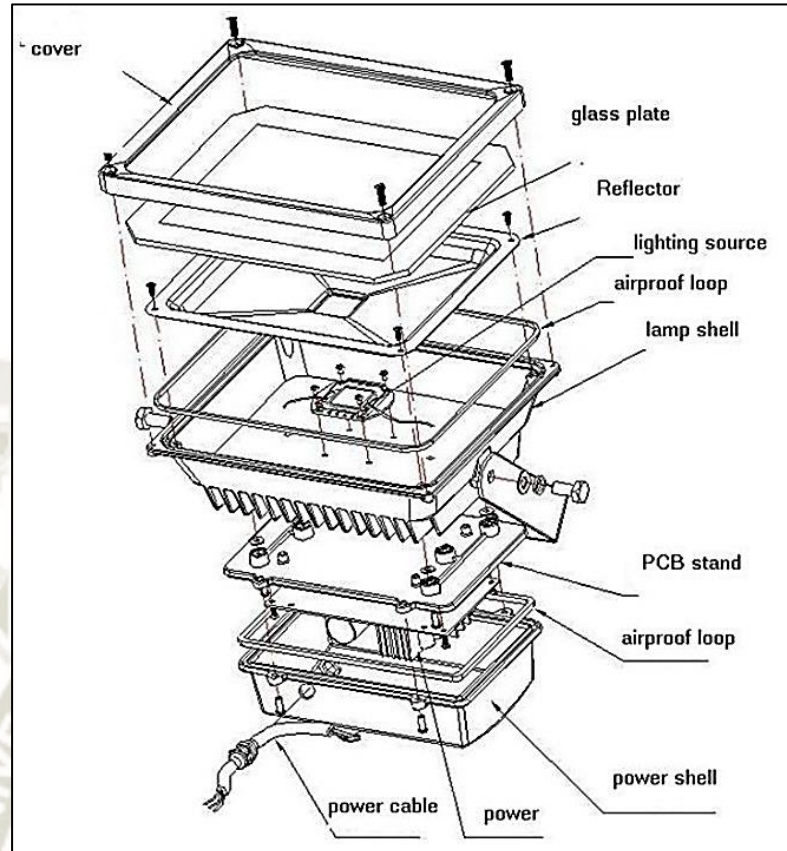
2.3.3.3. Lámparas de Descarga de Alta Presión:

En estas lámparas el gas suele estar cerca a 1 Atm. de presión; con el gas cerca a los 4000 o 5000 grados Centígrados. Estas utilizan el mismo gas; mercurio o sodio; pero son bastante más compactas que las de baja presión. Las lámparas de halogenuros metálicos también suelen utilizar mercurio. Generalmente se conocen a las lámparas de descarga de alta presión como HID (High Intensity Discharge; descarga de alta intensidad en inglés). Acerca de su vida útil, es similar a las de baja presión; y son hasta 10 veces más eficientes que las lámparas incandescentes.

2.3.4. Radiadores de Estado Sólido (LED)

Estas son fuentes en las que el material donde se origina la luz es sólido. Se hace interactuar el material sólido con un campo eléctrico. Se usa un material semiconductor semejante a los chips de diodos; por lo cual se le conoce como LED (Light- Emitting Diode; o Diodo Emisor de Luz en inglés). Funciona con la transición de electrones de un nivel mayor a uno menor de energía; resultando luz como la diferencia de energía liberada. Según el material semiconductor que se utilice varía las longitudes de onda y el color que se aprecie.

Imagen 12: Partes de un reflector LED



Fuente: Globered

Obviamente, se debe generar la luz con la menor pérdida posible debido a la absorción. Acerca de ello:

“Hasta mediados de los años noventa, los LED tenían un flujo luminoso bajo y poca eficacia, por lo que solo eran adecuados para lámparas de señalización. En la actualidad, la eficacia de los LED es comparable a la de las lámparas de descarga y el flujo luminoso de un solo LED puede ser mayor que el de una lámpara incandescente de 75 vatios. Los LED pueden tener una vida útil de hasta 50.000 horas y se esperan nuevas mejoras que harán que los LED blancos tenga una eficacia de en torno a 15 veces la de las lámparas incandescentes.” (Van Bommel & Rouhana, 2011)

2.3.4.1. Drivers:

La corriente aumenta bastante rápido cuando aumenta el voltaje en un LED, motivo por el cual una ligera variación en el voltaje puede dañarlos. Para evitar ello, se incorpora un controlador; o driver; que mantiene consistencia en la corriente sin importar las fluctuaciones del voltaje y así el LED funcione normalmente. Asimismo, pueden ser reguladores; pudiendo regular el flujo luminoso del 0 al 100% en un LED.

Foto 2: Driver LED



Fuente: Shoptronica.com

2.4. Sistemas de Iluminación

Dentro de los sistemas de iluminación, tenemos principalmente dos: de interiores y de exteriores. Se procederá a revisar ambos, incluyendo una descripción de las fuentes de luz, o luminarias, que se utilizan mayormente en cada una.

2.4.1. Iluminación de Interiores

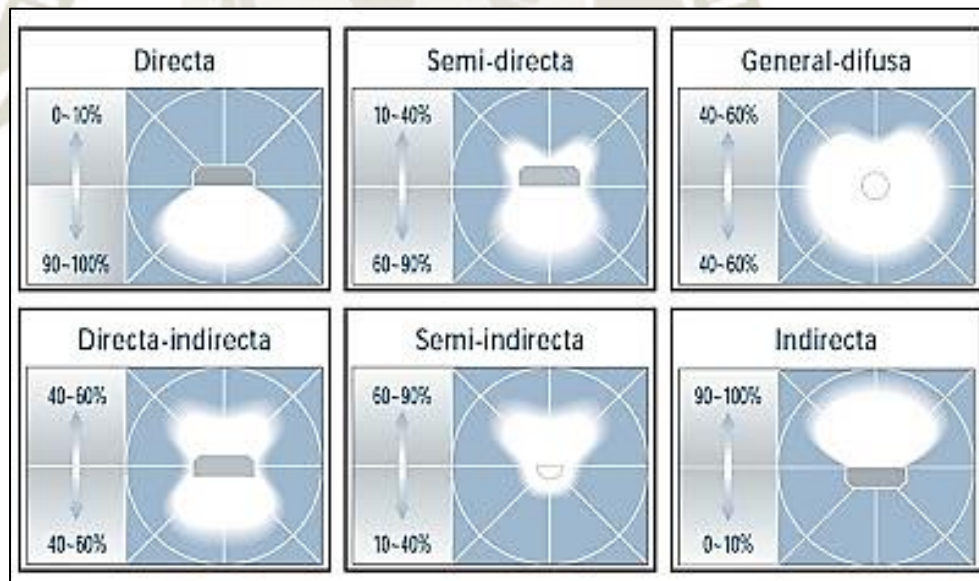
2.4.1.1. Lámparas y Luminarias

Como hemos visto anteriormente, las lámparas se pueden clasificar según el gas que usan como conductor o la presión a la que este se encuentre.

En la iluminación de espacios interiores, las luminarias son de prácticamente todos los tipos existentes (halógenas, incandescentes, fluorescentes, etc.) Al momento de elegir una en particular para un determinado ambiente, se evalúan sus características y su amoldamiento a las necesidades puntuales de iluminación.

La siguiente figura muestra la clasificación en función del porcentaje de flujo luminoso que envían por encima y por debajo del plano horizontal.

Imagen 13: Clasificación CIE luminarias de Uso General



Fuente: Fundación de Eficiencia Energética

Ahora bien, según las características de cada tipo de luminaria es que se suelen escoger ciertos tipos para cada ambiente. Esto teniendo en cuenta el ángulo de iluminación, la eficiencia y la potencia que brindan cada una de ellas. Esto lo resume la siguiente tabla:

Tabla 2: Tipos de luminarias según ámbito de uso

Ámbito de uso	Tipos de lámparas más utilizados
Doméstico	Incandescente Fluorescente Halógenas de baja potencia Fluorescentes compactas
Oficinas	Alumbrado general: fluorescentes Alumbrado localizado: incandescentes y halógenas de baja tensión
Comercial (Depende de las dimensiones y características del comercio)	Incandescentes Halógenas Fluorescentes Grandes superficies con techos altos: mercurio a alta presión y halogenuros metálicos
Industrial	Todos los tipos Luminarias situadas a baja altura (≤ 6 m): fluorescentes Luminarias situadas a gran altura (>6 m): lámparas de descarga a alta presión montadas en proyectores. Alumbrado localizado: incandescentes.
Deportivo	Luminarias situadas a baja altura: fluorescentes Luminarias situadas a gran altura: lámparas de vapor de mercurio a alta presión, halogenuros metálicos y vapor de sodio a alta presión.

Fuente: “Iluminación de Interiores”, García (2012).

A modo de clasificación general, tenemos que los tipos de luminarias más utilizadas en interiores son las siguientes:

- Incandescente.
- Fluorescentes.
- Lámparas de descarga.
- Iluminación de estado sólido (LED)

2.4.2. Iluminación de Exteriores

2.4.2.1. Tipos de Iluminación en exteriores

El tipo de iluminación elegida suele tener un gran efecto visual sobre las superficies a iluminar. Desde el punto de vista arquitectónico, encontramos tres principales tipos de iluminación de exteriores:

- Iluminación General: “Es uniforme y está referida mayormente a un plano de trabajo horizontal o una superficie transitada. Los aspectos cuantitativos suelen ocupar el primer lugar. La iluminación directa admite tanto luz difusa como dirigida.” (Llaguno, 2013)
- Iluminación Bañadora: “Generalmente aplicada a elementos arquitectónicos. Sirve primordialmente para hacer perceptibles las proporciones y límites del espacio. Existen dos tipos de bañadores, los simétricos y los asimétricos; los bañadores simétricos se usan para el bañado de superficies o la iluminación básica del espacio libre. Los bañadores asimétricos se caracterizan por una distribución luminosa uniforme en las superficies.” (Llaguno, 2013)

- Iluminación Acentuadora: “La iluminación acentuadora enfatiza ciertos objetos o elementos arquitectónicos. De esta manera se va creando una jerarquía perceptiva, dirigiéndose la atención hacia donde convenga.” (Llaguno, 2013)

2.4.2.2. Tipos de Luminarias en exteriores

En el campo de la iluminación, especialmente en los últimos años, se han desarrollado diferentes opciones de luminarias para todo uso y preferencia. Especialmente, han tomado gran relevancia las luminarias LED, que tienen mucha más potencia que los fluorescentes y focos tradicionales sin comprometer la eficiencia. Además, está tomando fuerza la tendencia del uso de fuentes de luz ahorradoras de energía; ello con la creciente preocupación ambiental y necesidad de ahorro económico en el gasto energético. Dentro de las principales luminarias para uso exterior tenemos las siguientes:

- HID (High Intensity Discharge)

Las luminarias HID “se utilizan comúnmente para iluminación exterior como lo son proyectores, Wall packs, alumbrado público y para estacionamientos. En iluminación de naves industriales su aplicación ideal es cuando las áreas a iluminar son de muy alta temperatura y muy sucias, como lo son las áreas de fundición, soldadura, etc.” (Berner, 2010, parr.4)

Los reflectores de Halogenuro Metálico son, por lo general, mayormente usados en iluminación de campos deportivos; mientras que los reflectores de vapor de sodio se suelen utilizar en alumbrado público, debido a su luz cálida (amarilla).

Foto 3: Reflector Contempo L



Fuente: Manual del Usuario - Phillips

- Fluorescente

Las luminarias fluorescentes “se utilizan comúnmente en aplicaciones comerciales, oficinas, comercios, etc. y está entrando bastante fuerte en aplicaciones de alto montaje, como naves industriales y bodegas, ya que es una fuente confiable en cuanto a calidad de luz y vida útil, además tienen un considerable ahorro de energía contra las luminarias de HID.” (Berner, 2010, parr.6)

Foto 4: Luminaria Fluorescente



Fuente: RS Components.

- LED

Este tipo de iluminación “se utiliza comúnmente como iluminación de acento y decorativa ya que nos da una excelente gama de colores. Las nuevas generaciones de LED ya se están utilizando para proyectos de ahorro de energía en todo tipo de aplicaciones como los son: oficinas, vialidades e industriales. Ese tipo de tecnología nos provee un mayor ahorro en energía que las Fluorescentes y HID.” (Berner, 2010, parr. 8)

Lo que es importante revisar en este tipo de productos es su procedencia ya que hay una gran variedad de productos de poca calidad en el mercado que no cumplen con el tiempo de vida esperado para LEDs.

Por lo demás, los reflectores LED tienen un encendido automático, y además de mantener una calidad de iluminación sostenida en el tiempo no requieren de mantenimiento alguno. Se vienen utilizando paulatinamente en iluminación deportiva.

Foto 5: Reflector LED 50 W



Fuente: Sodimac.com

CAPITULO III

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CLUB

El Club Internacional Arequipa es uno de los clubes deportivos emblemáticos, por excelencia, de la ciudad de Arequipa. Sin embargo, no nació con fines deportivos, sino más bien militares. Es así que;

“El 22 de julio de 1894, se celebró la Sesión de Instalación del *Club Internacional Arequipa de Tiro al Blanco*, bajo la presidencia provisional del Dr. José Segundo Osorio y con la presencia de : Tomás Manrique, Francisco Méndez, Arturo Bustamante, José Domingo Cáceres, E. Recabarren y M.J. de los Reyes.

Dentro del contexto que vivía el país y la ciudad, reciente a la guerra con Chile, la reunión del 22 de julio , tuvo como objetivo constituir una sociedad de tiro al blanco, en la cita se acordó denominarla: *Club Internacional de Tiro al Blanco.*” (“Historia del Club”, 2018, parr. 1)

“La denominación de *Internacional* se debió principalmente a la participación de varios ciudadanos extranjeros en la fundación del club y el compromiso que implicó en ese contexto. Uno de los acuerdos tomados en la sesión de instalación, la designación de José Domingo Osorio y Tomás Manrique, para la redacción de los estatutos del club constituido” (Club Internacional Arequipa, 2018, parr.4)

Por su parte el doctor Jaime Rey de Castro, refiere, que es particularmente interesante el largo y difícil proceso de búsqueda de locales aparentes:

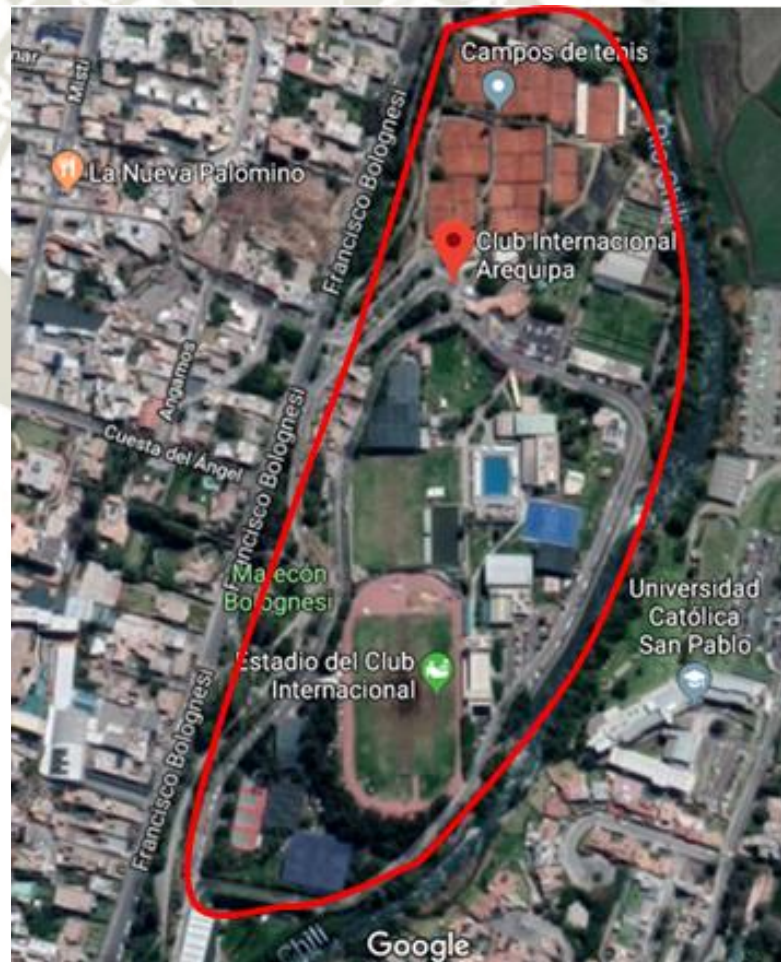
“En la historia se vive desde el inicio en los terrenos en el barrio de Santa Marta que pronto se expropiaron para la cárcel y la futura avenida Siglo XX, el campo de tiro de Challapampa (al que se iba en ferrocarril), luego el buen y por muchos años local de la última cuadra de San Juan de Dios (en la antigua calle Torrello), para culminar en el actual espléndido y múltiple local de Zemanat, que cobija al Club Internacional Arequipa de

nuestros días, cuya inauguración se efectuó el 11 de Setiembre de 1949, desarrollando desde entonces un continuado e inacabado crecimiento”. (Breve reseña histórica, 2018, parr. 8)

3.1. Ubicación geográfica

El local actual del Club se ubica en la Av. Bolognesi, s/n. Es conocido como el local de Zemanat, y es la sede del Club desde 1949. Colinda con el río Chili por el este y con el Malecón Bolognesi en el oeste.

Foto 6: Mapa de Ubicación del Club Internacional



Fuente: Google Earth.

El Club colinda por el este con el río Chili, por el Oeste con la Avenida Bolognesi y por el Sur con el Puente Bolognesi y la Av. La Marina. El terreno

actual cuenta con un área total de 112'929.70 m²; y una longitud perimetral de 2294 m.

3.2. Mapa de distribución

El local actual del Club alberga diferentes áreas propicias para la práctica de diversos deportes y actividades recreativas. El siguiente mapa indica al socio las áreas a las que se puede dirigir, indicando con números y una leyenda para un mejor entendimiento.

En el mapa se pueden visualizar también, mediante puntos rojos, las zonas donde se tienen instalados reflectores deportivos de descarga de alta intensidad. Los de mayor uso, como se menciona en el marco teórico, son los de Halogenuro Metálico. Y se utilizan en prácticamente todas las canchas del club; los puntos de color rojo los muestran en el mapa siguiente:

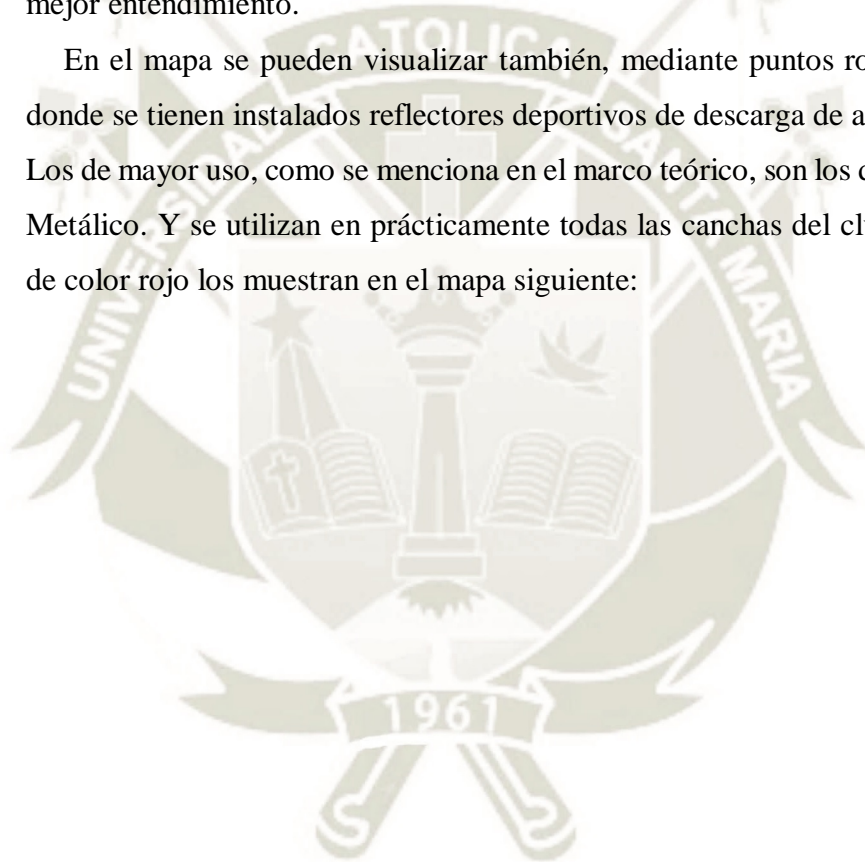


Foto 7 : Croquis de Distribución del Club



Fuente: Club en Estudio

- | | | | |
|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| 1. Ingreso Principal | 6. Polígono de Tiro | 11. Cancha de Futbol 8 | 16. Cancha Futbol 11 |
| 2. Edificio Administrativo | 7. Parque Infantil N° 1 | 12. Cancha Fulbito Sintético 1 | 17. Circuito de Ciclismo |
| 3. Caja | 8. Edificio Salon Social | 13. Canchas de Bochas | 18. Tiro con Arco |
| 4. Estacionamiento Principal | 9. Parque Infantil N° 2 | 14. Edificio Multideportivo | 19. Canchas de Fronton |
| 5. Complejo Tenístico | 10. Canchas de Basket | 15. Edificio Gimnasio Nuevo | 20. Piscina Temperada |

3.3. Organigrama del club

El Club cuenta con un presidente; que es elegido cada 2 años; como máxima autoridad. Asimismo, la junta directiva (vocalías y vicepresidencias) también es reelegida cada dos años, la última elección realizada en Febrero del 2019.

Se presenta a continuación el organigrama general del Club Internacional, el cual se obtuvo del Manual de Funciones del Club en mención. Asimismo, se hace hincapié en el departamento de mantenimiento; el cual estaría directamente bajo las órdenes de la Gerencia.

El departamento de Mantenimiento es el séptimo departamento desde la izquierda en el siguiente organigrama:

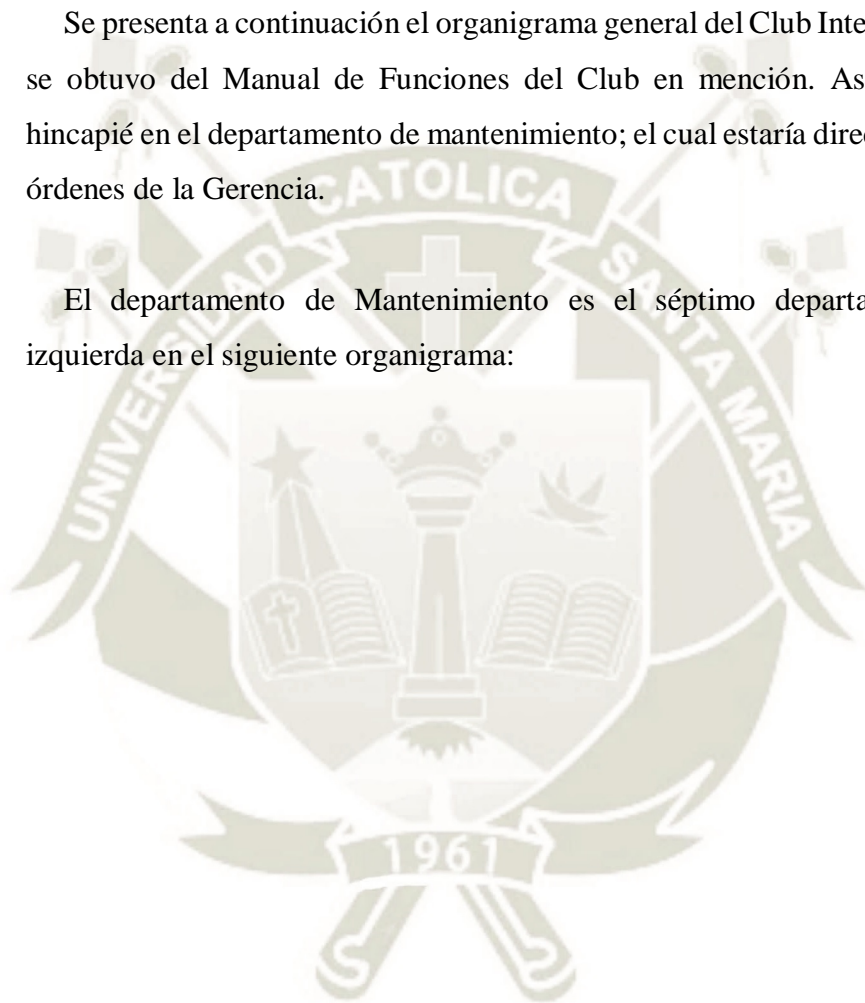
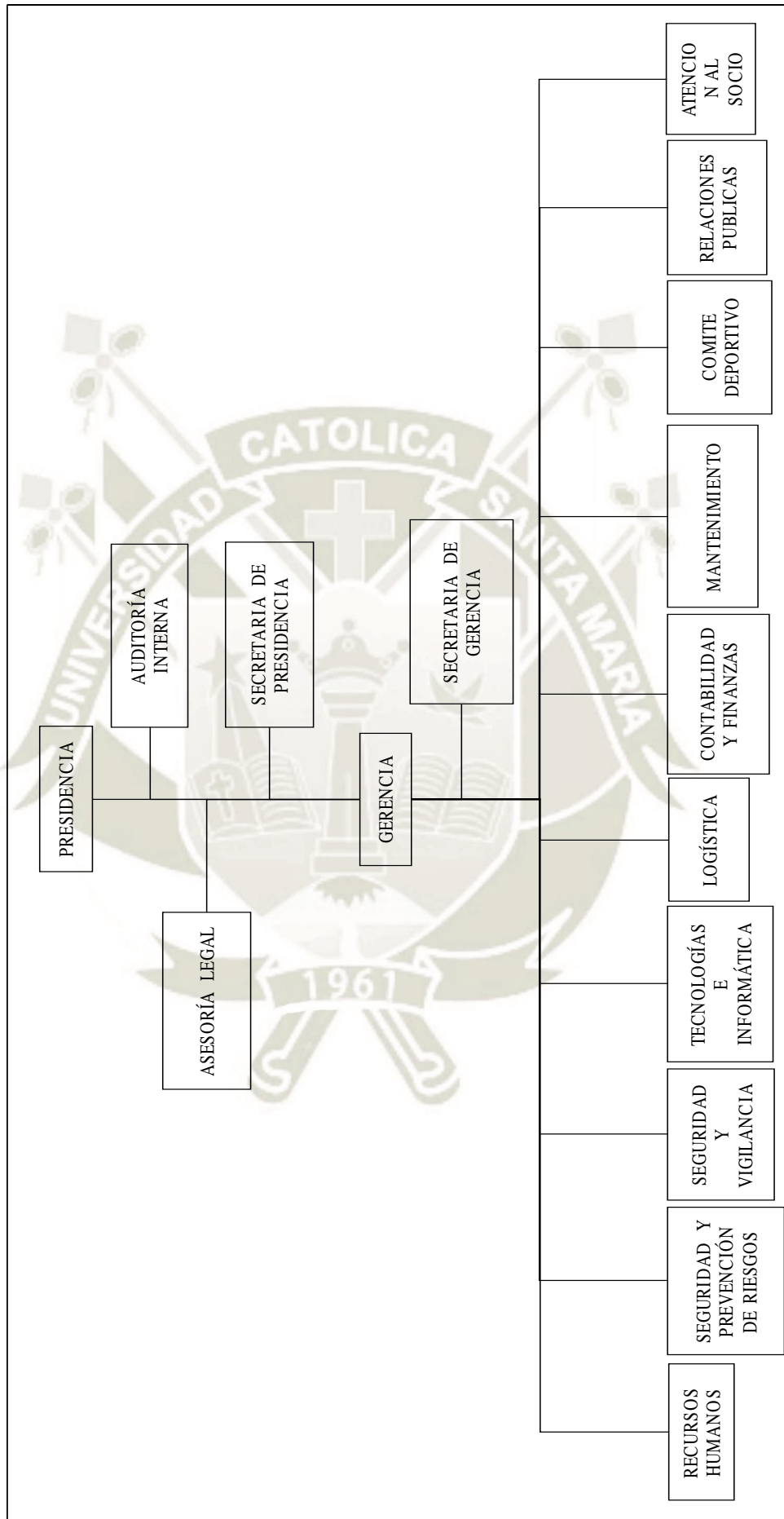


Imagen 14: Organigrama General del Club



Fuente: Manual de Funciones del Club

CAPITULO IV

4. DIAGNÓSTICO ACTUAL DE MANTENIMIENTO

4.1. Área de mantenimiento

4.1.1. Descripción general del área

En líneas generales, el Club Internacional Arequipa maneja un sistema de mantenimiento eminentemente correctivo.

El Club cuenta con un programa de mantenimiento general (limpieza, jardinería, electricidad, etc.), sin embargo, este programa no se cumple a cabalidad debido a que no está debidamente definido.

En el club el personal de mantenimiento eléctrico se reduce a 3 técnicos, de los cuales 1 (el primero) se encontraba en periodo vacacional durante el desarrollo de esta investigación:

- Lucio Ccami
- Milton Huamaní
- Jorge Cantani

Las actividades en temas de iluminación se reducen a mantenimientos correctivos, excepto los fines de semana en las que se atienden actividades especiales que pueden requerir instalación de reflectores, etc.

Aproximadamente el 30 o 40% del programa de mantenimiento anual no se llega a ejecutar debido a retrasos, entonces hablamos de una cantidad importante de actividades que no se llegan a realizar.

En cuanto a la limpieza de postes, ésta se suele efectuar entre los meses de febrero a julio, dado que para ello se tienen que armar los andamios que deben estar certificados por ley. La limpieza se da solamente cuando la suciedad

obstruye el haz lumínico, para lo cual el personal cuenta con luxómetro. Asimismo, existe una gran cantidad de lámparas quemadas que no se reemplazan a tiempo.

Foto 8: Deficiencias en Iluminación



Fuente: Elaboración Propia

En el Club Internacional hay 4 subestaciones eléctricas; las cuales se detallan a continuación:

- 1 grande de 200 KVA, localizada en la parte central del Club
- 1 grande de 200 KVA, localizada en el área de Fútbol 11x11 y 8x8
- 1 pequeña de 40 KVA, localizada en la piscina temperada (zona sur del club)
- 1 pequeña de 40 KVA, localizada en las canchas de tenis (zona norte del club)

Adicional a ello, el club cuenta con un grupo electrógeno que provee electricidad en caso de fallas o cortes de Seal. Este grupo electrógeno se encuentra ubicado en la piscina central del club. No es automático; ya que

necesita 15 minutos para calentar antes de funcionar y se deben subir las llaves sector por sector.

El mantenimiento preventivo, tanto del grupo electrógeno como de las subestaciones, la efectúan terceros, sin embargo, si ocurre cualquier incidente y se requiere un mantenimiento correctivo el personal de mantenimiento eléctrico del Club es quien se encarga de ello. Durante el desarrollo de la presente investigación se malograron unos cables de una de las subestaciones pequeñas de 40 KVA, cerca de la piscina temperada (zona sur del Club), y el tiempo de reparación fue de aproximadamente 2 semanas entre el excavado y la obtención de los materiales necesarios.

Básicamente, en cuanto a luminarias se tienen lámparas de halogenuro metálico de alta presión, que emiten luz blanca. Esto en el perímetro del club (70 W) y en las canchas deportivas (400 W).

En las canchas de fútbol, se tienen lámparas de vapor de sodio (luz amarilla) y lámparas esféricas de vapor de mercurio. Además, en las canchas de fútbol se tienen luces LED, de 150 o 200 Watts. En las oficinas administrativas, se tienen básicamente fluorescentes.

Foto 9: Luminarias Caminería y Reflectores



Fuente: Elaboración Propia

En zonas de interiores para socios se tienen algunos paneles LEDS y luces de dicroicos. Son dicroicos que están reemplazando a las antiguas luminarias de halógeno de 70 Watts. Y también se están instalando LEDS de 7 Watts. Esto es especialmente en interiores pues las luces LEDS para exteriores son mucho más caras.

Foto 10: Estado Luminarias Interiores

Fuente: Elaboración Propia.

Como se ve en la foto de arriba, los fluorescentes compactos son los que mayor suciedad juntan debido a la falta de mantenimiento.

En cuanto a la piscina central, se tiene lámparas incandescentes. En las canchas de basket y vóley se cuenta con luces trapezoidales, reflectores y proyectores. Los proyectores se suelen ubicar en altura y para su mantenimiento se usan arneses. En cuanto al tendido eléctrico, es 99% subterráneo.

Como se puede apreciar en la siguiente foto, las luminarias perimetrales tienden a juntar bastante polvo, debido a su ubicación y a la falta de mantenimiento. Asimismo, los reflectores deportivos ubicados a más de 10 m. juntan bastante polvo en el equipo óptico.

Foto 11: Estado Luminarias Exteriores

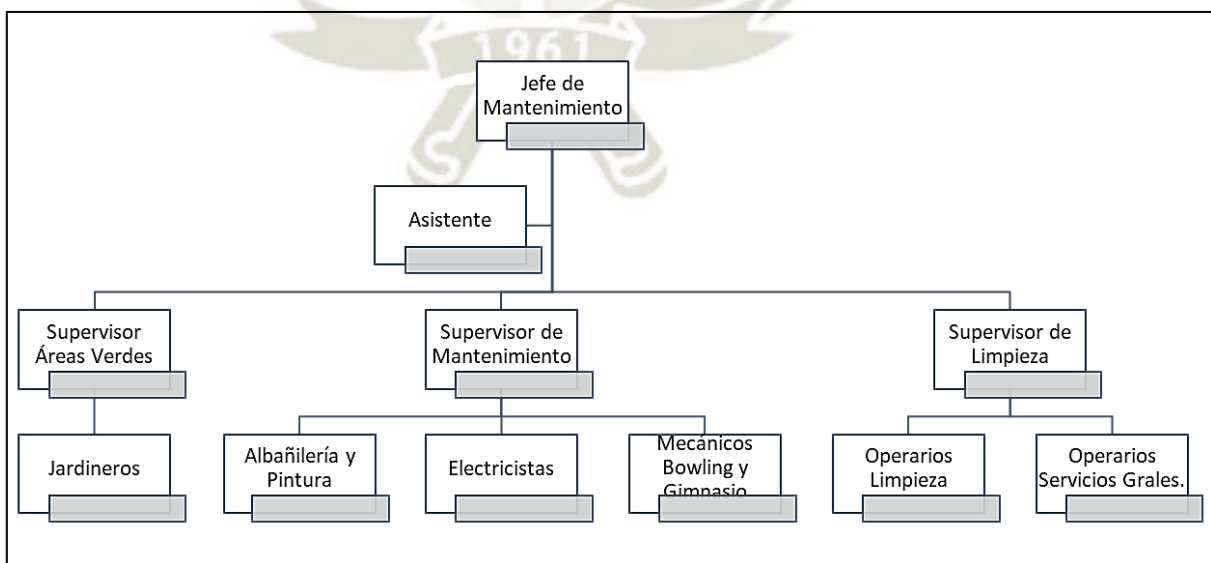


Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Organigrama del área

El área de mantenimiento se organiza de la siguiente manera:

Imagen 15: Organigrama del Área de Mantenimiento



Fuente: Manual de Funciones del Club.

4.2. Auditoría del mantenimiento

Para un mejor análisis de la gestión del mantenimiento actual, se efectuará una auditoría del sistema de mantenimiento. Se utilizará para la presente investigación el método del “Radar de Mantenimiento” que sugiere Coetzee (1998) y utiliza García (2014); herramienta con la cual se podrá obtener un mejor panorama de la situación actual del mantenimiento en el Club. Con esa información, se podrán identificar las áreas en que se puede mejorar y los procedimientos con los que se obtendrán las mejoras.

Los siguientes son los pasos para definir la auditoría:

1. Se han de definir categorías de evaluación para el área de mantenimiento y asignarle un peso entre 1 y 10; teniendo en cuenta cuán importante es cada una en cuanto a la ejecución del mantenimiento se refiere. En esta escala, el puntaje 10 corresponde a la de mayor relevancia y el 1 es la menos importantes. Los pesos asignados por categoría son a criterio del autor de la presente investigación, y basándose en Coetzee (2014).
2. Se han de identificar los componentes por categoría definida. El número de componentes por categoría no han de ser más de 10 ni menor de 7, para así poder estudiar los factores que tienen mayor influencia en la relación área de mantenimiento – categorías.
3. Del mismo modo que con las categorías, definir los componentes de cada una, asignándoles un peso entre 1 y 10.
4. Desarrollar la auditoría, para ello el evaluador; mediante entrevistas al personal de mantenimiento y observación directa; pasará a evaluar las categorías por componente, asignando la ponderación de 1 a 10 por cada categoría.

5. Proceder al cálculo del puntaje ponderado por componente, el cual se obtiene de la división entre la sumatoria del producto del peso asignado por el puntaje otorgado; y el puntaje máximo que pudiese alcanzar (que sería el número de componentes multiplicado por 10).
6. Proceder al cálculo del puntaje de cada categoría. Obteniéndose ello de la división entre, la suma de puntaje ponderado de todos los componentes, y la sumatoria de pesos asignados por componente multiplicado por 10 (puntaje máximo por componente):

$$Puntaje\ de\ categoría = \frac{Puntaje\ Ponderado\ Total}{Peso\ Total \times 10}$$

7. Proceder al cálculo del puntaje total de la auditoría. Obteniéndose ello, mediante la división de; la sumatoria del puntaje de cada categoría multiplicada por el peso asignado en el primer paso; y la sumatoria de pesos asignados por categoría:

$$Puntaje\ Total = \frac{\sum(Puntaje\ de\ categoría) \times Factor\ de\ Peso}{\sum Pesos}$$

8. Una vez obtenidos estos resultados, se habrán de considerar como debilidad al que posea el puntaje más bajo; y como fortaleza el componente o categoría con el mayor puntaje.

4.2.1. Determinación de categorías y componentes y asignación de pesos

En la siguiente tabla se procede a detallar las categorías seleccionadas, según Coetzee (98); además de los respectivos pesos asignados para el presente diagnóstico.

En mayor detalle en la tabla siguiente se muestran los componentes por categoría con sus respectivos pesos asignados:

Tabla 3: Categorías de Auditoría Aplicada

N°	CATEGORÍAS	PESO
1	Organización del departamento de mantenimiento	7
2	Planeamiento del mantenimiento	10
3	Habilidad del personal de mantenimiento	9
4	Ejecución del mantenimiento	8
5	Supervisión en el departamento de mantenimiento	8
6	Abastecimiento para el departamento de mantenimiento	9
7	Seguridad en el mantenimiento	8
8	Clima y cultura organizacional	8

Fuente: Elaboración Propia

4.2.2. Desarrollo de auditoría

Para llevar a cabo la auditoría se efectuaron entrevistas, encuestas y observaciones directas en el campo de trabajo (en el mismo Club). Principalmente, al personal del área de mantenimiento del Club. En la siguiente tabla se muestra al personal que colaboró con la presente investigación:

Tabla 4: Personal Evaluado en Auditoría

N°	Área	Puesto	Observación y Entrevista
1	Mantenimiento	Jefe de Mantenimiento	Sí
2	Mantenimiento	Supervisor Áreas Verdes	Sí
3	Mantenimiento	Supervisor Mantenimiento	Sí
4	Mantenimiento	Técnicos electricistas	Sí
5	Mantenimiento	Técnicos metalmecánica	Sí
6	Mantenimiento	Jardineros	Sí
7	Mantenimiento	Pintores	Sí

Fuente: Elaboración Propia

4.2.3. Resultados del diagnóstico

A continuación, se presenta la tabla con los aspectos evaluados y los resultados por cada categoría:

Tabla 5: Aspectos a Evaluar y Resultados por Categoría

1	Categoría: Organización del departamento de mantenimiento	Peso	Puntaje	Puntaje Ponderado
	Componentes	7		
1.1	Claridad de la ubicación del dpto. de mantenimiento dentro del Club.	10	8	80%
1.2	Claridad de la organización del dpto. de mantenimiento del club	10	7.5	75%
1.3	Autonomía del dpto. de mantenimiento dentro de la organización del club.	6	6.3	38%
1.4	¿Cómo calificaría la organización del departamento de mantenimiento del club?	7	6.7	47%
1.5	El área de mantenimiento tiene establecidas las vías de comunicación claras con los otros departamentos.	8	6	48%
1.6	Como calificaría las vías de comunicación internas del departamento de mantenimiento?	7	6.2	43%
1.7	El departamento de mantenimiento trabaja basado en claros objetivos propios.	8	7	56%
1.8	El departamento de mantenimiento tiene definidas claramente sus funciones	9	6.8	61%
1.9	El departamento de mantenimiento tiene claramente definidas sus responsabilidades.	9	7.2	65%
1.10.	El departamento de mantenimiento es considerado para tomar decisiones por los demás departamentos.	7	8	56%
TOTAL		81		70%
2	Categoría: Planeamiento del departamento de mantenimiento	Peso	Puntaje	Puntaje Ponderado
	Componentes	10		
2.1	¿Cómo calificaría el planeamiento de mantenimiento dentro de la organización del club?	10	4.1	41%
2.2	¿Cómo calificaría la recepción de solicitudes de servicio de las áreas solicitantes?	7	4.7	33%
2.3	Definición de órdenes de trabajo en el departamento de mantenimiento.	7	7	49%
2.4	¿Cómo calificaría el planeamiento de la mano de obra en el departamento de mantenimiento?	8	5.4	43%
2.5	¿Cómo calificaría el planeamiento de materiales en el departamento de mantenimiento?	8	5.2	42%
2.6	¿Cómo calificaría el planeamiento de equipo de mantenimiento en el departamento de mantenimiento?	8	5.9	47%
2.7	¿Cómo calificaría la logística en el departamento de mantenimiento?	7	5.8	41%
2.8	¿Cómo calificaría la coordinación de fechas para realizar mantenimiento con las áreas del Club?	9	4.9	44%
2.9	¿Cómo calificaría el planeamiento del mantenimiento preventivo en el departamento de mantenimiento?	10	3.3	33%
2.10.	¿Cómo calificaría el reporte de cumplimiento de mantenimiento planeado por el departamento de mantenimiento?	8	3	24%
TOTAL		82		48%

3	Categoría: Habilidad del Personal de Mantenimiento	Peso	Pun taje	Puntaje Pondera do
	Componentes	9		
3.1	Nivel técnico del jefe del departamento de mantenimiento.	8	7.9	63%
3.2	Nivel técnico de los técnicos del departamento de mantenimiento.	10	7	70%
3.3	¿El departamento de mantenimiento tiene el personal con experiencia suficiente?	9	7.5	68%
3.4	El personal de mantenimiento conoce y está involucrado con los objetivos del club.	8	4.8	38%
3.5	Nivel de desempeño del personal del departamento de mantenimiento para realizar mantenimiento preventivo.	8	5.2	42%
3.6	El personal de supervisión capacita a su personal permanentemente	6	6.3	38%
3.7	El personal de mantenimiento recibe capacitación técnica externa permanentemente	7	4.7	33%
3.8	El personal de mantenimiento trabaja solo y son responsables de las tareas que realizan.	7	8.3	58%
3.9	El personal de mantenimiento tiene habilidades para resolver problemas y tomar decisiones.	8	7.4	59%
3.10.	El personal del área de mantenimiento puede realizar análisis de datos de fallas para mejorar.	9	6.5	59%
TOTAL		80		66%
4	Categoría: Ejecución del mantenimiento	Peso	Pun taje	Puntaje Pondera do
	Componentes	8		
4.1	El personal de mantenimiento acciona en base a planes y programas	10	3.5	35%
4.2	El departamento de mantenimiento participa en planes de inversión, ampliaciones y modernización	8	7.1	57%
4.3	¿Cómo calificaría la aplicación del concepto de mantenimiento preventivo basado en inspección y revisión planeadas?	10	4.3	43%
4.4	¿Cómo calificaría el desempeño del área de mantenimiento para resolver los problemas de emergencia?	9	8.7	78%
4.5	El área de mantenimiento devuelve las solicitudes de mantenimiento con la información de los trabajos realizados	6	4	24%
4.6	El departamento de mantenimiento tiene archivos de documentación técnica e historial de equipos al día.	8	4.7	38%
4.7	El departamento de mantenimiento dispone de repuestos y suministros generales en los almacenes.	6	7.2	43%
4.8	El departamento de mantenimiento dispone de suficientes herramientas, equipos y máquinas en buen estado.	8	6.9	55%
4.9	El departamento de mantenimiento presta atención y resuelve los casos de fallas repetitivas.	9	6.7	60%
4.10.	El departamento de mantenimiento dispone de suficientes datos sobre costos y presupuestos.	7	7.9	55%
TOTAL		81		60%

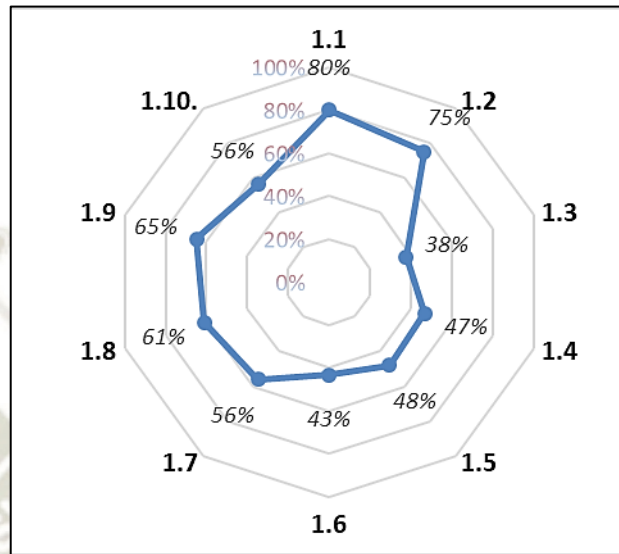
5	Categoría: Supervisión en el departamento de mantenimiento	Peso	Puntaje	Puntaje Ponderado
	Componentes	8		
5.1	¿Existe supervisión del personal de mantenimiento?	9	8.9	80%
5.2	La supervisión de mantenimiento conoce sus obligaciones técnicas, funciones y responsabilidades.	10	9.3	93%
5.3	La supervisión elabora los planes y programas de actividades de mantenimiento y los controla.	8	4.2	34%
5.4	La supervisión conoce, cumple y hace cumplir la política y objetivos del departamento de mantenimiento.	8	5.8	46%
5.5	¿La supervisión de mantenimiento del club sabe escuchar a su personal?	8	6.3	50%
5.6	¿La supervisión de mantenimiento del club analiza y resuelve problemas por sí misma?	9	7.9	71%
5.7	¿La supervisión de mantenimiento del club sabe escuchar a otro personal de otros departamentos?	6	6.3	38%
5.8	La supervisión de mantenimiento del club tiene fluida relación con los niveles superiores del club.	7	7.5	53%
5.9	¿Cómo calificaría la relación entre la supervisión de mantenimiento y los directivos del club?	6	5.6	34%
TOTAL		71		70%
6	Categoría: Abastecimiento para el departamento de mantenimiento	Peso	Puntaje	Puntaje Ponderado
	Componentes	9		
6.1	¿Cómo calificaría la respuesta a las solicitudes de compras pedidas por el departamento de mantenimiento?	9	7	63%
6.2	Los almacenes de repuestos para mantenimiento están correctamente ordenados	8	7.5	60%
6.3	¿Cómo están los mecanismos de recepción de repuestos para mantenimiento en calidad y cantidad?	8	8	64%
6.4	Se compra en base a especificaciones precisas del departamento de mantenimiento.	9	6.7	60%
6.5	El catálogo de componentes (repuestos) del Club es permanentemente actualizado.	8	4.3	34%
6.6	Disponibilidad de repuestos, materiales y suministros para mantenimiento	10	6.7	67%
6.7	El departamento de mantenimiento del club tiene participaciones en el proceso de compra.	7	4.9	34%
6.8	Grado de facilidad para contratar servicios de terceros para mantenimiento.	7	6.5	46%
TOTAL		66		65%

7	Categoría: Seguridad en el departamento de mantenimiento	Peso	Puntaje	Puntaje Ponderado
	Componentes	7		
7.1	¿Cómo calificaría la política de seguridad del departamento de mantenimiento?	7	8.5	60%
7.2	¿Cómo calificaría los procedimientos de seguridad del departamento de mantenimiento?	8	8.7	70%
7.3	Grado de aplicación de la política y procedimientos de seguridad del departamento de mantenimiento.	10	7.5	75%
7.4	Grado de conocimiento del impacto de seguridad en el mantenimiento del Club.	9	7.9	71%
7.5	La política de seguridad del departamento de mantenimiento es actualizada permanentemente.	7	5.6	39%
7.6	¿Existe una política de seguridad para lugares confinados en el departamento de mantenimiento?	6	4	24%
7.7	¿Existe una política de seguridad para trabajos de altura en el departamento de mantenimiento?	7	5.9	41%
7.8	¿Existe una política de seguridad contra incendios en el departamento de mantenimiento?	9	7.8	70%
TOTAL		63		71%
8	Categoría: Clima y Cultura Organizacional	Peso	Puntaje	Puntaje Ponderado
	Componentes	8		
8.1	Trabajo en equipo en el departamento de mantenimiento	7	6	42%
8.2	Productividad en el departamento de mantenimiento	8	6.5	52%
8.3	Creatividad en el departamento de mantenimiento	7	7.1	50%
8.4	Sensibilidad de cambio en el departamento de mantenimiento	7	5.3	37%
8.5	Condiciones de trabajo en el departamento de mantenimiento	10	7.8	78%
8.6	Motivación en el departamento de mantenimiento	10	4.3	43%
8.7	Filosofía y análisis de errores en el departamento de mantenimiento	6	4.5	27%
8.8	Confianza en el departamento de mantenimiento	9	4.2	38%
8.9	Enfoque del socio en el departamento de mantenimiento	8	8.5	68%
8.10.	Calidad en el departamento de mantenimiento	7	8	56%
TOTAL		79		62%

Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3.1. Resultados de categoría: Organización del Mantenimiento.

Imagen 16: Radar de la Organización del Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

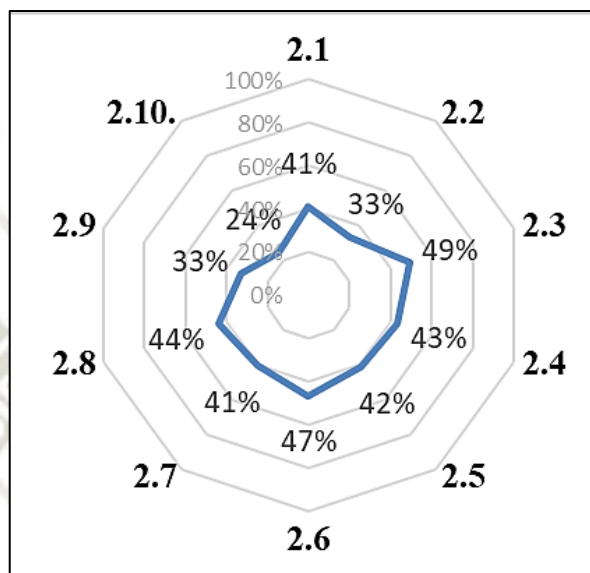
Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la Tabla 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 15. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como punto débil la autonomía dentro del Club, y también una deficiencia en los canales de comunicación dentro del área. De igual manera, se identificaron las siguientes fortalezas: claridad de la ubicación y de la organización del departamento dentro del Club, puesto que se especifica su conformación en el organigrama dentro del manual de funciones.

4.2.3.2. Resultados de categoría: Planeamiento del Mantenimiento.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la Tabla 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 16. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles los siguientes: la recepción de solicitudes de servicio y los reportes de

cumplimientos, además de la falta del planeamiento preventivo. De igual manera, se identificaron las siguientes fortalezas: existencia de órdenes de trabajo y equipos para el mantenimiento.

Imagen 17: Radar del Planeamiento del Mantenimiento

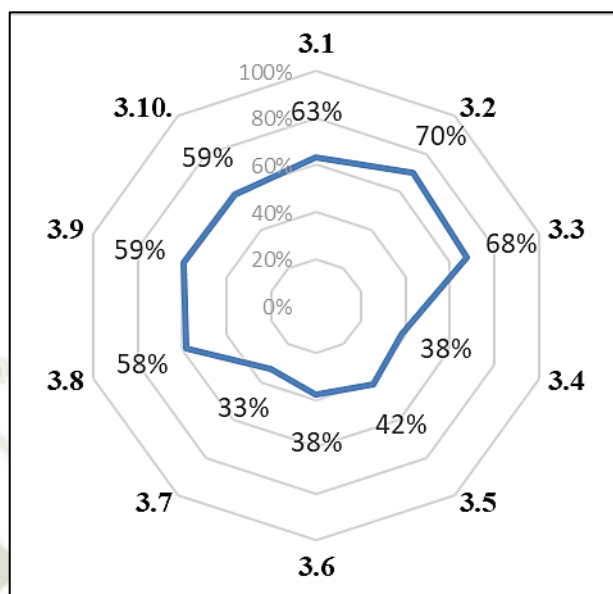


Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.3. Resultados de categoría: Habilidad del personal de Mantenimiento.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la TABLA 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 17. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles los siguientes: falta de capacitación técnica, tanto externa como del personal de supervisión; y la falta de compromiso con los objetivos del club. De igual manera, se identificaron las sgtes. Fortalezas: buen nivel técnico por parte de los técnicos de mantenimiento; y el personal cuenta con experiencia suficiente para desempeñar sus funciones.

Imagen 18: Radar del Personal de Mantenimiento

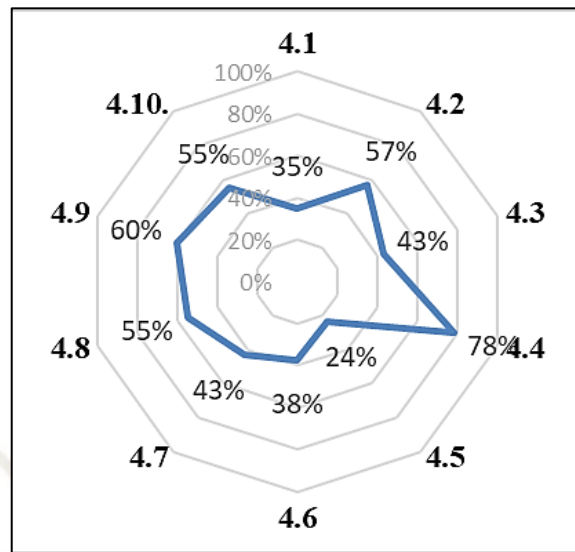


Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.4. Resultados de categoría: Ejecución del Mantenimiento.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la TABLA 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 18. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles los siguientes: no se devuelven las solicitudes de mantenimiento con la información de trabajos realizados; y el personal de mantenimiento no acciona en base a planes y programas; aunque estén propuestos. En cuanto a fortalezas, se identificaron las siguientes: buen desempeño de mantenimiento para resolver problemas de emergencia; y atención en las fallas repetitivas.

Imagen 19: Radar de la Ejecución del Mantenimiento

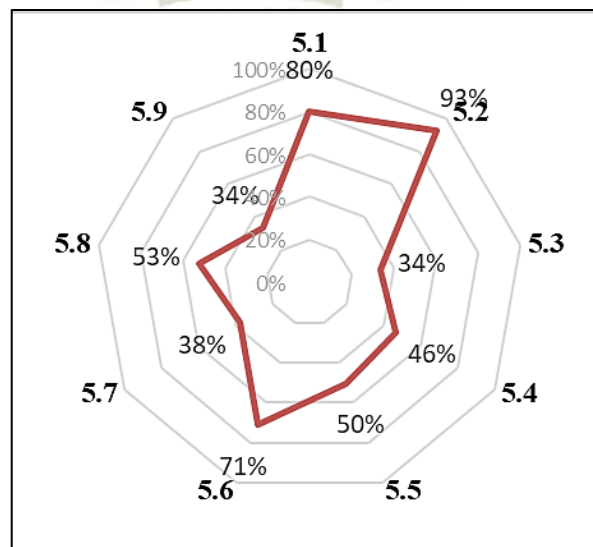


Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.5. Resultados de categoría: Supervisión del Mantenimiento.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la tabla 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 19. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles: falta de elaboración de planes y programas por la supervisión; y falta de buena comunicación con el personal de otros departamentos.

Imagen 20: Radar de la Supervisión del Mantenimiento

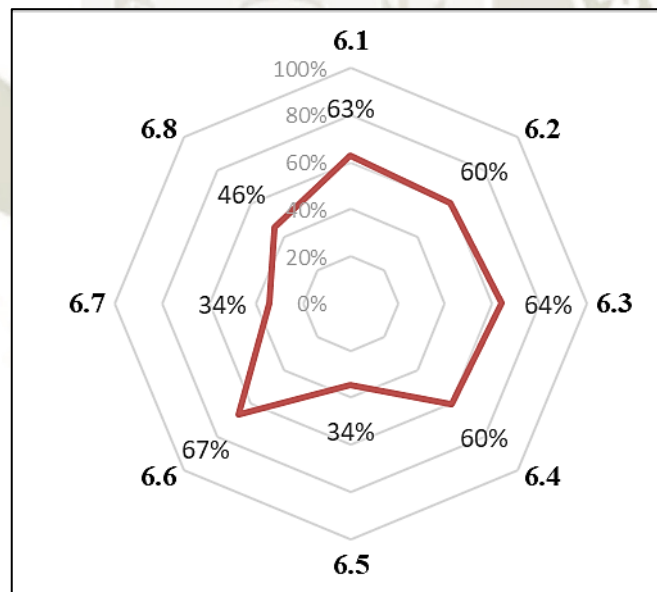


Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.6. Resultados de categoría: Abastecimiento del Mantenimiento.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la TABLA 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 20 . Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles los siguientes: falta de actualización constante de catálogo de repuestos; y falta de participación del área en el proceso de compra. En cuanto a fortalezas; se pudieron identificar los siguientes: se cuenta con un buen sistema de recepción de repuestos para mantenimiento y la existencia de materiales, repuestos y suministros para mantenimiento; en líneas generales.

Imagen 21: Radar del Abastecimiento del Mantenimiento



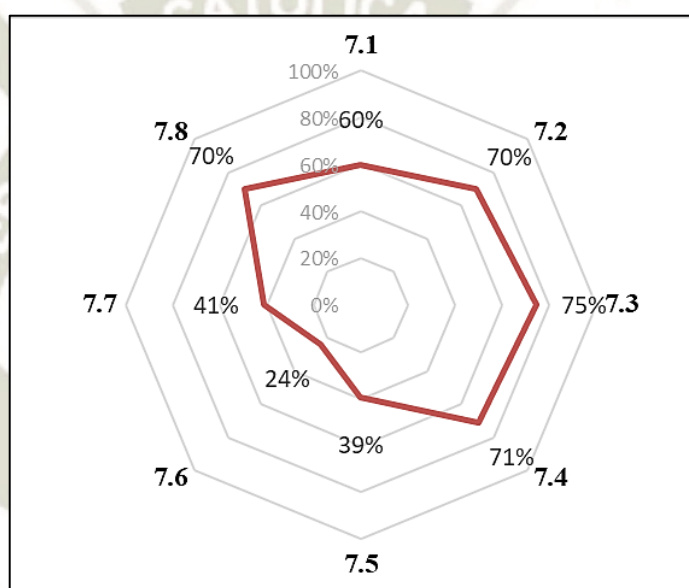
Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.7. Resultados de categoría: Seguridad en el Mantenimiento.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la Tabla 5 y

gráficamente dispuestos en la Imagen 21. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles los siguientes: no existe una buena política de seguridad en cuanto a lugares confinados; y la política de seguridad del área de mantenimiento no es constantemente actualizada. En cuanto a fortalezas; se pudieron indicar las siguientes: buen grado de aplicación de políticas y procedimientos de seguridad; y buen grado de conocimiento del impacto de la seguridad en el mantenimiento del Club.

Imagen 22: Radar de la Seguridad del Mantenimiento

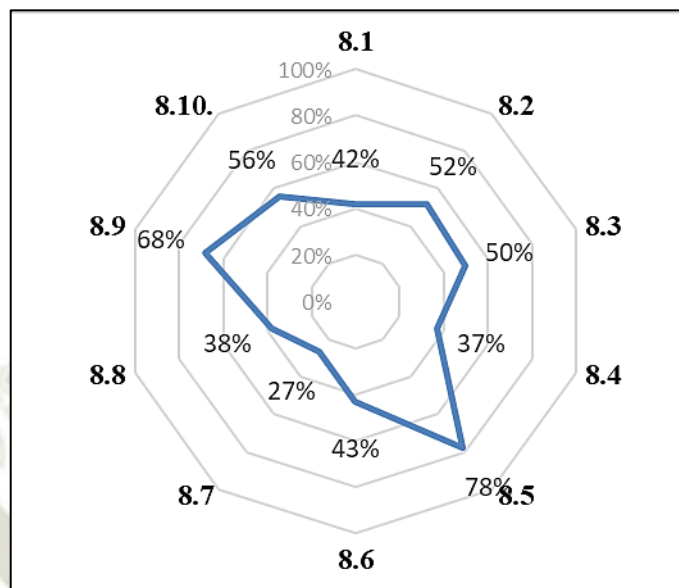


Fuente: Elaboración Propia

4.2.3.8. Resultados de categoría: Clima y Cultura Organizacional.

Comentario: Habiendo hecho las observaciones y entrevistas en campo, se determinaron los resultados que se pueden ver en la tabla 5 y gráficamente dispuestos en la Imagen 22. Debido a lo cual se puede indicar que el área de mantenimiento tiene como puntos débiles los siguientes: falta de creatividad; y falta de sensibilidad al cambio. En cuanto a fortalezas, se pudieron identificar las siguientes: conformidad por parte de los trabajadores con las condiciones de trabajo; y buen enfoque hacia el socio.

Imagen 23: Radar del Clima y Cultura del Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

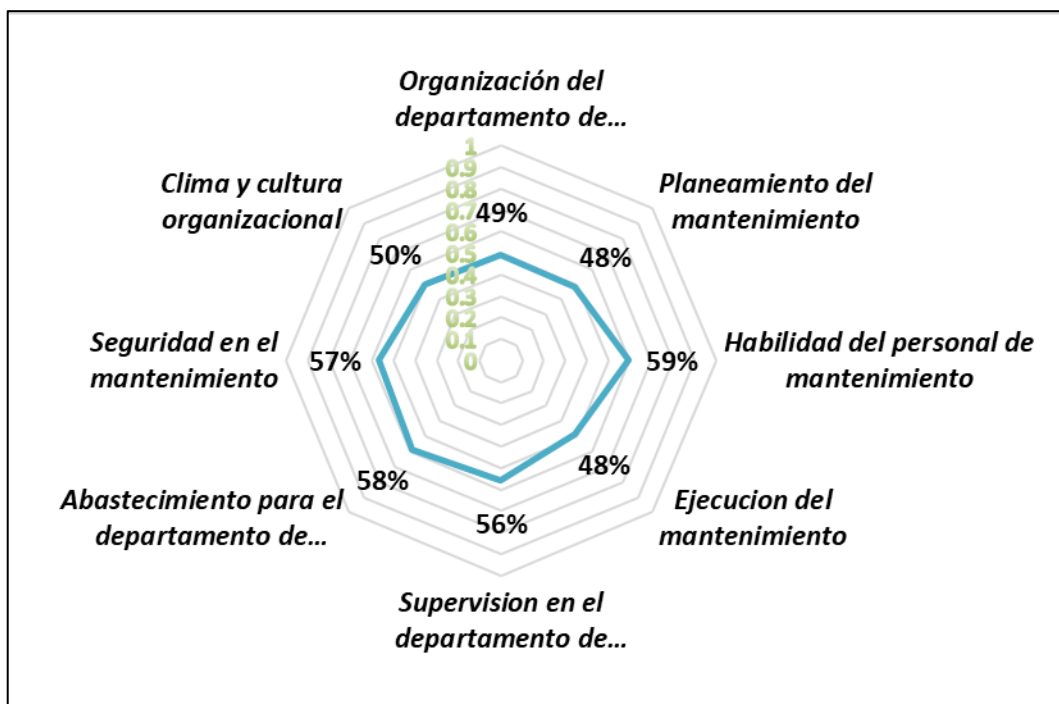
Una vez habiendo ya analizado cada una de las categorías de la presente auditoría, se han de relacionar entre si para generar un panorama general del departamento de mantenimiento, según se observa en la Tabla 11 y en la Figura 26.

Tabla 6: Resultados Obtenidos por Categoría

Nº	CATEGORÍAS	PESO	PUNTAJE	PUNTAJE PONDERADO
1	Organización del departamento de mantenimiento	7	70%	49%
2	Planeamiento del mantenimiento	10	48%	48%
3	Habilidad del personal de mantenimiento	9	66%	59%
4	Ejecucion del mantenimiento	8	60%	48%
5	Supervision en el departamento de mantenimiento	8	70%	56%
6	Abastecimiento para el departamento de mantenimiento	9	65%	58%
7	Seguridad en el mantenimiento	8	71%	57%
8	Clima y cultura organizacional	8	62%	50%

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 24: Radar General del Dpto. de Mantenimiento



Fuente: Elaboración Propia

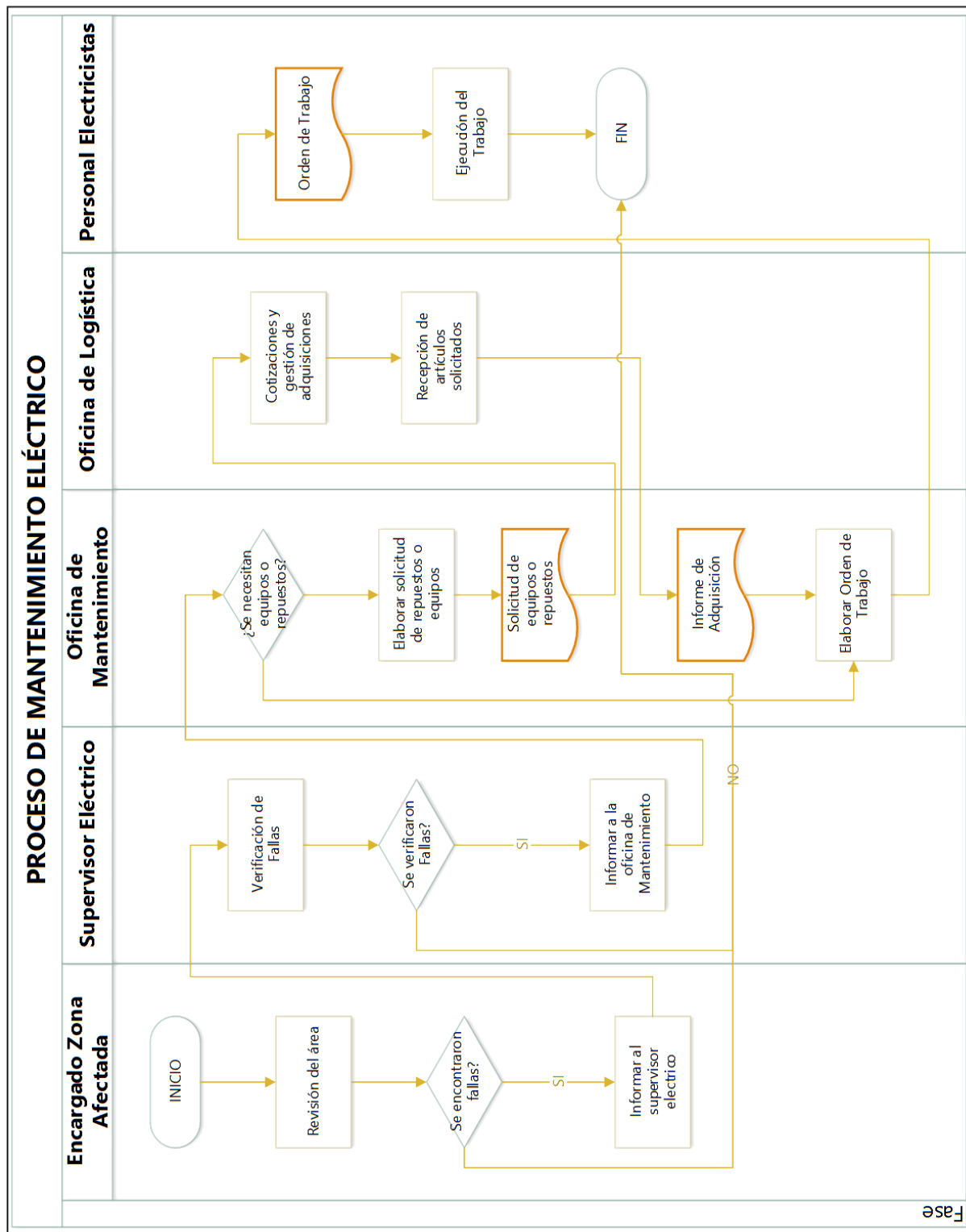
Comentario: Como se aprecia en la figura, hemos de concluir que la categoría de habilidad del personal es la más fuerte en comparación al resto. Por otra parte; vemos que las categorías de ejecución y planeamiento del mantenimiento son las que se pueden considerar como áreas de mejora.

4.3. Procesos del área

4.3.1. Flujograma actual

Como se aprecia en el flujograma actual, el procedimiento para el mantenimiento correctivo de luminarias es bastante largo, especialmente el tiempo necesario para obtener el repuesto necesario (2 semanas), esto porque no están especificados los repuestos; lo cual genera que al final tome cerca de 3 semanas el mantenimiento de luminarias.

Imagen 25: Flujoograma del Mantenimiento Eléctrico



Fuente: Elaboración Propia.

4.4. ANÁLISIS DE PUNTOS CRÍTICOS

4.4.1. DIAGRAMA DE ISHIKAWA

En base a la auditoría previamente ejecutada, observaciones directas y conversaciones con el jefe del dpto. de mantenimiento y los operarios, se pudo ejecutar el siguiente. Diagrama de Ishikawa respecto al mantenimiento de los sistemas de iluminación del Club:

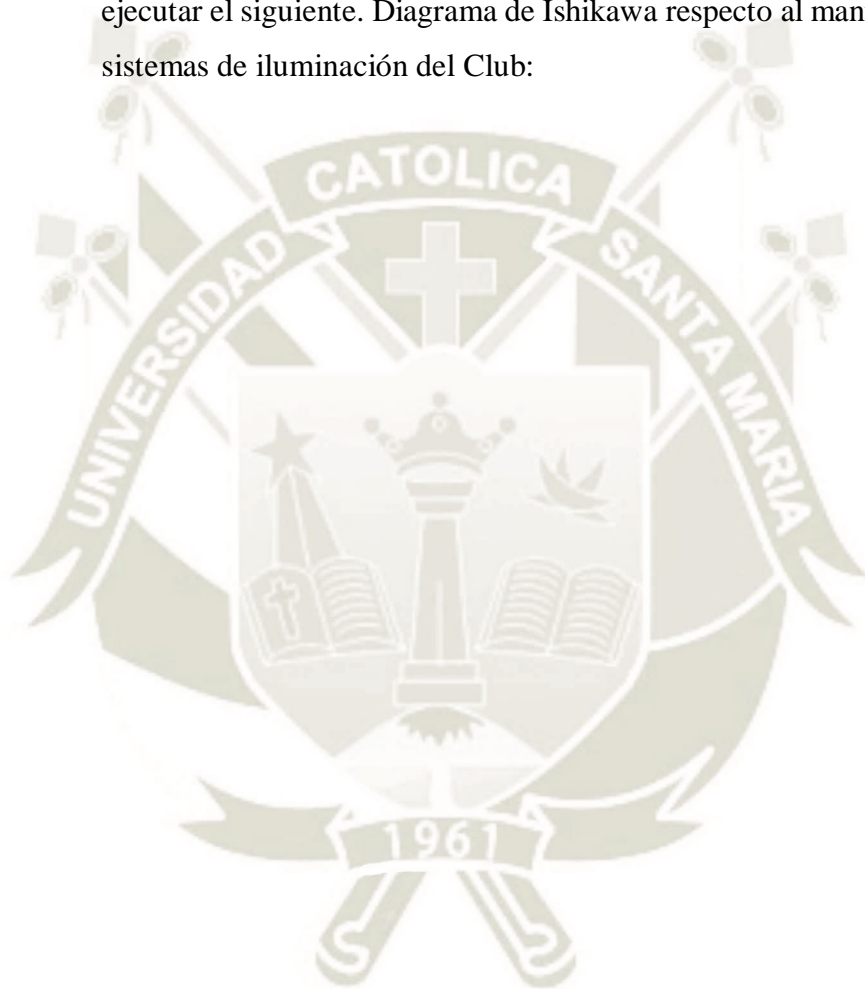
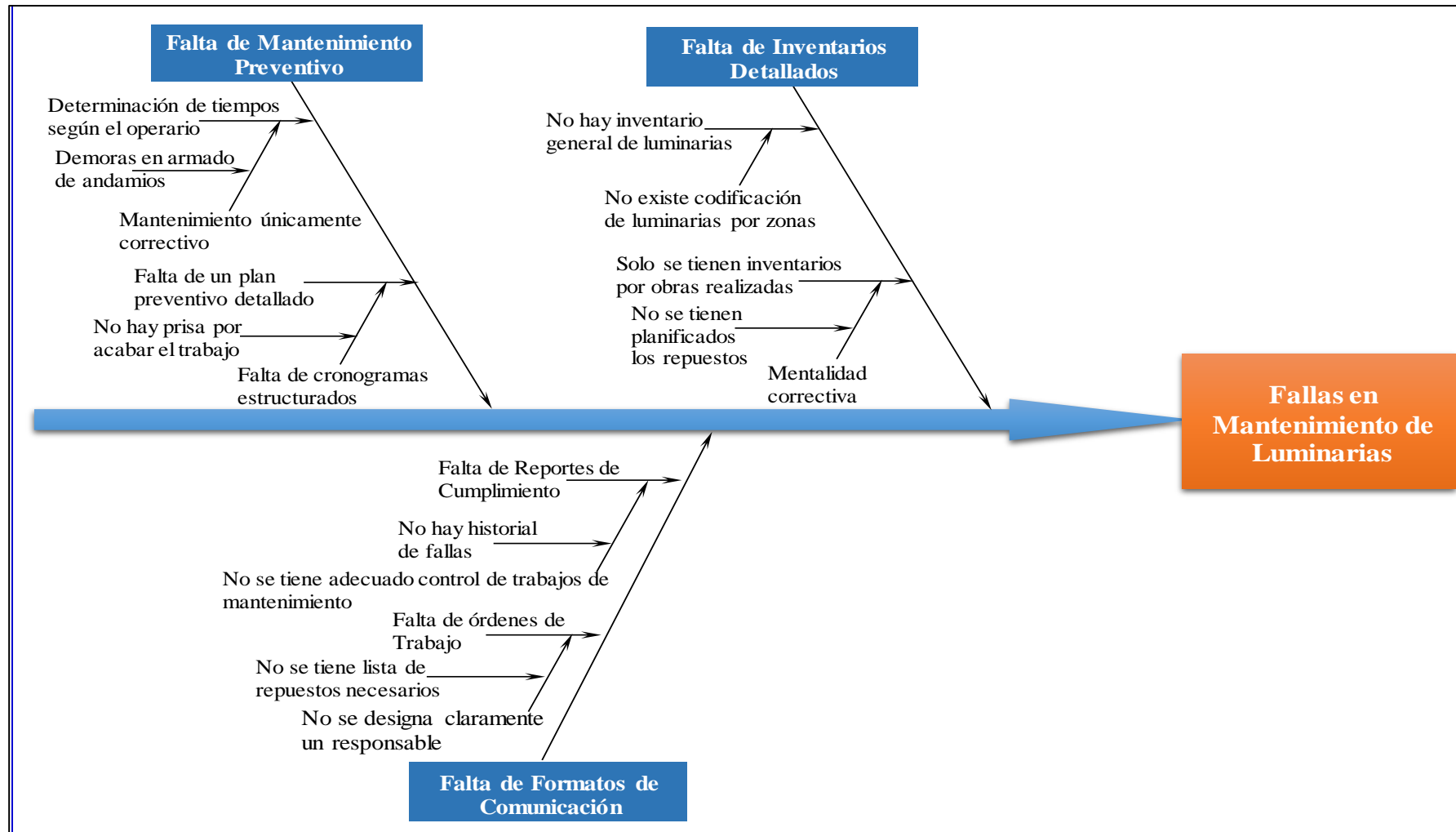


Imagen 26: Desarrollo de Espina de Ishikawa



Fuente: Elaboración Propia.

Habiéndose ejecutado el diagrama de Ishikawa para identificación de puntos críticos; se han podido verificar que los principales problemas en el mantenimiento de luminarias son:

- Falta de Mantenimiento Preventivo de iluminación.
- Inventario Detallado de Luminarias.
- Formatos (OT'S y Reportes de Trabajo).

Estas deficiencias detalladas son las principales, y son en las cuales se enfocarán las mejoras propuestas en el siguiente capítulo.



CAPITULO V

5. PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE MANTENIMIENTO

5.1 Puntos críticos

Una vez detectados los puntos críticos a mejorar; se procederá a armar una tabla mediante la cual se especificarán las herramientas que se han de utilizar para proponer mejoras a estos problemas.

Tabla 7: Herramientas según puntos críticos

Principales Problemas Identificados	Clasificación ABC	Mantenimiento Preventivo
Falta de Mantenimiento Preventivo	X	X
Inventario de Luminarias	X	
OT'S y Reportes de Trabajo		X

Fuente: Elaboración Propia.

5.2 Inventario de Luminarias

Como primer paso en la propuesta se procedió a realizar un inventario completo de luminarias en las principales áreas del Club. Actualmente el Club no cuenta con un inventario de luminarias y equipos de iluminación, por lo cual se procedió a levantar la información de archivos por obras y observación directa.

En cuanto a iluminación exterior cabe resaltar que prácticamente en todas las canchas se tienen reflectores asimétricos modelo Contempo L, y que las luminarias de la caminería son halogenuro metálico de 70 W.

En interiores, se da bastante preferencia a las luminarias fluorescentes, y dicroicos LED únicamente en las salas sociales para socios.

Tabla 8: Inventario Total de Luminarias del Club

<i>UBICACIÓN</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MARCA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>POTENCIA (W)</i>	<i>CANTIDAD</i>
BASQUET 3 CANCHAS	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	16
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	16
	LÁMPARA		LÁMPARA HALÓGENA LINEAL 150 W	150	16
	REFLECTOR		REFLECTOR HALÓGENO 150 W	150	16
FULBITO	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	250	12
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 250 WATTS 645 HPI-T	250	12
FUTBOL 8	REFLECTOR		REFLECTOR LED SPORT CIRCULAR 200 W	200	30
	REFLECTOR		REFLECTOR LED 150 W	150	18
FUTBOL 11	REFLECTOR	EKOLINE	REFLECTOR SPORT REDONDO 1500 W	1500	60
	LÁMPARA	EKOLINE	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO OVOIDE MVR/ST 1500 W	1500	60
GIMNASIO MÁQUINAS	REFLECTOR		REFLECTOR SPORT REDONDO 250 W	250	15
	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	250	4
	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ FRIA	18	36
PERIMETRAL DEL CLUB	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 70 W	175	43
FRONTÓN 6 CANCHAS	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	84
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	84
PISTA VEHICULAR DEL CLUB	REFLECTOR	LIGHTECH	REFLECTOR LED DIRIGIBLE 10 W	10	24
TENIS DE CAMPO 8 CANCHAS	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	70
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	70
TIRO CON ARCO	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	4
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	4

<i>UBICACIÓN</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>MARCA</i>	<i>DESCRIPCIÓN</i>	<i>POTENCIA (W)</i>	<i>CANTIDAD</i>
PISCINA TEMPERADA	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	250	6
	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	6
	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ FRIA	18	16
PARQUES INFANTILES	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	6
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	6
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 70 W	70	28
ESTACIONAMIENTO	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	250	8
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 250 W	250	8
EDIFICIO ADMINISTRATIVO	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	36	55
	LUMINARIA	LIGHTCH	SPOT OJO DE BUEY GU/10 NIQUEL	50	144
POLÍGONO DE TIRO 10 METROS	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	36	24
BOCHAS	REFLECTOR		REFLECTOR SPORT REDONDO 250 W	250	16
	LÁMPARA		LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 250 W	250	16
TENIS DE MESA	LUMINARIA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	18	180
	LUMINARIA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ FRIA	36	49
EDIFICIO SALÓN SOCIAL Y ARTES MARCIALES	REFLECTOR	OPALUX	REFLECTOR LED DIRIGIBLE 10 W	10	6
	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ CÁLIDA	18	54
	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	36	108
BOWLING	LUMINARIA	LIGHTCH	PANEL LED 60X60 48W LUZ BLANCA	48	6
	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ CÁLIDA	18	92
HALL CENTRAL Y SALON VIP	LÁMPARA	PHILLIPS	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ CALIDA	36	6
	LUMINARIA	ORANGE	PLAFONES CON FOCOS AHORRADORES ESPIRAL	25	36
	LUMINARIA	LIGHTCH	SPOT OJO DE BUEY GU/10 NIQUEL	50	139

Fuente: Elaboración Propia en base al Club en estudio.

Asimismo, se obtuvieron los horarios de funcionamiento de cada una de estas áreas, para indicar cuantas horas al año funcionan las luminarias en cada área. También se hace una sumatoria para obtener el total de horas a la semana y el total de horas anuales de uso según cada zona.

Ello lo resume la sgte. Tabla:



TABLA 9: HORARIOS DE USO POR ZONA

UBICACIÓN	HORARIOS DE USO POR ZONA							TOTAL HORAS/SEMANA	TOTAL HORAS AL AÑO
	LU	MAR	MIE	JUE	VIE	SAB	DOM		
BASQUET 3 CANCHAS	17:45-21:00	--	17:45-21:00	--	17:45-21:00	17:45-20:00	--	14	728
FULBITO	17:45-21:00	--	17:45-21:00	--	17:45-21:00	17:45-21:00	17:30-18:30	16	832
FUTBOL 8	--	17:30-21:00	--	17:30-21:00	--	17:30-21:00	--	10.5	546
FUTBOL 11	--	--	17:30-21:00	17:30-21:00	18:00-22:00	17:30-21:30	--	15	780
GIMNASIO MÁQUINAS	4:30-6:00 Y	4:30-6:00 Y	4:30-6:00 Y	4:30-6:00 Y	4:30-6:00 Y	4:30-6:00 Y	--	36.5	1898
	17:30-22:30	17:30-22:30	17:30-22:30	17:30-22:30	17:30-22:30	17:30-20:00	--		
VOLEY 3	--	17:30-21:00	17:30-21:00	17:30-21:00	17:30-21:00	17:30-20:00	--	17	884
PERIMETRAL DEL CLUB	17:30-05:00	17:30-05:00	17:30-05:00	17:30-05:00	17:30-05:00	17:30-05:00	17:30-05:00	80.5	4186
FRONTÓN 6 CANCHAS	17:30-21:00	--	17:30-21:00	--	17:30-21:00	17:30-21:00	--	14	728
PISTA VEHICULAR ACCESO DEL CLUB	18:00-05:00	18:00-05:00	18:00-05:00	18:00-05:00	18:00-05:00	18:00-05:00	18:00-05:00	77	4004
TENIS DE CAMPO 8 CANCHAS	17:00-18:30	17:00-21:00	17:00-18:30	17:00-21:00	17:00-18:30	17:00-18:30	--	14	728
TIRO CON ARCO	17:00-20:00	18:00-20:00	17:00-20:00	18:00-20:00	17:00-20:00	--	--	13	676
PARQUES INFANTILES	17:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	38.5	2002
ESTACIONAMIENTO	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	5:30-23:00	38.5	2002
EDIFICIO ADMINISTRATIVO (3 PISOS)	15:00-18:00	15:00-18:00	15:00-18:00	15:00-18:00	15:00-18:00	--	--	15	780
POLÍGONO DE TIRO 10 METROS	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	--	--	20	1040
POLÍGONO DE TIRO 25 METROS	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	--	--	20	1040
BOCHAS	17:30-19:00	19:00-21:00	17:30-19:00	19:00-21:00	17:30-19:00	17:30-19:00	--	11	572
TENIS DE MESA	15:30-21:00	15:30-21:00	15:30-21:00	15:30-21:00	15:30-21:00	15:30-21:00	--	33	1716
EDIFICIO SALÓN SOCIAL Y ARTES MARCIALES	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	17:00-21:00	--	--	25	1300
BOWLING	17:00-03:00	17:00-03:00	17:00-03:00	17:00-03:00	17:00-03:00	17:00-03:00	17:00-03:00	77	4004
HALL CENTRAL Y SALON VIP	17:00-23:00	17:00-23:00	17:00-23:00	17:00-23:00	17:00-23:00	17:00-23:00	17:00-23:00	77	4004

Fuente: *Elaboración Propia*

Ahora bien, con estos datos ya levantados procederemos a efectuar una clasificación ABC para determinar el tipo de mantenimiento que se les ha de hacer.

5.3 Clasificación ABC

Se procederá a identificar cuál de las luminarias con las que cuenta el Club son de las más costosas, tomando en cuenta no solo el costo unitario sino también frecuencia de uso; para lo cual primero se obtuvieron los costos siguientes:

Tabla 10: Luminarias y sus Costos.

LUMINARIAS Y LÁMPARAS	Demanda Anual (Unidades/Año)	Costo Unitario (S/.)	Valor Total (S/.)	Porcentaje del Valor Total
Lámpara halógena lineal 150 w	20	4.4	88.00	0.04%
Lámpara halogenuro metálico 250 w hpi-t	55	74.9	4119.50	1.82%
Lámpara halogenuro metálico 400 w hpi-t	176	89.9	15822.40	6.99%
Lámpara halogenuro metálico ovoide mvr/st 1500 w	60	400	24000.00	10.61%
Lámpara vapor de mercurio 175 w	43	65	2795.00	1.24%
Lámpara vapor de sodio son-t-plus 250 w	44	93.9	4131.60	1.83%
Lámpara vapor de sodio son-t-plus 70 w	28	25	700.00	0.31%
Panel led 60x60 luz blanca 48 w	6	99.9	599.40	0.26%
Plafones con focos ahorradores espiral	36	24.9	896.40	0.40%
Reflector halógeno 150 w	20	9.9	198.00	0.09%
Reflector halogenuro metálico modelo contempo l 400 w	200	299.9	59980.00	26.52%
Reflector halogenuro metálico modelo contempo l 250 w	54	220	11880.00	5.25%
Reflector led 150 w	18	399.9	7198.20	3.18%
Reflector led sport circular 200 w	30	499	14970.00	6.62%
Reflector sport redondo 1500 w	60	989.59	59375.40	26.25%
Reflector sport redondo 250 w	31	402.89	12489.59	5.52%
Reflector led dirigible 10 w	62	39.9	2473.80	1.09%
Spot ojo de buey gu/10 niquel	139	10.9	1515.10	0.67%
Tubo fluorescente super 80 18 w	367	4.5	1651.50	0.73%
Tubo fluorescente super 80 36 w	239	5.5	1314.50	0.58%
TOTAL			226198	1

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora se proceden a ordenar según costo y cantidad, y se ordenan de mayor a menor para obtener el diagrama acumulado. Esto se expresa en la siguiente Tabla y Figura:

Tabla 11. Listado Ordenado

Nº	LUMINARIAS Y LÁMPARAS	Demanda Anual (Unidades /Año)	Costo Unitario del ítem	Valor Total	Porcentaje del Valor Total	Porcentaje Acumulado	ZONA
1	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	200	299.9	59980.00	26.52%	26.52%	A
2	REFLECTOR SPORT REDONDO 1500 W	60	989.59	59375.40	26.25%	52.77%	
3	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO OVOIDE MVR/ST 1500 W	60	400	24000.00	10.61%	63.38%	
4	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 W HPI-T	176	89.9	15822.40	6.99%	70.37%	
5	REFLECTOR LED SPORT CIRCULAR 200 W	30	499	14970.00	6.62%	76.99%	B
6	REFLECTOR SPORT REDONDO 250 W	31	402.89	12489.59	5.52%	82.51%	
7	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	54	220	11880.00	5.25%	87.76%	
8	REFLECTOR LED 150 W	18	399.9	7198.20	3.18%	90.94%	
9	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 250 W	44	93.9	4131.60	1.83%	92.77%	
10	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 250 W HPI-T	55	74.9	4119.50	1.82%	94.59%	
11	LÁMPARA VAPOR DE MERCURIO 175 W	43	65	2795.00	1.24%	95.83%	
12	REFLECTOR LED DIRIGIBLE 10 W	62	39.9	2473.80	1.09%	96.92%	
13	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18 W	367	4.5	1651.50	0.73%	97.65%	C
14	SPOT OJO DE BUEY GU/10 NIQUEL	139	10.9	1515.10	0.67%	98.32%	
15	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36 W	239	5.5	1314.50	0.58%	98.90%	
16	PLAFONES CON FOCOS AHORRADORES ESPIRAL	36	24.9	896.40	0.40%	99.30%	
17	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 70 W	28	25	700.00	0.31%	99.61%	
18	PANEL LED 60X60 LUZ BLANCA 48 W	6	99.9	599.40	0.26%	99.87%	
19	REFLECTOR HALÓGENO 150 W	20	9.9	198.00	0.09%	99.96%	
20	LÁMPARA HALÓGENA LINEAL 150 W	20	4.4	88.00	0.04%	100.00%	
TOTAL				226198.39	100.00%		

Fuente: Elaboración Propia

Imagen 27: Gráfica ABC Luminarias del Club

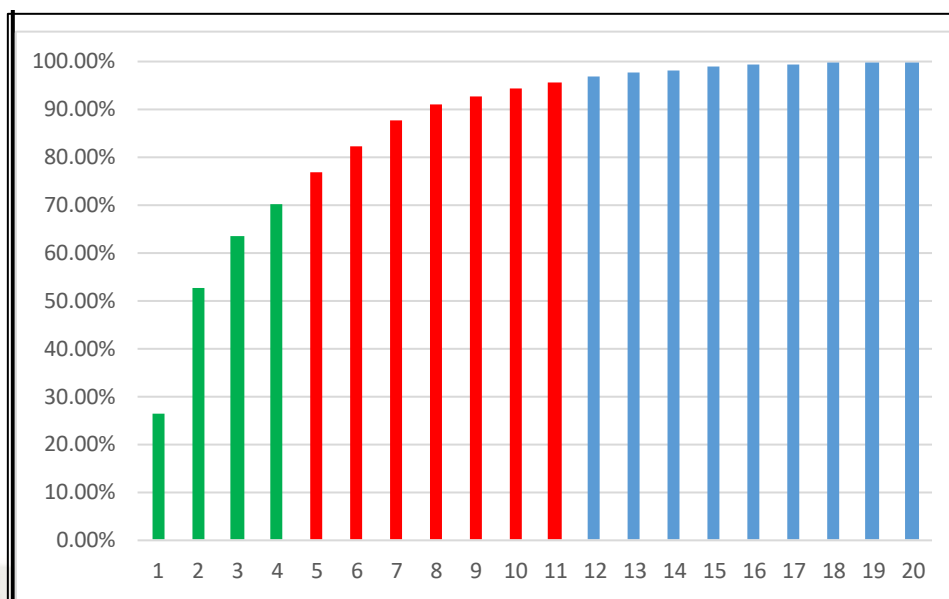


Figura 27: Gráfico de ABC. SEGÚN 75 -25- 5%. Elaboración Propia.

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene que las luminarias y lámparas más utilizadas y necesarias son el reflector halogenuro metálico asimétrico modelo Contempo L, el reflector sport redondo de 1500 W y sus respectivas lámparas, ambas de halogenuro metálico. Asimismo, para las luminarias en la zona B también se han de considerar en los cronogramas de mantenimiento preventivo propuestos. Las luminarias y lámparas de la zona C se considerarán como mantenimiento correctivo.

5.4 Mediciones de Iluminación

Una vez inventariadas las luminarias del Club se procedió asimismo a levantar data de iluminación de cada área del Club, cabe mencionar que la estanqueidad de todos los reflectores es de IP 65, lo cual asegura un cierre correcto del sistema óptico que protege a la lámpara de la polución externa.

Para efectuar las mediciones se utilizó un luxómetro marca Extech, según muestra la sgte. Figura:

Foto 12: Instrumento Utilizado para mediciones.



Fuente: Agromarket.pe

Este modelo de luxómetro puede medir hasta 400 000 Lux o 40 000 Pie-Candela.

Para referencia se tomó en cuenta los niveles de iluminación recomendados según la norma UNE 12.193: Iluminación de Instalaciones Deportivas; que sugiere valores en luxes para diferentes ambientes (ver Anexo 2). Para salas deportivas, gimnasios, oficinas y ambientes interiores y exteriores, se obtuvieron los niveles recomendados de la Norma Técnica de Salud y del manual de ergonomía de Niebel (Anexo 1).

Foto 13: Algunas Mediciones de Iluminación



Fuente: Elaboración Propia.

Asimismo, se debe tener en cuenta que para los ambientes interiores se utilizó el método de la rejilla, según lo indica la Guía Argentina para Medición de Iluminación (ver Anexo 4).

Este método consiste en dividir la iluminancia existente en el centro de cada punto a una altura de 0.8 metros, para interiores; y 1.5 metros para exteriores. Primero se debe hallar el índice del local, el cual se halla con la siguiente ecuación:

$$\text{Índice de local} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de Montaje (Largo+Ancho)}}$$

Teniendo en cuenta que la altura es a la cual se encuentra instalada la luminaria.

Luego, se halla el número de mediciones de la sgte. forma:

$$\text{Número Mínimo de Mediciones} = (X + 2)^2$$

Donde X es el índice del local redondeado al entero más cercano.

Es así que se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 12: Número Mínimo de Mediciones según Área

Área	DIMENSIONES			ÍNDICE	Número mínimo de mediciones
	LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)		
Gimnasio Nuevo	51.43	15.5	7	1.70148983	16
Bochas	51.43	15.5	7	1.70148983	16
Sala Bowling	12.62	6.53	3.5	1.22952033	9
Tenis de Mesa	17.52	10.87	3.5	1.91659437	16
Rampa Acceso VIP	23.1	2.5	2	1.12792969	9
Oficinas Administrativas	12.64	7.45	3.5	1.33923061	9
Artes Marciales	15.6	4.65	3.5	1.02349206	9
Piscina Temperada	33.2	10.28	4.5	1.744332	16
Tiro 10 Metros	10	5.1	3.5	0.96499527	9
Futbol 11	169.64	72.2	15	3.37633918	25
Futbol 8	77.97	53.2	12	2.63525959	25
Fulbito	40.86	19.8	12	1.11142433	9
Fronton	19.46	44.66	15	0.90360116	9
Basket Cancha 1	28.41	17.86	10	1.09661249	9
Basket 2 y 3	24.04	32.6	10	1.38365819	9
Tenis de Campo	23.75	10.86	10	0.74523259	9

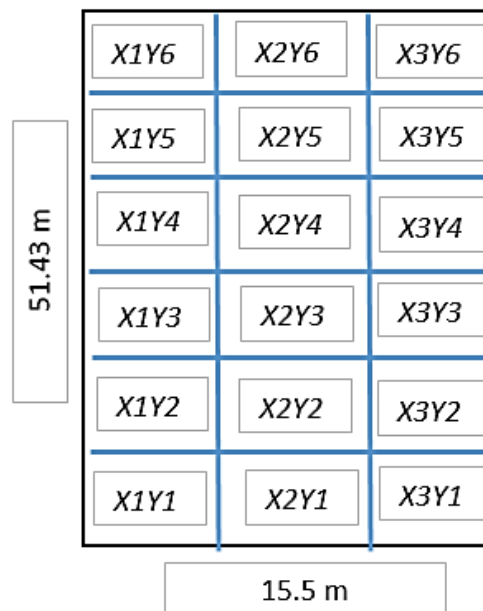
Fuente: Elaboración Propia

Teniendo estos resultados, se procedió a las mediciones respectivas, acompañando con gráficos de las mallas respectivas y fotos para un mejor entendimiento. Todas las mediciones se realizaron a 1.5 metros sobre el nivel del suelo, según recomienda la Norma Técnica UNE para instalaciones deportivas (ver Anexo 2).

Asimismo, para cada área se hizo una malla de puntos en los cuales se tomaron los valores de iluminación con el instrumento; por ello cada foto de cada área va acompañada de una malla de puntos XY, para entender en dónde cae cada punto de lectura:

- *Gimnasio Nuevo:*

Foto 14: Gimnasio Fachada



Fuente: Club Internacional

En el gimnasio se ubicaron ciertas zonas oscuras, y se obtuvieron las siguientes lecturas:

	Mediciones (LUX)		
Y6	522	516	607
Y5	55	117	75
Y4	602	464	596
Y3	549	612	603
Y2	571	603	607
Y1	264	572	127
ORIGEN	X1	X2	X3

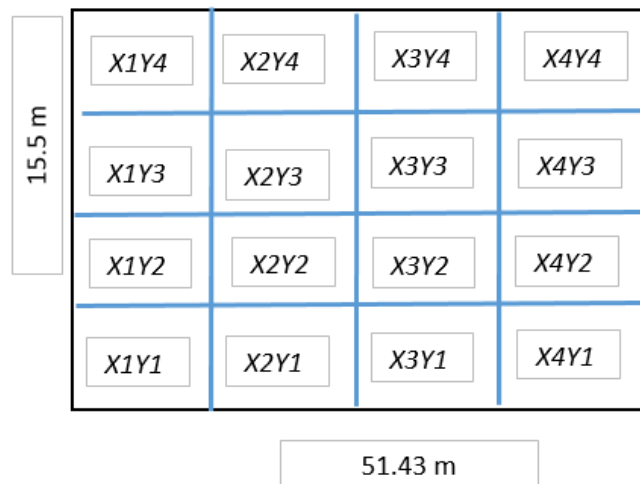
Comparando según el reglamento nacional de edificaciones:

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	300
NIVEL OBTENIDO (LUX)	473.266667
CUMPLE	SI

Comentario: Se tiene que sí cumple con el nivel recomendado según la norma de instalaciones deportivas.

- **Canchas de Bochas:**

Foto 15: Cancha de Bochas



Fuente: Club Internacional

Para el área de bochas se levantó la siguiente data:

Mediciones (LUX)				
Y4	149.5	184.5	139.8	198.6
Y3	222.4	167.6	220.5	211.5
Y2	218.6	139.8	159.6	139
Y1	154.6	176.3	219.5	203.4
	X1	X2	X3	X4

Y, comparando con el nivel de iluminación recomendado por la norma deportiva UNE (Anexo 2):

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	200
NIVEL OBTENIDO (LUX)	181.575
CUMPLE	NO

Comentario: Se observa que falta poco para cumplir con el nivel de iluminación recomendado según el Anexo 2.

- **Perimetral Puntos Estratégicos:**

Foto 16: Perimetrales



Fuente: Club Internacional

Se tomaron mediciones en 3 puntos estratégicos de la iluminación perimetral del Club, obteniendo las sgtes. lecturas:

		Mediciones en Lux	
Y2		36.4	53.4
Y1		59.2	51.8
		X1	X2

		Mediciones en Lux	
Y2		9.8	7.5
Y1		13.6	23.8
		X1	X2

Mediciones en Lux				
Y1	39.6	1.3	17.3	24.1
	X1	X2	X3	X4

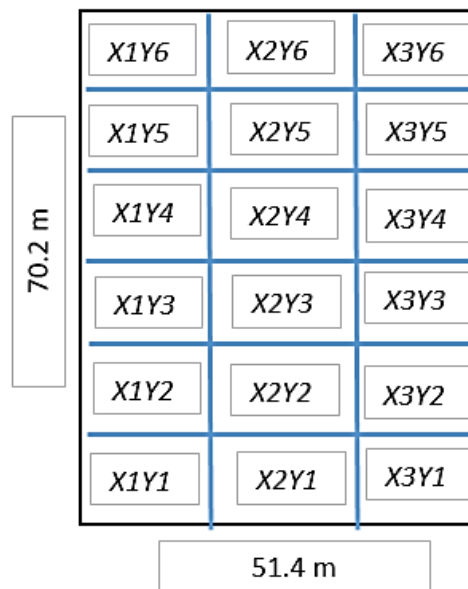
Y, comparando con la norma técnica peruana de salud para el nivel de iluminación recomendado:

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	50
NIVEL OBTENIDO (LUX)	31.9375
CUMPLE	NO

Comentario: Se visualiza que no se cumple con el nivel mínimo recomendado de iluminación para áreas de circulación o estancias cortas; según el Anexo 1.

- *Cancha Fútbol 8:*

Foto 17: Cancha Futbol 8



Fuente: Club Internacional

En la cancha de fútbol 8 se instalaron reflectores LED hace 2 meses mas o menos. Y se pudieron evidenciar ciertas zonas oscuras, pudiendo levantar la siguiente data:

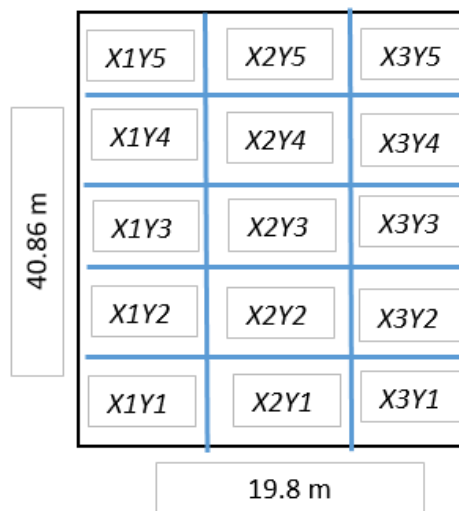
Mediciones en Lux			
Y6	330.8	83.9	241.9
Y5	229.9	113.9	191.7
Y4	295.2	119.8	215.9
Y3	221.6	206.3	178.6
Y2	96.5	102.5	224.8
Y1	298.7	97.4	302.4
	X1	X2	X3

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	200
NIVEL OBTENIDO (LUX)	197.322222
CUMPLE	SI

Comentario: Por lo cual se concluye que sí cumple con los niveles recomendados para entrenamiento (Anexo 2).

- **Cancha Fulbito:**

Foto 18: Fulbito



Fuente: Elaboración Propia

Para la cancha de fulbito se debe tener en cuenta que un reflector estaba quemado al momento de realizar las mediciones; las cuales se muestran a continuación:

	Mediciones en Lux		
Y5	56.5	60.6	38.3
Y4	176.4	118.2	93.2
Y3	97.1	86.5	76.1
Y2	59.9	67.2	89.8
Y1	136.5	113.5	38.9
	X1	X2	X3

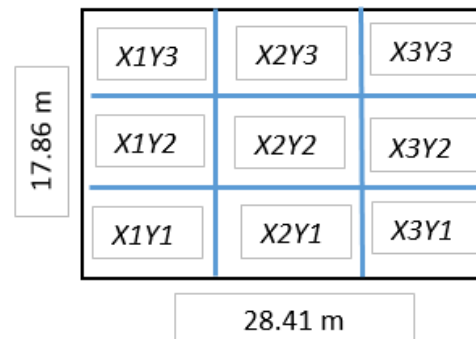
NIVEL RECOMENDADO (LUX)	200
NIVEL OBTENIDO (LUX)	87.2466667
CUMPLE	NO

Comentario: Según lo cual no cumple con las especificaciones de iluminación para entrenamiento ligero (ver Anexo 2).

- **Básket Cancha 1:**

La data obtenida en la cancha principal de basket es la que se muestra a continuación:

Foto 19: Cancha Basket 1



Fuente: Elaboración Propia

Mediciones en Lux			
Y3	55.5	95.1	82.7
Y2	163.4	220.7	109.4
Y1	87.1	164.2	106.3
	X1	X2	X3

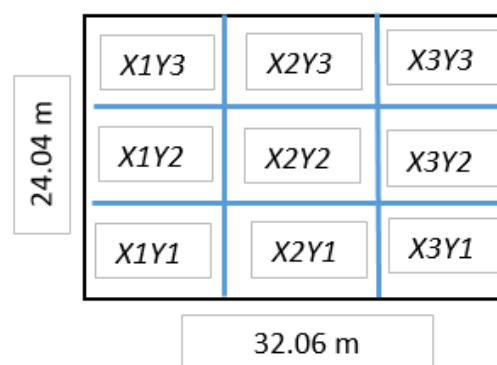
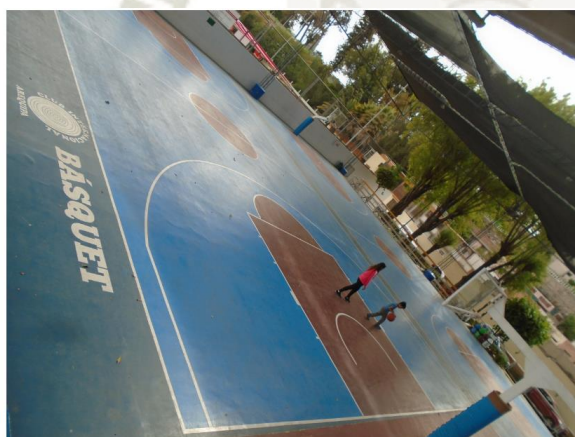
Y, comparando con la norma:

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	100
NIVEL OBTENIDO (LUX)	120.488889
CUMPLE	SI

Comentario: Según lo cual sí cumple con los niveles de iluminación para entrenamiento.

- **Basket Canchas 2 y 3:**

Foto 20: Basket 2 y 3



Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que en las canchas 2 y 3 de basket habían dos reflectores quemados al momento de realizar las mediciones, las cuales se muestran a continuación:

Mediciones en Lux					
Y3	99.8	139.6	49.5	90.9	101.9
Y2	67.4	83.5	32.7	71.8	83.1
Y1	50.1	76.7	51.4	113.5	82.4
	X1	X2	X3	X4	X5

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	100
NIVEL OBTENIDO (LUX)	79.62
CUMPLE	NO

Comentario: Según lo cual estas canchas de básquet no cumplen con el nivel mínimo de iluminación recomendado para entrenamiento.

- *Parques Infantiles:*

Foto 21: Parques



Fuente: Elaboración Propia

En los parques infantiles 1 y 2 se procedió a levantar las mediciones en zonas estratégicas, para poder obtener una correcta lectura con el instrumento:

	Mediciones en Lux	
Y2	10.3	9.8
Y1	23.5	64.6
	X1	X2

	Mediciones en Lux	
Y2	13.5	11.2
Y1	17.5	19.2
	X1	X2

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	12
NIVEL OBTENIDO (Lux)	21.2
CUMPLE	SI

Comentario: Según lo cual sí cumplen, ambos parques, con los niveles de iluminación recomendados.

- **Estacionamiento Principal:**

Foto 22: Estacionamiento Principal



Fuente: Club Internacional

Se procedió de la misma manera en el estacionamiento:

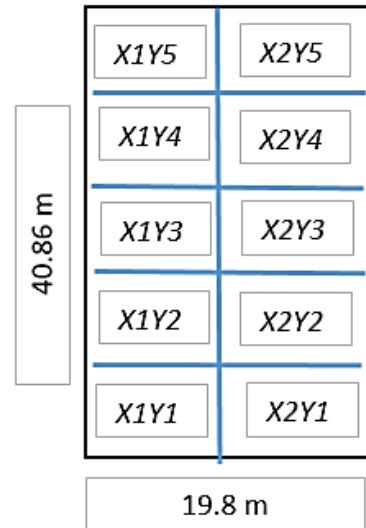
		Mediciones en Lux	
Y2		36.5	35.9
Y1		29.3	29.8
		X1	X2

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	12
NIVEL OBTENIDO (Lux)	32.875
CUMPLE	SI

Comentario: Obteniendo que sí cumple con las normas de iluminación.

- **Sala Bowling:**

Foto 23: Sala Bowling



Fuente: Club Internacional

En la sala de Bowling se pudo levantar la siguiente data con el instrumento de medición:

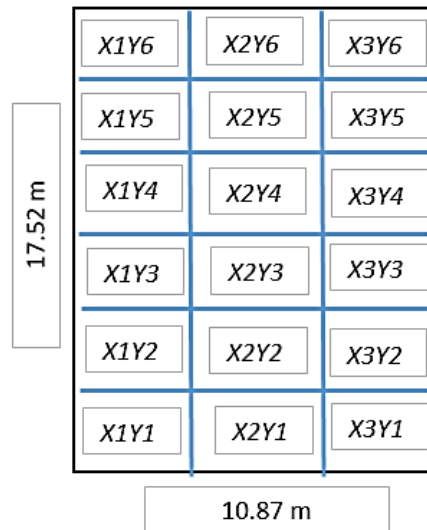
	Mediciones en Lux	
Y5	330.8	379.6
Y4	104.5	101.6
Y3	332.7	265.7
Y2	110.9	90.4
Y1	389.1	347.4
	X1	X2

NIVEL RECOMENDADO (LUX)	200
NIVEL OBTENIDO (LUX)	245.27
CUMPLE	SI

Comentario: Según lo cual el ambiente sí cumple con los niveles mínimos de iluminación recomendados.

- *Tenis de Mesa:*

Foto 24: Tenis de Mesa



Fuete: Elaboracion Propia

En el ambiente de Tenis de Mesa se pudo observar una preeminencia de iluminación con luminarias fluorescentes, obteniendo los siguientes resultados con el instrumento:

	Mediciones en Lux		
Y5	84.9	26.6	40.7
Y4	246.2	202.1	107.8
Y3	130.2	127.2	236.9
Y2	153.2	183.5	122.4
Y1	68.3	77.6	42.9
	X1	X2	X3

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	200
NIVEL OBTENIDO (Lux)	200
CUMPLE	SI

Comentario: Se verifica que dicho ambiente no cumple con los niveles mínimos de iluminación para entrenamiento.

- **Rampa Acceso Segundo Piso:**

Esta zona, acceso al segundo piso del edificio hall central, está completamente iluminada con LEDS ojo de buey, obteniéndose las siguientes lecturas:

Foto 25: Rampa Acceso Segundo Piso



Fuente: Elaboración Propia

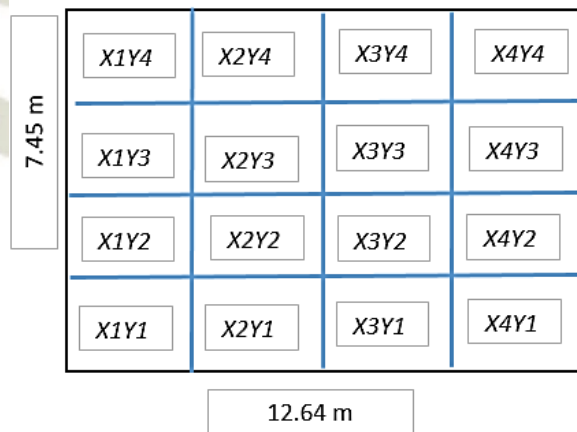
	Mediciones en Lux
Y9	78.9
Y8	40.7
Y7	43.7
Y6	47.5
Y5	40.2
Y4	62.2
Y3	33.7
Y2	48.5
Y1	49.8
X1	

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	50
NIVEL OBTENIDO (Lux)	49.425
CUMPLE	SI

Comentario: Se obtuvo que sí cumple con los niveles mínimos de iluminación recomendados.

- **Oficinas Administrativas 1 Piso:**

Foto 26: Oficinas Administrativas



Fuente: Elaboración Propia

En los ambientes de oficinas administrativas se tiene iluminación con Dicroicos Ojo de Buey Led, sin embargo habían unos cuantos quemados. Se pudo levantar la sgte. información:

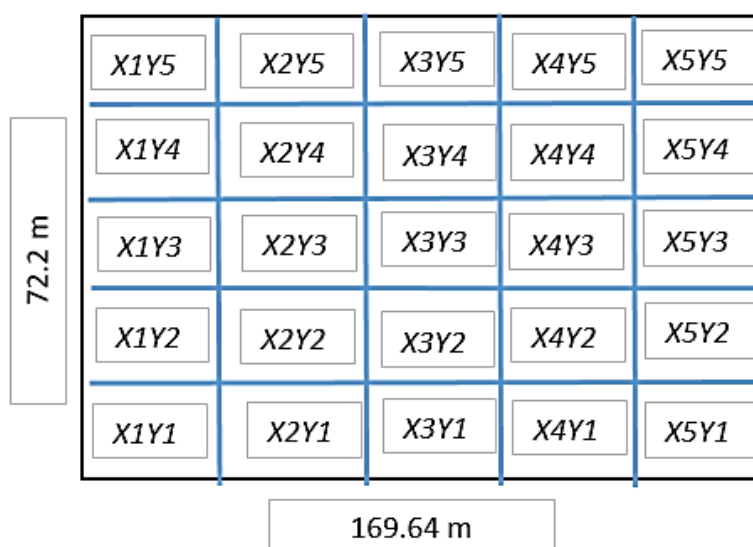
Mediciones en Lux				
Y4	247.8	456.9	323.8	256.8
Y3	290.3	494.7	429.1	326.8
Y2	356.7	378.4	492.1	395.3
Y1	258.2	329.4	345.3	472.5
	X1	X2	X3	X4

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	300
NIVEL OBTENIDO (Lux)	365.88125
CUMPLE	Si

Comentario: Se verificó que el área sí cumple con las recomendaciones mínimas de iluminación.

- **Cancha Futbol 11:**

Foto 27: Cancha Futbol 11



Fuente: Elaboración Propia

Cabe mencionar que en la cancha de Fútbol 11 hay un reflector que aún no ha sido cambiado. La data obtenida es la sgte:

ÁREA: 10184.23 m²

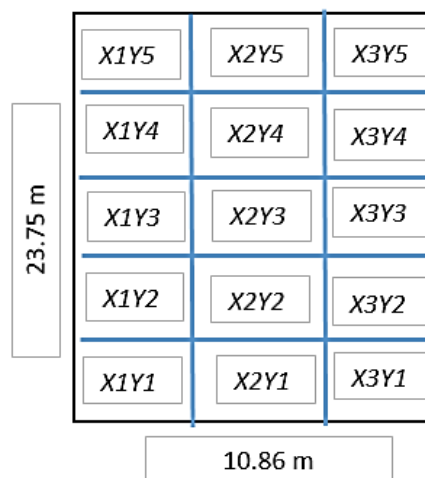
Mediciones en Lux					
Y5	169.9	148.4	83.8	159.9	179.1
Y4	104.4	82.4	62.1	92.6	76.7
Y3	29	75.4	65	69.9	49.2
Y2	86.4	85.6	55.3	59.1	41.2
Y1	132.7	75.2	91.2	96	62.8
	X1	X2	X3	X4	X5

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	150
NIVEL OBTENIDO (Lux)	89.332
CUMPLE	NO

Comentario: Según la Norma UNE esta cancha no cumple con las recomendaciones mínimas de iluminación.

- **Cancha Tenis:**

Foto 28: Cancha de Tenis de Campo



Fuente: Elaboración Propia

Mediciones en Lux			
Y5	84.9	26.6	40.7
Y4	246.2	202.1	107.8
Y3	130.2	127.2	236.9
Y2	153.2	183.5	122.4
Y1	68.3	77.6	42.9
	X1	X2	X3

NIVEL RECOMENDADO (Lux)	150
NIVEL OBTENIDO (Lux)	123.366667
CUMPLE	NO

Comentario: Se verificó que según la norma UNE no cumple con las recomendaciones mínimas de iluminación.

Habiendo realizado las anteriores mediciones se puede observar que en general las zonas internas del Club sí cumplen con la Norma de Alumbrado de Interiores y Campos Deportivos; algunas de las zonas externas (deportivas) no cumplen. Sin embargo, para que se continúe brindando una correcta iluminación; se debe tener en cuenta el mantenimiento preventivo y correctivo adecuado. Las áreas que no cumplen con los estándares es porque tienen alguna lámpara quemada que necesite cambio.

Para proponer los cronogramas de mantenimiento adecuados por luminarias, se tendrá en cuenta el indicador del factor de mantenimiento según tipos de luminaria; ya que no se tiene datos del fabricante en el momento del diseño.

Para Halogenuro Metálico:

- Todos los reflectores de Halogenuro Metálico tienen un IP 65, lo cual asegura estanqueidad frente al polvo y agua.

Para Vapor de Sodio Alta Presión:

- Todas las luminarias de Vapor de Sodio tienen un IP 54, lo cual asegura protección contra polvo.

Para Fluorescentes Trifósforo:

- Todas las luminarias Fluorescentes tienen un IP 20, lo cual indica que es medianamente resistente al polvo.

Se procede a calcular el factor de mantenimiento según el método y las tablas del Anexo 3:

Tabla 13: Cálculos del Factor de Mantenimiento

	<i>Halogenuro Metálico</i>	<i>Vapor de Sodio Alta Presión</i>	<i>Fluorescentes</i>
FL	0.73	0.91	0.93
FS	0.88	0.92	0.99
FD	0.83	0.8	0.58
Factor de Mantenimiento	0.533192	0.66976	0.534006

Fuente: Elaboración Propia

- **MANTENIMIENTO CORRECTIVO**

Para la limpieza de los puntos de luz siempre se ha de hacer con trapos secos. Los interruptores diferenciales se han de revisar mensualmente. Una vez al año se debe comprobar el funcionamiento de todos los interruptores del tablero de distribución general.

Importante a tener en cuenta:

- Mientras que se realice el mantenimiento a las lámparas; ya sea limpieza o recambio de lámparas se deben desconectar los interruptores asociados.
- Tomar en cuenta la vida útil de las lámparas (y no su vida media, que es cuando ya falla por completo). Una vez que la lámpara llega a su vida útil, la depreciación en su iluminancia será apreciable, y es momento de reemplazarla. Es conveniente cambiarlas únicamente si se aprecia una reducción visible del flujo; y de preferencia hacerlo por grupos completos.
- **MANTENIMIENTO PREVENTIVO:**

Para la limpieza y mantenimiento de los reflectores y luminarias altas (más de 10 m. de altura) se debe utilizar el equipo normado proporcionado por la Oficina de Seguridad, asimismo, si se necesita el armado de andamios, la Oficina de Seguridad es la que dicta la altura correcta y el armado apropiado según la NTP basada en OHSAS 18001.

5.5 Codificación de Equipos de Iluminación:

Teniendo ya listo el inventario de luminarias se propone las siguientes iniciales para los equipos de iluminación del Club:

TABLA 14: CODIFICACION POR EQUIPOS

Código	Tipo de Equipo
RA	Reflector Asimétrico Tempo
RC	Reflector Campana
RL	Reflector Led
RH	Reflector Halógeno
FR	Tubo Fluorescente en Rejilla
FC	Tubo Fluorescente cmop
LM	Lámpara Halogenuro Metálico
LH	Lámpara Halógena
LV	Lámpara Vapor de Sodio Alta Presion
PE	Plafones Espiral
DL	Dicroicos LED

Fuente: Elaboración Propia.

Y pasamos a describir el proceso de codificación a seguir:

- Con los primeros dos dígitos se determina el área o zona del Club en que se encuentra la luminaria o lámpara.
- Con las 2 letras siguientes se indica el tipo de luminaria a codificar; por ejemplo: R_: designará un reflector; con la segunda letra indicamos el tipo de reflector; RA: designará un reflector asimétrico.
- Con los siguientes 3 dígitos se indicará la potencia de la luminaria. Es así que un 01-RA-400 indicará un Reflector Asimétrico Contempo L de 400 W ubicado en la cancha de B́asket.

Para la codificación de las luminarias del Club se propone los siguientes códigos según zonificación:

Tabla 15: Codificación Según Zona y Equipo

Nº Zona	UBICACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
1	BASQUET 3 CANCHAS	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	01-RA-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	01-LM-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALÓGENA LINEAL 150 W	01-LH-150
		REFLECTOR	REFLECTOR HALÓGENO 150 W	01-RH-150
2	FULBITO	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	02-RA-250
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 250 WATTS 645 HPI-T	02-LM-400
3	FUTBOL 8	REFLECTOR	REFLECTOR LED SPORT CIRCULAR 200 W	03-RL-200
		REFLECTOR	REFLECTOR LED 150 W	03-RL-150
4	FUTBOL 11	REFLECTOR	REFLECTOR SPORT REDONDO 1500 W	04-RC-1500
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO OVOIDE MVR/ST 1500 W	04-LM-1500
5	GIMNASIO MÁQUINAS	REFLECTOR	REFLECTOR SPORT REDONDO 250 W	05-RC-250
		REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	05-RA-250
		LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ FRIA	05-FC-18
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 250 WATTS 645 HPI-T	05-LM-250
6	PERIMETRAL DEL CLUB	LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 70 W	06-LM-70
7	FRONTÓN 6 CANCHAS	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	07-RM-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	07-LM-400
8	PISTA VEHICULAR DEL CLUB	REFLECTOR	REFLECTOR LED DIRIGIBLE 10 W	08-RL-10
9	TENIS DE CAMPO 8 CANCHAS	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	09-RM-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	09-LM-400
10	TIRO CON ARCO	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	10-RM-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	10-LM-400

N° Zona	UBICACIÓN	TIPO	DESCRIPCIÓN	CÓDIGO
11	PISCINA TEMPERAD A	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	11-RM-250
		REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	11-RM-400
		LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ FRIA	11-FC-18
12	PARQUES INFANTILES	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	12-RM-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	12-LM-400
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 70 W	12-LM-70
13	ESTACIONA MIENTO	REFLECTOR	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	13-RM-250
		LÁMPARA	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 70 W	13-LV-70
14	EDIFICIO ADMINISTR ATIVO (3 PISOS)	LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	14-FR-36
		LUMINARIA	SPOT OJO DE BUEY GU/10 NIQUEL	14-DL-50
15	POLÍGONO DE TIRO 10 METROS	LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	15-FC-36
16	BOCHAS	REFLECTOR	REFLECTOR SPORT REDONDO 250 W	16-RC-250
		LÁMPARA	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 250 W	16-RC-250
17	TENIS DE MESA	LUMINARIA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	17-FR-36
		LUMINARIA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ FRIA	17-FC-18
18	EDIFICIO SALÓN SOCIAL Y ARTES MARCIALES	REFLECTOR	REFLECTOR LED DIRIGIBLE 10 W	18-RL-10
		LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ CÁLIDA	18-FC-18
		LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ FRIA	18-FC-36
19	BOWLING	LUMINARIA	PANEL LED 60X60 48W LUZ BLANCA	19-PL-48
		LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 18W/840K LUZ CÁLIDA	19-FC-18
20	HALL CENTRAL Y SALON VIP	LÁMPARA	TUBO FLUORESCENTE SUPER 80 36W/840K LUZ CALIDA	20-FR-36
		LUMINARIA	PLAFONES CON FOCOS AHORRADORES ESPIRAL	20-PE-50
		LUMINARIA	SPOT OJO DE BUEY GU/10 NIQUEL	20-DL-50

Fuente: Elaboración Propia.

5.6 Formatos Propuestos:

Se procede a proponer formatos de OT'S y de revisión de equipos en el Club, con el objetivo de estandarizar la comunicación interna en el departamento de mantenimiento.

5.6.1 Orden de Trabajo

La implementación de un buen sistema de órdenes de trabajo es el primer paso para una buena gestión del mantenimiento. Es un formato donde se detallan las instrucciones para el trabajo a realizar y se ha de rellenar para todos los trabajos. Su principal función es que quede constancia por escrito de los trabajos realizados para el mantenimiento, así como la asignación de recursos humanos, materiales y permitir un mejor control del mantenimiento.

Imagen 28: Formato OT Propuesta

ORDEN DE TRABAJO		Nro. Orden:
Datos Generales		
Equipo:	Fecha de Emisión:	
Solicitante:		
Nivel de Prioridad: Urgente <input type="checkbox"/> Importante <input type="checkbox"/>	A REALIZAR EL DIA: <input style="width: 50px;" type="text"/>	
Descripción		
Riesgos del Trabajo (Precauciones a tener en cuenta)		
<input type="checkbox"/> Alto nivel de ruido. Aconsejable el uso de protectores acústicos. <input type="checkbox"/> Excesivo ruido. Absolutamente obligatorio el uso de protectores acústicos. <input type="checkbox"/> Golpes en la cabeza (muchas vigas y salientes a la altura de la cabeza). Utilizar el casco <input type="checkbox"/> Algunas zonas calientes. Tomar precauciones para no tocar zonas marcadas como calientes. <input type="checkbox"/> Riesgos eléctricos. No tocar cables, ni manipular los equipos bajo tensión <input type="checkbox"/> Otros:		
EQUIPOS DE PROTECCIÓN <input type="checkbox"/> Casco <input type="checkbox"/> Gafas segur. <input type="checkbox"/> Guantes <input type="checkbox"/> Protec. Acústicos <input type="checkbox"/> Botas segur. <input type="checkbox"/> Otros		Firma del Operario
Herramientas y medios a preparar		
Trabajo Realizado		
Situación de la Orden: <input type="checkbox"/> Finalizada <input type="checkbox"/> Finalizada Parcialmente <input type="checkbox"/> Pendiente		
Operario	Fecha	Hora Inicio
Hora Final		
		Total Horas
Repuesto Consumido		
Cantidad	Descripción	P. Unitario
Total		
		Total Repuestos
Observaciones:		

Fuente: Elaboración Propia

Fuente: Elaboración Propia

5.6.2 Revisión de Equipos

Se propone implementar también un formato de revisión de equipos con el cual se mantendrá un mejor control de las fallas de las luminarias, las lecturas en luxes periódicas a realizar, datos técnicos del equipo. Ello con la finalidad de mantener un historial por escrito de fallas y lecturas de las distintas luminarias del Club Internacional.

Imagen 29: Formato Revisión de Equipos Propuesta

REVISION DE EQUIPOS					
EQUIPO:			CÓDIGO:		
DATOS DEL EQUIPO MARCA: UBICACIÓN: AÑO ADQUISICIÓN:				<div style="border: 1px solid black; width: 100%; height: 80px; display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <i>fotografia del equipo</i> </div>	
VALORES DE REFERENCIA (en luxes)					
Fecha	Lectura	Fecha	Lectura	Fecha	Lectura
MODELO DE MANTENIMIENTO					
Correctivo	<input type="text"/>				
Preventivo	<input type="text"/>				
HISTORIAL DE FALLAS					
FECHA	OPERARIO	OPERACIÓN	CONSUMIBLES		
ELEMENTOS QUE LO COMPONEN					
Altura Mayor a 5m? SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>					

Fuente: Elaboración Propia

5.7 Cronogramas para el mantenimiento de iluminación

Se proponen los siguientes cronogramas para ejecutar el mantenimiento de las luminarias A-B del Club, para lo cual se ha tomado en cuenta el factor de mantenimiento y el coeficiente de iluminación de estos tipos de luminaria en el Club.

Asimismo, se han tenido en cuenta tanto el recambio de la lámpara al final de su vida media como la limpieza y mantenimiento al sistema óptico, al cableado y a los elementos auxiliares (ignitor, balastro y condensador) que también son propensos a fallar en el equipo.

Los cronogramas se detallan a continuación:



Además, en cuanto a correctivos se tiene que para el mantenimiento de las luminarias fluorescentes se necesitan 748.23 segundos; es decir 12.48 minutos para el procedimiento completo, y se sugiere que se realice entre 2 personas para que entre ambos se pueda realizar las limpiezas y recambios sin romper ningún componente. Para determinar estos tiempos se efectuó un cronometraje y también se elaboró un DAP, como se ve a continuación.

En el caso de traslado de materiales desde el almacén, se tienen 3 ubicaciones en las cuales predominan los fluorescentes, con las siguientes distancias:

- Gimnasio Nuevo: 182.4 m
- Tenis de Mesa: 73.95 m
- Oficinas Administrativas: 106.25 m

Obteniendo así un promedio de 120.87 m considerado para el desplazamiento del elemento 1.

Tabla 19: Total de 10 Cronometrajes por Elemento

N°	ELEMENTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Traer materiales desde almacén	3.41	2.47	2.39	3.12	2.51	1.87	3.55	3.01	2.45	2.52
2	Desarmar la estructura	1.19	1.43	1.32	1.47	1.23	1.20	1.19	1.29	1.33	1.27
3	Quitar la lámpara	0.42	0.54	0.59	1.11	1.02	0.45	0.51	0.44	0.48	0.57
4	Limpiar Superficies Reflectoras Horizontales	0.5752	1.06	1.01	1.34	1.19	1.08	1.45	1.06	1.11	1.31
5	Cambiar Cebador	0.34	0.39	0.45	0.43	0.44	0.39	0.31	0.78	0.49	0.99
6	Limpiar y cambiar Ignitor	0.8567	0.78	0.87	0.91	1.01	1.14	1.03	0.88	0.79	0.91
7	Medir Voltaje en Bornes	0.4125	0.4	0.54	0.39	1	0.59	0.47	0.52	0.48	0.58
8	Tratar cableado	4.9387	4.19	4.67	5.01	5.11	4.69	5.18	5.17	4.99	5.03
9	Reemplazar Lámpara	1.18	1.57	1.78	1.41	2.07	1.39	2.15	2.01	1.43	2.16
10	Rearmar estructura	1.3213	1.45	1.16	1.27	1.3	1.33	1.02	1.15	1.09	1.01
11	Probar Funcionamiento	1.56	1.43	0.55	1.12	1.34	1.39	1.42	1.54	1.27	1.37

Fuente: Elaboración Propia

Se hallan los tiempos promedios, y se añade una valoración de 95% (desempeño regular del trabajador) y suplementos de 7% (5% por necesidades personales y 2% por trabajar de pie). Con lo cual se obtienen los siguientes tiempos estándar:

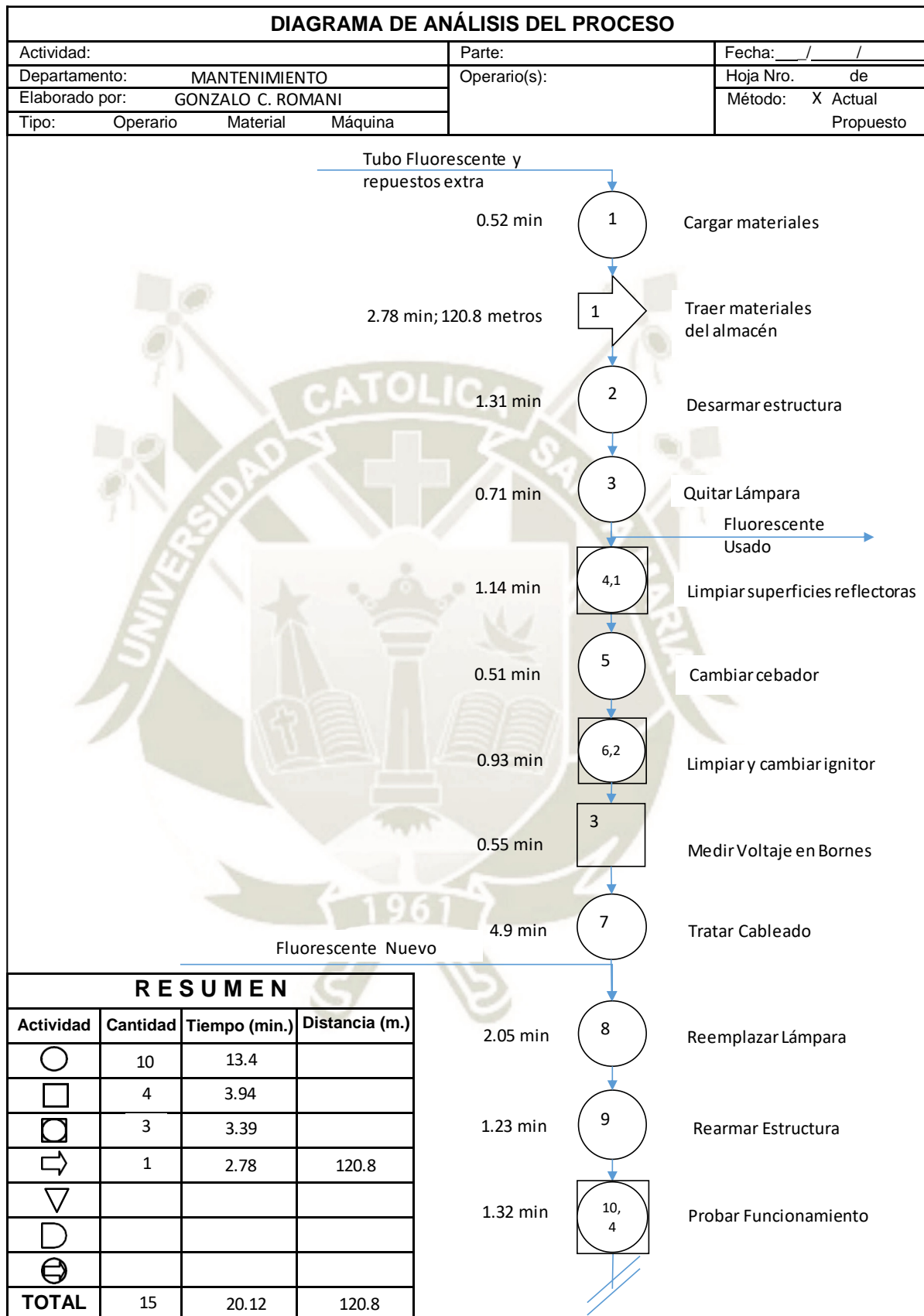
Tabla 20: Tiempos Estándar

N°	ELEMENTO	TIEMPO PROMEDIO (m)	Valoracion	Tiempo Normal	Suplementos	Tiempo Estándar
1	Traer materiales desde almacén	2.73	0.95	2.59	7%	2.78
2	Desarmar la estructura	1.29	0.95	1.23	7%	1.31
3	Quitar la lámpara	0.70	0.95	0.66	7%	0.71
4	Limpiar Superficies Reflectoras Horizontales	1.12	0.95	1.06	7%	1.14
5	Cambiar Cebador	0.50	0.95	0.48	7%	0.51
6	Limpiar y cambiar Ignitor	0.92	0.95	0.87	7%	0.93
7	Medir Voltaje en Bornes	0.54	0.95	0.51	7%	0.55
8	Tratar cableado	4.90	0.95	4.65	7%	4.98
9	Reemplazar Lámpara	1.72	0.95	1.63	7%	1.74
10	Rearmar estructura	1.21	0.95	1.15	7%	1.23
11	Probar Funcionamiento	1.30	0.95	1.23	7%	1.32

Fuente: Elaboración Propia

Con estos datos procedemos a armar el DAP ahora, teniendo un tiempo total de 19.12 min.

Imagen 30: DAP Procedimiento Correctivo Florescentes



Fuente: Elaboración Propia

5.8 Presupuesto para el mantenimiento

Se tuvo que para el mantenimiento correctivo se necesitaban prácticamente 19 min. Entre dos personas. Y para los preventivos se harían un cierto número de veces por año, por lo cual se hace un costeo a continuación.

Es importante tener en cuenta que algunas de las lámparas que duran entre 10 y 12 años ya están cerca de su fin de vida útil, por lo que se ha estimado que deberán ser reemplazadas un 30% de ellas el siguiente año.

- Para el recambio de lámparas de halogenuro metálico se considera 5 lámparas cambiadas al año, cada lámpara cuesta S/.89.90 como se menciona en la Tabla 10.
- Para el recambio de lámparas ovoides 1500 W, se considera cambiar 5 cada 4 años. El costo de la lámpara es de S/.400 como se mencionó en la Tabla 10.
- Para el recambio de lámparas de HM de 70 W, se considera cambiar 12 al año (son las que más se usan, en las áreas perimetrales), y el costo de c/u es de S/.35.
- Para gastos de personal, se tiene a los 3 técnicos electricistas, y se gasta 5000 mensuales entre los 3; se consideran 12 sueldos al año.
- Para los gastos por mantenimiento correctivo, se tiene los siguientes detalles (se prevee unos 30 procedimientos al año):

Tabla 21: Detalles Mntto. Correctivo

TIENDA	MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	2da vez
Maestro	Huaype Cardado Blanco	KG.	5.4	5.4
Maestro	Escalera Tijera 5 Pasos	Unidad	169.9	
Maestro	Guantes dieléctricos de nitrilo	Par	6.2	6.2
Maestro	Luminaria Fluorescente 18 w/36w	Unidad	5.5	5.5
Maestro	Lentes de Seguridad	Unidad	6.9	6.9
Maestro	Casco de seguridad azul	Unidad	14.5	14.5
Maestro	Set herramientas manuales	Set	31.9	
	TOTAL		240.3	38.5

Fuente: Elaboración Propia

- Y para el procedimiento preventivo se tiene los siguientes detalles (promedio de 10 al año):

Tabla 22: Detalles Mntto. Preventivo

TIENDA	MATERIAL	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	2da vez
Sodimac	Arneses	Unidad	189.9	
Maestro	Guantes Dieléctricos	Par	6.2	
Maestro	Lentes de Seguridad	Unidad	6.9	
Maestro	Casco de seguridad azul	Unidad	14.5	
Maestro	Huaype Cardado Blanco	KG.	5.4	5.4
Maestro	Balastro 1500 W	Unidad	500	
Sodimac	Balastro Universal Phillips	Unidad	62	
Sodimac	Ignitor para Halogenuro 220 v	Unidad	75	75
TOTAL			859.9	80.4

Fuente: Elaboracion Propia

Con esta data procederemos a armar el presupuesto de mantenimiento de iluminación. Se debe tener en cuenta la inflación al momento de preparar el presupuesto; el cual se promedió de la inflación de los últimos 5 años:

Tabla 23: Inflacion últimos 5 años

2014	3.22
2015	4.4
2016	3.3
2017	3.2
2018	1.25
2019	3.074

Fuente: BCR.

Se tomará entonces una inflación del 3.074 % para elaborar el siguiente presupuesto, con un horizonte de 10 años.

COMENTARIO:

(1): Las lámparas se deberían cambiar una cada 8 o 10 años, sin embargo la mayoría de reflectores han sido instalados desde el 2012; por lo cual se espera cambiarlos el prox. año en una cantidad de 5 en el año.

(2) Estas lámparas se espera cambiarlas una vez cada 15 años; sin embargo ya hay una quemada y la gran mayoría lleva instalada desde 2009 - 2010. Por ello se espera cambiar unas 6 cada 5 años.

(3) Estas lámparas sí se deben cambiar una vez cada dos años, son las de más uso en el Club.

(4) El personal eléctrico se compone de 3 electricistas, a los cuales se les paga 5000 entre los 3 y reciben 12 sueldos en el año.

(5) El Costo Correctivo se sacó de la tabla 22: Detalles Mantenimiento Correctivo.

(6) Para el Preventivo se utilizó la Tabla 22: Detalles Mantenimiento Preventivo. Por lo demás, se consideró inflación del 3% (como promedio de la inflación de los últimos cinco años en el Perú).



Tabla 24: Presupuesto Propuesto para el Mantto. Iluminación - Horizonte 10 años

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Lámparas Halogenuro Metálico 400 W (1)	S/449.50		S/476.87		S/505.92		S/536.73		S/569.41	
Lámpara Ovoide Halogenuro Metálico 1500 W (2)	S/1,600.00				S/1,800.81				S/2,026.83	
Lámpara Halogenuro Metálico 70 W (3)		S/432.60		S/458.95		S/486.90				
Personal (4)	S/60,000.00	S/60,600.00	S/61,206.00	S/61,818.06	S/62,436.24	S/63,060.60	S/63,691.21	S/64,328.12	S/64,971.40	S/65,621.12
Costo Mntto. Correctivo (5)	S/1,356.80	S/1,397.50	S/1,439.43	S/1,482.61	S/1,527.09	S/1,572.90	S/1,620.09	S/1,668.69	S/1,718.75	S/1,770.32
Costo Mntto. Preventivo (6)	S/1,707.50	S/1,758.73	S/1,811.49	S/1,865.83	S/1,921.81	S/1,979.46	S/2,038.84	S/2,100.01	S/2,163.01	S/2,227.90
TOTAL MNTTO. ILUMINACION	S/65,113.80	S/64,188.83	S/64,933.79	S/65,625.45	S/68,191.87	S/67,099.86	S/67,886.87	S/68,096.82	S/71,449.41	S/69,619.33

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO VI

6. PROPUESTA DE CAMBIO A LED

Ahora se procederá a una propuesta a cambio de tecnologías LED en las luminarias del Club. Se ha tenido en cuenta únicamente las tecnologías LED, y no otras energías tales como energía solar u otras renovables, debido a que las tecnologías LED solamente implicaría un cambio de los reflectores y luminarias en los mismos puntos y tomas existentes. Además, el tema de la presente investigación es la mejora en el mantenimiento de la Iluminación, y al utilizar luminarias LED involucraría un ahorro sustancial en costos de mantenimiento.

Por otro lado, se tendría que contratar personal externo, o tercerizar, la instalación de receptores solares que implicarían un costo mayor aún y un tiempo elevado. El personal del Club no tiene la experiencia necesaria para instalar energías renovables, y dado que se está manejando una política de austeridad en el Club debido a las altas deudas que se tiene, se observa la propuesta de cambio a LED como una opción de ahorro monetario; e inclusive para generar ganancias en el mediano plazo.

Según información del Ministerio de Energía y Minas (MINEM), si todas las lámparas de alumbrado público del país se cambian a LED todos pagaríamos menos, pues estas lámparas consumen menos energía. Además, sería también una apuesta importante para el medioambiente, pues al cambiarse de tecnología se obtendría una importante reducción de uso de combustible y la emisión de gases de efecto invernadero

Las modernas lámparas eficientes de tecnología LED no traen consigo la contaminación ambiental ni durante su uso ni después de terminar su vida útil, pues no contienen gases ni mercurio, como si ocurre con las lámparas fluorescentes y/o las lámparas de vapores de sodio u otras. Según información del MINEM, las lámparas LED consumen menos energía que las lámparas fluorescentes y mucho menos que las lámparas incandescentes. Esto significa que demandarán en las horas punta menos generación termoeléctrica, que produce gases contaminantes.

En este sentido el uso de una lámpara LED contribuiría a la producción de 20 kilos de gases contaminantes, cantidad inferior a los 34kg que produciría un foco ahorrador y mucho menos que los 150kg que produciría un foco incandescente.

Así se tiene dos razones poderosas para tomar conciencia de la importancia del uso de lámparas LED. No solo ahorran dinero, también son amigables con el planeta

6.1. Medidas de Zonas a Iluminar

Ahora se procederá a proponer iluminación con tecnología LED en las siguientes zonas exteriores, en las cuales se obtuvieron niveles deficientes de iluminación. Se describirán las dimensiones de las zonas y la altura de postes para la propuesta:

Canchas de Tenis (1 de 8 Canchas):

- Largo: 23.75 m.
- Ancho: 10.86 m.
- Altura de Postes: 10 m.

Se cuenta con dos postes, cada poste carga 12 reflectores de Halogenuro Metálico de 400 W, esto es porque 6 reflectores apuntan a una cancha y los otros 6 apuntan a la otra cancha que está al lado. Los postes se ubican justo al medio de cada lado de la cancha.

Estacionamiento:

- Largo: 34.19 m.
- Ancho: 6.12 m.
- Altura de Postes: 10 m.

Se cuenta con un solo poste, con 3 reflectores de HM de 250 w, en el punto medio del estacionamiento.

Parques Infantiles 1 y 2:

- Largo: 36.28 m
- Ancho: 40.83 m
- Altura de Postes: 10 m.

En cada parque se cuenta con un solo poste que soporta 3 reflectores de HM de 400 W ubicado justo al medio del parque.

Cancha de Fútbol:

- Largo: 40.86 m.
- Ancho: 19.80 m.

- Altura de Postes: 12 m; hay cuatro postes; dos ubicados a cada lado, ubicados c/u a 11.60 m de cada esquina. Cada poste carga con 3 reflectores HM de 250 W, a 12 m de altura.

Cancha Principal de Basket:

- Largo: 28.41 m
- Ancho: 17.86 m
- Altura de Postes: el techo está a 10 m aprox. Y de ahí cuelgan 16 reflectores HM de 400 W aprox. distribuidos equidistantemente en 2 filas de 4 al medio; y en los lados a 11 m de las esquinas hay dos pares de 2 reflectores.

Canchas Basket 2 y 3:

- Largo: 24.04 m
- Ancho: 32.60 m
- Altura de Postes: el techo está a 10 m aprox. Y de ahí cuelgan 16 reflectores halógenos de 150 W distribuidos equidistantemente en dos filas de 8 a lo largo.

Canchas Frontón (3 Canchas):

- Largo: 19.46 m
- Ancho: 44.66 m
- Altura de Postes: el techo está a 15 m aprox. Y de ahí cuelgan 48 reflectores HM de 400W; ubicados de la sgte. manera: 15 en el borde a lo largo, otros 15 justo al medio (a lo largo); 3 en cada borde a lo ancho; y otros 6 ubicados de a 2 en el límite de cada cancha (las 3 canchas están juntas una al lado de la otra); equidistantes.

Perimetral del Club (vehicular y peatonal):

- Largo: 1100 m
- Ancho: 7.50 m
- Altura de Postes: Los postes de alumbrado público están a 7 m, cada uno es de HM de 70 W (tipo gota) , y hay una distancia aprox. de 25 m entre poste y poste. Son 44 postes de alumbrado publico en total alrededor del club. Solamente hay postes en un lado de la vía, sobre la parte peatonal y alumbrando tanto lo peatonal como la parte vehicular.

Caminería Interna (del primer parque a las canchas de futbol):

- Largo: 79.77 m
- Ancho: 4.60 m
- Altura de Postes: 7m, y solo hay 3 postes; c/u con 2 lámparas de HM de 70 W, de alumbrado público (tipo gota). El primer poste está a 10.20 m de empezar el camino, el siguiente a 29.39 m de distancia del primero y el tercero está a 27.5 m de distancia del segundo y a 12.24 m del fin del camino.

6.2. Luminarias a Utilizar

Para la propuesta se plantea utilizar las siguientes luminarias LED que van a reemplazar a los reflectores de 400 W, los de 250 W y los de 70 W. Todas son del proveedor Schreder Peru S.A. , que tiene una oficina en Arequipa localizada en Av. Alcides Carrion D-4B Jose Luis Bustamante y Rivero.

En primer lugar, para las luminarias de Caminería de Vapor de Sodio de Alta Presión y de Halogenuro Metálico de 70 W, se utilizará la Luminaria Albany MAXI LED de 36 W de potencia; que la sustituye completamente. (ver Anexos).

Esta luminaria es excelente para alumbrado público, caminería y zonas de tránsito peatonal internas y externas.

En cuanto a los reflectores de 250 y 400 W de las canchas deportivas, se propone utilizar las siguientes luminarias: INDUFLOOD 4 e INDUBAY GEN 3. (Ver Anexos).

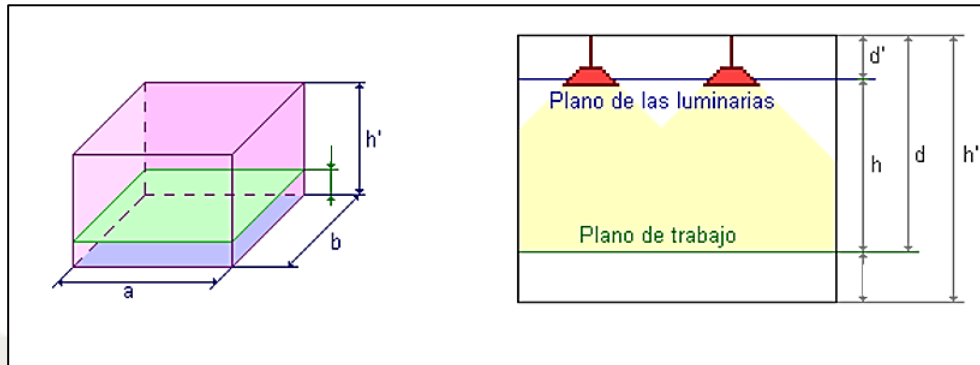
Para la Cancha de futbol 11, se utilizará la luminaria OMNIBLAST GEN 2; que reemplazaría a los reflectores de 1500 W.

6.3. Detalles de la Propuesta

Para proponer el cambio a LED's, teniendo ya las dimensiones de las áreas a intervenir y las luminarias elegidas; se procede a utilizar el siguiente software de iluminación, llamado ULYSSE. Este software es capaz de calcular el número de luminarias necesarias para una determinada altura y posición. Tradicionalmente, se haría el método de los lúmenes, que se describe a continuación para entender cómo funciona este programa. La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar.

- Datos de entrada
Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo)

Imagen 31: Datos de entrada del programa



Fuente: Carreón (1990).


Donde:

- h: altura entre el plano de trabajo y las luminarias
- h': altura del local
- d: altura del plano de trabajo al techo
- d': altura entre el plano de trabajo y las luminarias
- a y b: superficie del área

- Cálculo del Índice del Local
$$k = (a \times b) / (h \times (a + b))$$
- Determinar los coeficientes de reflexión de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado.
- Determinar el factor de utilización (η, CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas, se encuentran para cada tipo de

luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local.

Tabla 25. Coeficientes de Reflexión

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización (η)														
		Factor de reflexión del techo														
		0.8			0.7			0.5			0.3			0		
		Factor de reflexión de las paredes														
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.3	0.1	0			
 0%	0.6	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.37	.32	.29	.26	.22	.16			
	0.8	.47	.42	.38	.46	.42	.38	.46	.41	.38	.30	.27	.20			
	1.0	.54	.48	.45	.54	.48	.45	.53	.48	.45	.36	.33	.26			
	1.25	.60	.56	.52	.60	.55	.52	.60	.55	.52	.44	.40	.35			
	1.5	.66	.61	.57	.65	.60	.57	.64	.60	.57	.49	.46	.41			
	2.0	.72	.67	.64	.71	.67	.64	.70	.66	.63	.53	.50	.45			
	2.5	.76	.71	.68	.75	.71	.68	.73	.71	.68	.59	.56	.52			
	3.0	.79	.75	.72	.78	.75	.71	.77	.73	.71	.65	.63	.60			
$D_{max} = 1.1 H_m$	4.0	.82	.79	.77	.81	.79	.76	.80	.77	.75	.68	.67	.64			
f_m	.55	.60	.65	.84	.82	.79	.83	.81	.78	.82	.79	.77	.71	.70	.67	

Fuente: Carreón, 1990

- Determinar el factor de mantenimiento, información obtenida de las tablas del fabricante.
- Determinar el nivel de luminancia media, de acuerdo a la Norma Técnica de Salud y las Normas DGE relacionadas a la iluminación.
- Definir que tipo de luminaria se empleará y la potencia.
- Determinar el flujo luminoso total para definir la cantidad de luminarias que serán necesarias en la instalación. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

Donde:

- ΦT es el flujo luminoso total
- Em es la iluminancia media deseada
- S es la superficie del plano de trabajo

η es el factor de utilización
 f_m es el factor de mantenimiento

- Determinar el número de luminarias a emplear

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

Donde:

N es el número de luminarias

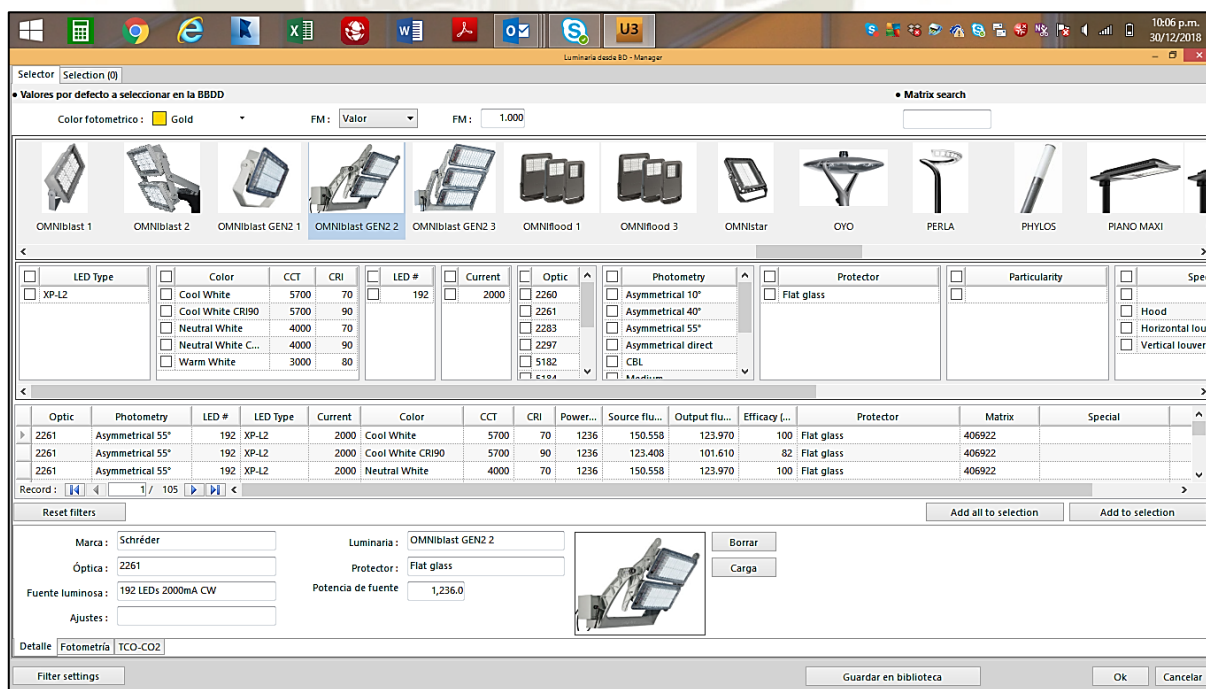
Φ_T es el flujo luminoso total

Φ_L es el flujo luminoso de una lámpara

n es el número de lámparas por luminaria

El software Ulysse permite obtener esto con los datos de entrada y la elección de las luminarias disponibles en el catálogo de Schreder.

Imagen 32: Software Ulysse para Iluminación

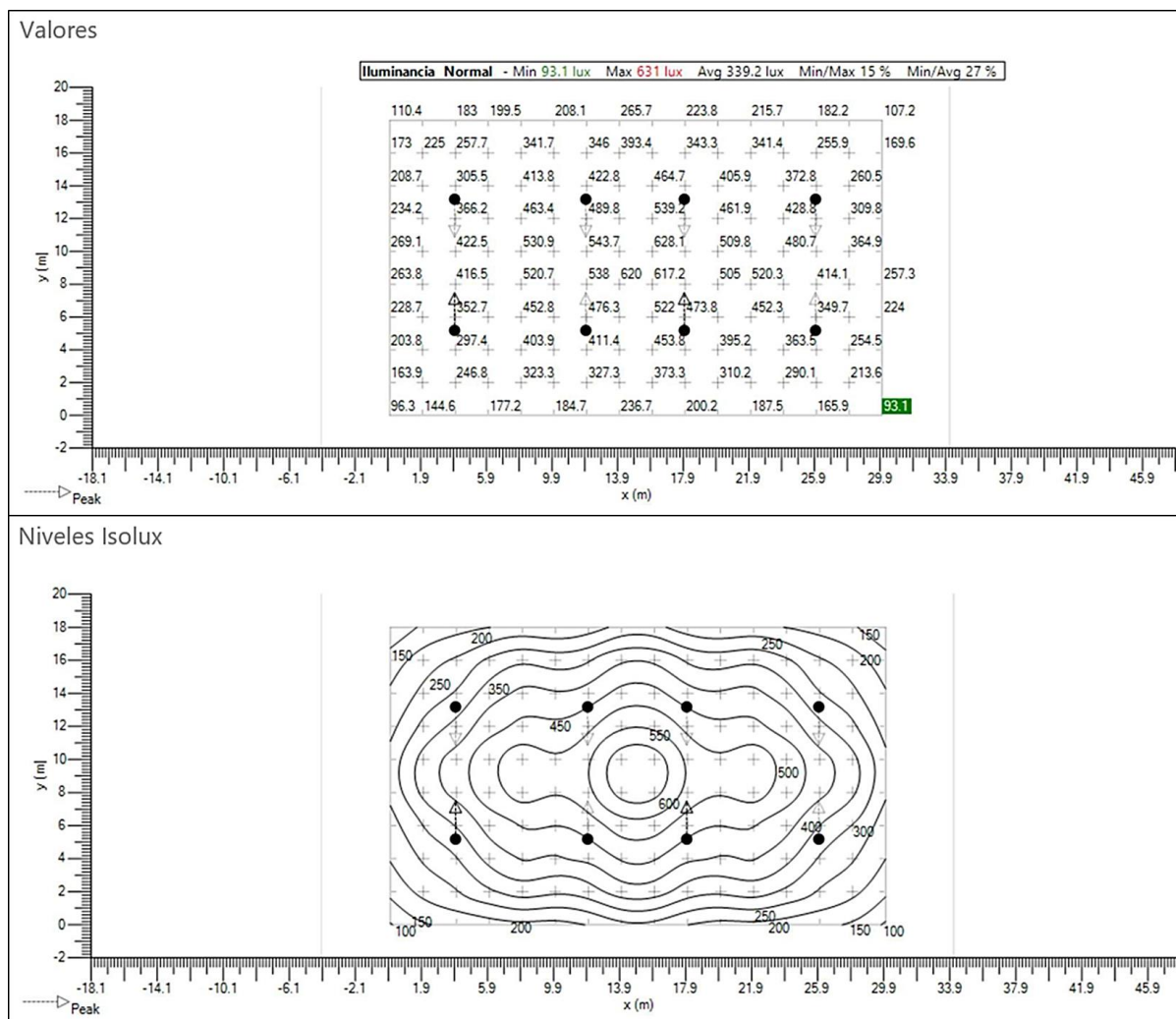


Fuente: Socolec.com

Se ingresa la data al programa, y éste bota los siguientes resultados para cada zona a intervenir:

- Cancha de Basket:

Imagen 33: Malla y Curvas Isolux de Cancha de Basket

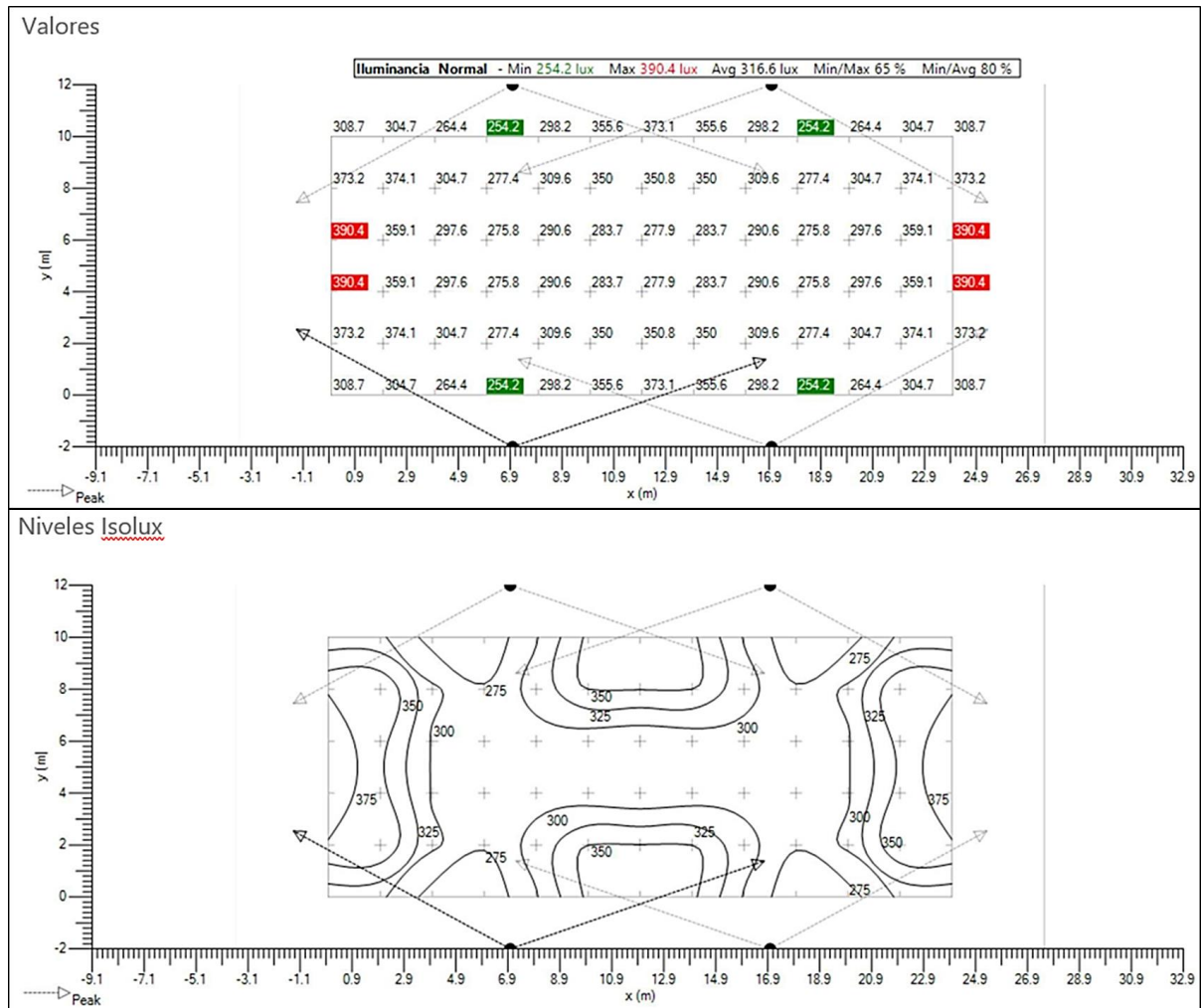


Fuente: Software Ulysse

COMENTARIO: Se pueden ver las curvas isolux, es decir; las áreas en que se tiene igual cantidad de iluminación en luxes, que se obtendría para la cancha de básquet, con una iluminación mínima de 93.1 y máxima de 631 lux; iluminación promedio de 339.2 lux que cumple con los niveles recomendados para entrenamiento; según norma. (Ver anexo 3).

- Tenis

Imagen 34: Malla y Curvas Isolux Canchas de Tenis



Fuente: Software Ulysse.

COMENTARIO: Igualmente, para la cancha de tenis se muestra la luminaria elegida; y la posición en que iría cada una. Para tenis se tiene una iluminación mínima de 254.2 lux, máxima de 390.4 lux y una iluminación promedio de 316.6 lux; que cumple con los niveles de iluminación recomendados para entrenamiento; según norma.

- Estacionamientos y Parques:

Imagen 35: Resumen de Poder y Curvas Isolux de Estacionamiento y Parques

5.1. Descripción de la matriz

Ph. color	Matriz	Descripción	Flujo de lámpara [klm]	Flujo luminaria [klm]	Eficiencia [lm/W]	FM	Altura	Aparato
	418432	INDU FLOOD 4	36.288	30.710	150	0.900	2 x 10m	

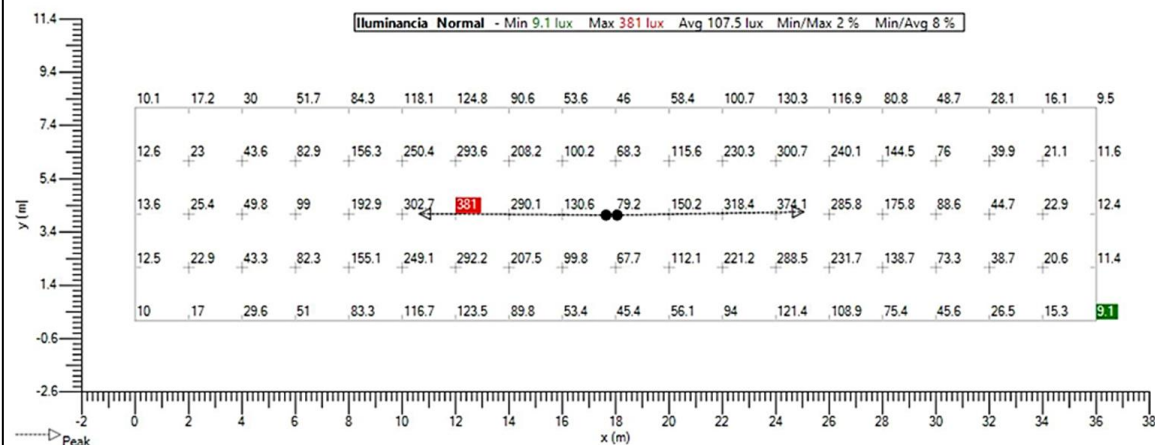
5.2. Posiciones de luminarias

	Nº	Posición			Luminaria							Objetivo		
		X [m]	Y [m]	Z [m]	Matriz	Descripción	Az [°]	Inc [°]	Rot [°]	Flujo [klm]	FM	X [m]	Y [m]	Z [m]
<input checked="" type="checkbox"/>	1	17.64	3.97	10.00	418432	INDU FLOOD 4	270.4	35.0	0.0	36.288	0.900	10.64	4.07	0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	2	18.05	3.97	10.00	418432	INDU FLOOD 4	89.0	35.0	0.0	36.288	0.900	25.05	4.09	0.00

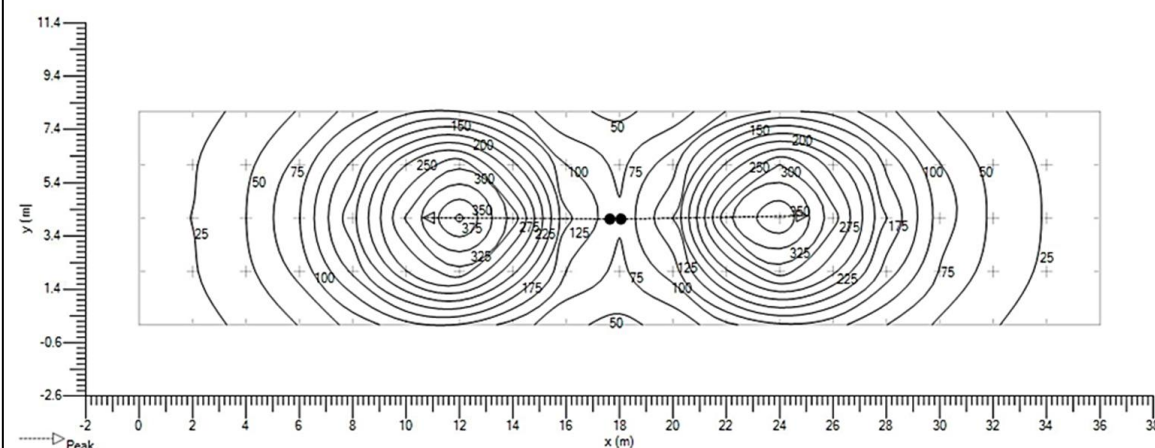
5.3. Grupos de luminarias

	Unica									
	Nº	Posición			Luminaria					
		X [m]	Y [m]	Z [m]	Matriz	Az [°]	Inc [°]	Rot [°]	Dím [%]	
<input checked="" type="checkbox"/>	1	17.64	3.97	10.00	418432	270.4	35.0	0.0	100	
<input checked="" type="checkbox"/>	2	18.05	3.97	10.00	418432	89.0	35.0	0.0	100	

Valores



Niveles Isolux



Fuente: Software Ulysse.


COMENTARIO: En cuanto al estacionamiento y los parques, se puede ver el resumen de la luminaria elegida; así como las curvas de igualdad de iluminación (isolux) que brindarían estos equipos. Para estas zonas, se tiene una iluminancia mínima de 9.1 lux; máxima de 381 lux y promedio de 107.5 lux; que cumple con la norma técnica de salud y la recomendación de Niebel. (Anexo 1)

- Alumbrado Público y Camineria

Imagen 36: Luminaria Elegida para Caminería y Público

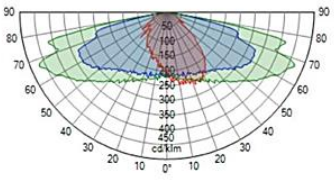
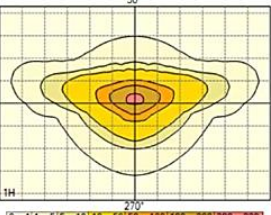
1. Aparatos

1.1. Albany MAXI LED



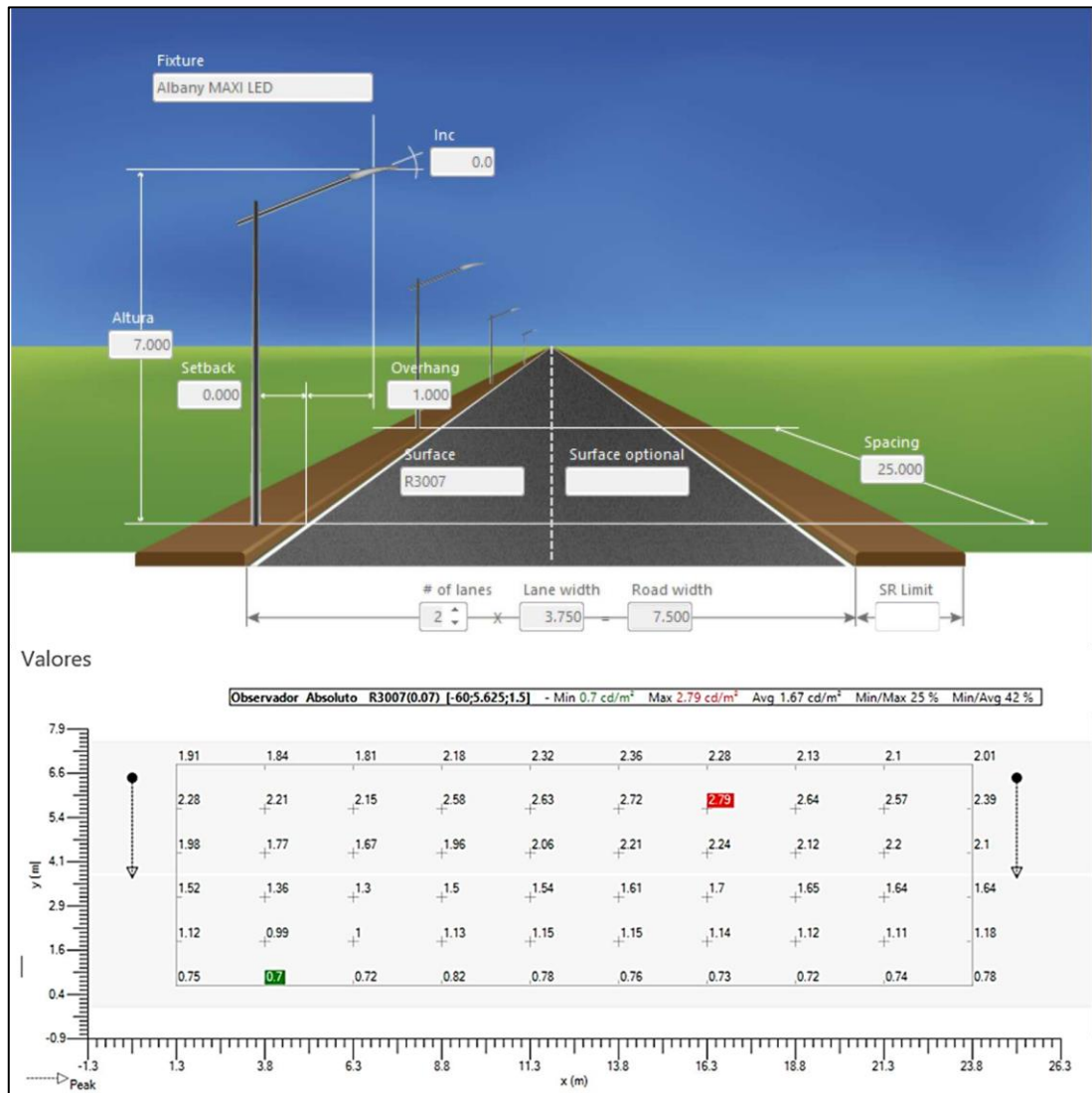
Tipo	Albany MAXI LED
Reflector	5102
Fuente	32 LEDs 700mA NW
Protector	Deep shape PC
Ajustes	
Flujo de	9.2 klm
Clase G	1

Potencia	71.0 W
Potencia	71.0 W
Eficiencia	107 lm/W
Flujo luminaria	7.584 klm
FM	1.00
Matriz	361792

Fuente: Software Ulysse

Imagen 37: Interfaz y Valores de Iluminación para Caminería y Público

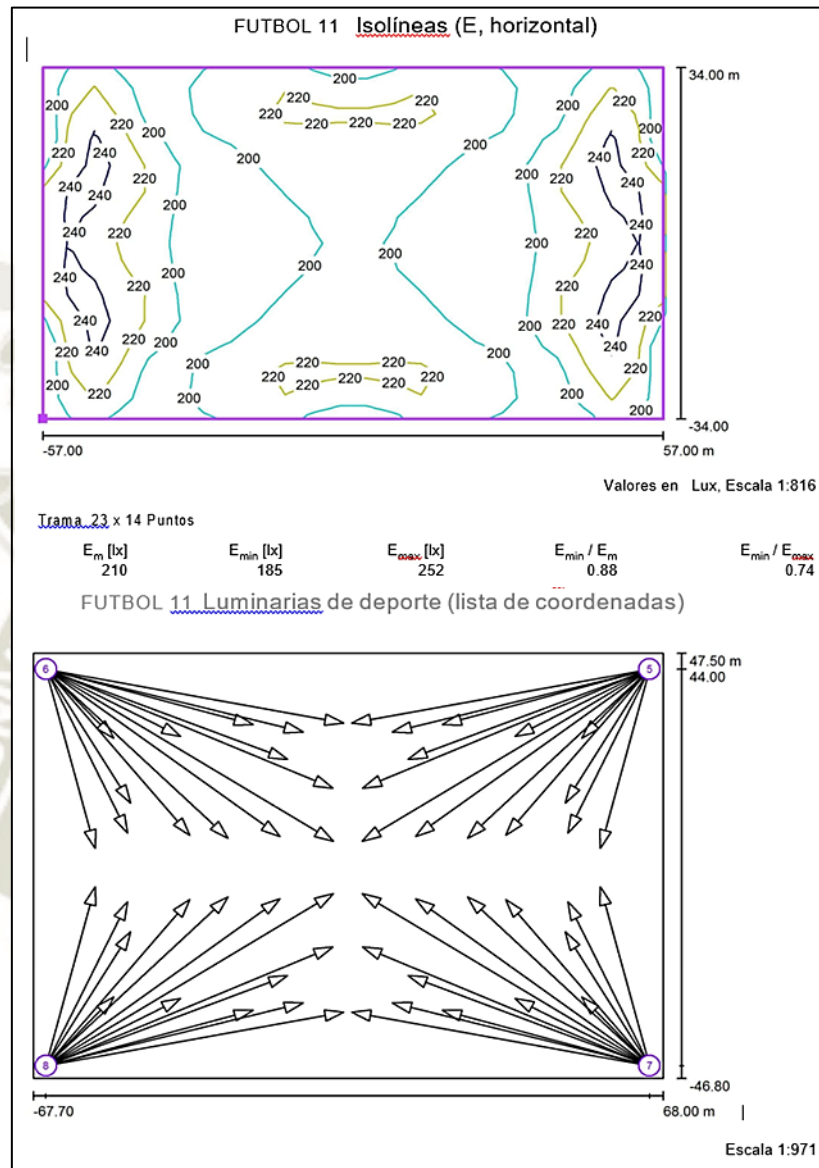


Fuente: Software Ulysse

COMENTARIO: En cuanto al alumbrado público, el programa calcula para las luminarias de alumbrado público no sólo la iluminación que distribuye al frente, sino también hacia atrás. Se eligió una luminaria de 71 W que estaría proporcionando una iluminancia mínima de 7.6 lux; máxima de 28.9 lux y promedio de 17.89 lux; lo cual es conforme según la norma técnica de salud y las recomendaciones de Niebel (Anexo 1)

- Cancha De Fútbol 11

Imagen 38: Curvas Isolux y Ubicación de Luminarias Fútbol

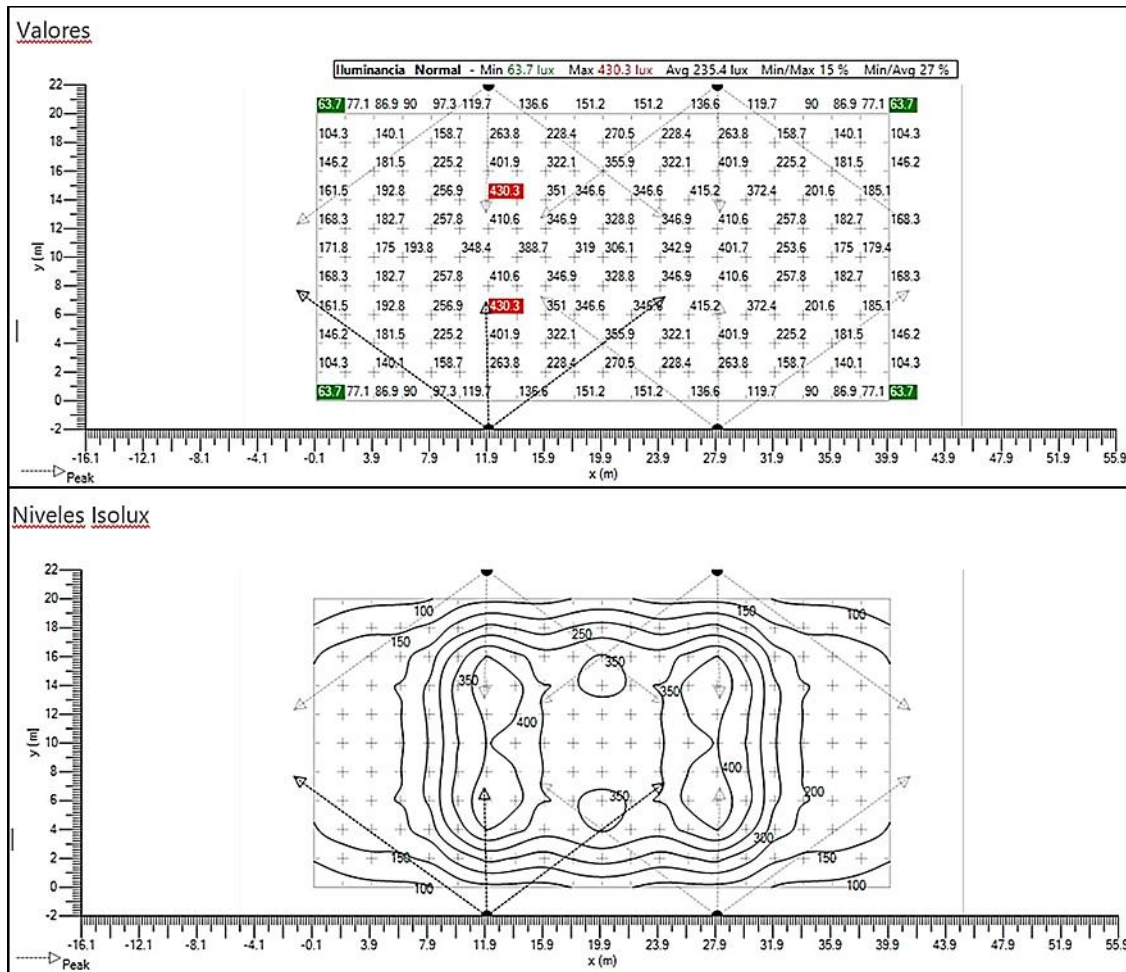


Fuente: Software Ulysse

COMENTARIO: Para la cancha de Fútbol, se tomó en cuenta los 4 postes que se tienen; y el programa calcula una iluminación mínima de 185 lux; máxima de 252 lux y promedio de 210; que cumple con el nivel recomendado para entrenamiento.

- Cancha de Fútbolito:

Imagen 39 : Valores y Curvas Isolux – Fútbolito



Fuente: Software Ulysse

COMENTARIO: Para la cancha de fútbolito se muestran las curvas isolux; asimismo se calcula una iluminancia mínima de 63.7 lux, máxima de 430.3 lux y promedio de 235.4 lux, lo cual cumple con el nivel recomendado para entrenamiento ligero (Anexo 2).

6.4. Presupuesto de Cambio a Led

Para el presupuesto se tomará en cuenta el número total de luminarias y se considerará un adicional del 2% del valor total de las luminarias por conceptos de cableado y conexiones. Asimismo, se tomó en cuenta el IGV de 18% para el costeo de la propuesta.

Tabla 26: Resumen de Luminarias LED por Área

ÁREA	TIPO DE LUMINARIA	CANTIDAD	NOTAS	VALOR (S/.)
Canchas de tenis 8 canchas	INDU FLOOD 4	64	8 CADA CANCHA	S/ 54,230.91
Estacionamiento	INDU FLOOD 4	2		S/ 1,694.72
Parques Infantiles 1 y 2	INDU FLOOD 4	8	4 CADA PARQUE	S/ 6,778.86
Cancha de Fulbito	INDU FLOOD 4	4		S/ 3,389.43
Cancha Futbol 11	OMNIBLAST GEN 2	60	15 EN CADA POSTE	S/ 549,797.40
Cancha Basket 1	INDU BAY GEN 3	8		S/ 8,481.46
Canchas Basket 2 y 3	INDU BAY GEN 3	8		S/ 8,481.46
Canchas de Frontón	INDU BAY GEN 3	36	SON 6 CANCHAS	S/ 38,166.58
Perimetral del Club	ALBANY MAXI LED	44		S/ 71,966.31
Caminería Interna	ALBANY MAXI LED	12		S/ 19,627.18
TOTAL				S/ 762,614.32
20 % EXTRA POR EL CABLEADO Y MANO DE OBRA				S/ 152,522.86
TOTAL INSTALACIÓN DE LUMINARIAS LED				S/ 915,137.18

Fuente: Elaboración Propia

Es así que se obtiene un costo total de instalación del sistema LED de S/. 915'137.18 en el Club. Tomando unos 3 días aprox. por cancha, en total el tiempo necesario para realizar la instalación completa sería de 83 días en todas las zonas exteriores del Club.

6.5. Análisis de rentabilidad LED / Mantto. Actual

Ahora procederemos a realizar un análisis de rentabilidad; para poder determinar si convendría seguir con el mismo sistema de iluminación exterior

actual y realizarle mantenimiento, o bien cambiar al sistema LED lo cual no necesitaría hacerse mantenimiento alguno.

Cabe mencionar que la tarifa que SEAL le cobra al Club es de S/.0.23 el Kwh.

El primer paso será calcular el gasto de energía eléctrica del club con sus luminarias actuales; y luego comparar para ver cuál sería el ahorro en caso de implementar tecnología LED. Este ahorro se tomará como dato en los flujos que siguen luego.

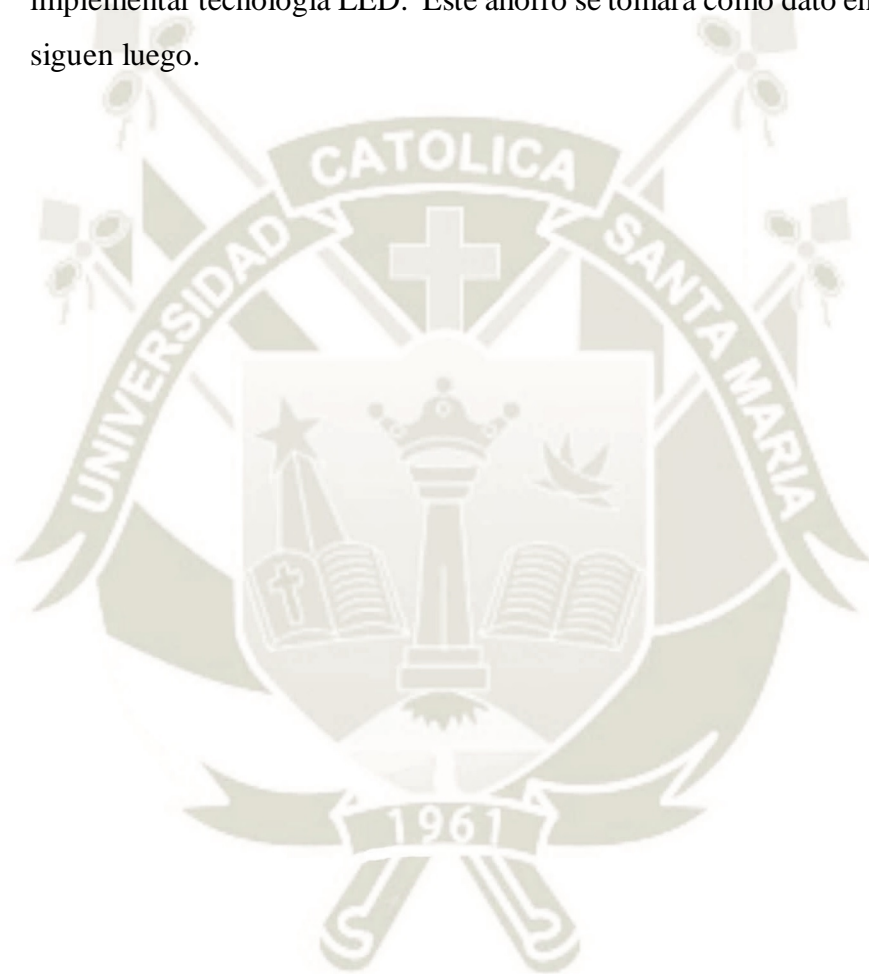


TABLA 26: COMPARACION COSTO ELECTRICIDAD ACTUAL VS LED

UBICACIÓN	DESCRIPCIÓN	MARCA	DESCRIPCIÓN	POTENCIA A INSTALADA	CANTIDAD	HORAS AL MES	COSTO ACTUAL	COSTO CON LED'S
BASQUET 3 CANCHAS	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	16			
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	16	42	3024	1940.4
	LÁMPARA		LÁMPARA HALÓGENA LINEAL 150 W	150	16	42	1134	1940.4
	REFLECTOR		REFLECTOR HALÓGENO 150 W	150	16	42		
FULBITO	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	250	12	48		
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 250 WATTS 645 HPI-T	250	12	48	2160	2164.8
PERIMETRAL DEL CLUB	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 70 W	175	43	241.5	7607.25	1912.68
FRONTÓN 6 CANCHAS	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	84	0		
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	84	42	3024	1940.4
TENIS DE CAMPO 8 CANCHAS	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	70	42		
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	70	42	3024	1549.8
PARQUES INFANTILES	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 400 W	400	6	115.5		
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA HALOGENURO METÁLICO 400 WATTS 645 HPI-T	400	6	115.5	8316	4261.95
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 70 W	70	28	115.5	1455.3	748.44
ESTACIONAMIE NTO	REFLECTOR	PHILLIPS	REFLECTOR HALOGENURO METÁLICO MODELO CONTEMPO L 250 W	250	8	115.5		
	LÁMPARA	PHILLIPS	LÁMPARA VAPOR DE SODIO SON-T-PLUS 250 W	250	8	115.5	5197.5	4261.95
COSTO TOTAL							S/34,942.05	S/20,720.82

Fuente: Elaboracion Propia

Se calcula que el ahorro es cercano al 40% en consumo eléctrico desde el primer mes.

A continuación se proyectarán flujos de caja para la propuesta de mantenimiento y para la propuesta de cambio a LEDS, y se compararán con el escenario actual en que no se hace mantenimiento; para analizar cual sería más rentable en el tiempo; el horizonte de evaluación será de 10 años al futuro. Además, se tomará en cuenta la inflación del 3% calculada anteriormente para los siguientes flujos de caja proyectados.

Así, se encontró que con la implementación de tecnología LED se tendría un ahorro proyectado de S/.821'094.7; mientras que con la propuesta actual se tiene un ahorro de S/.6855.5; con lo cual se puede decir que convendría efectuar el cambio a tecnologías LED en las zonas de iluminación exterior del Club.

Los flujos se encuentran a continuación:

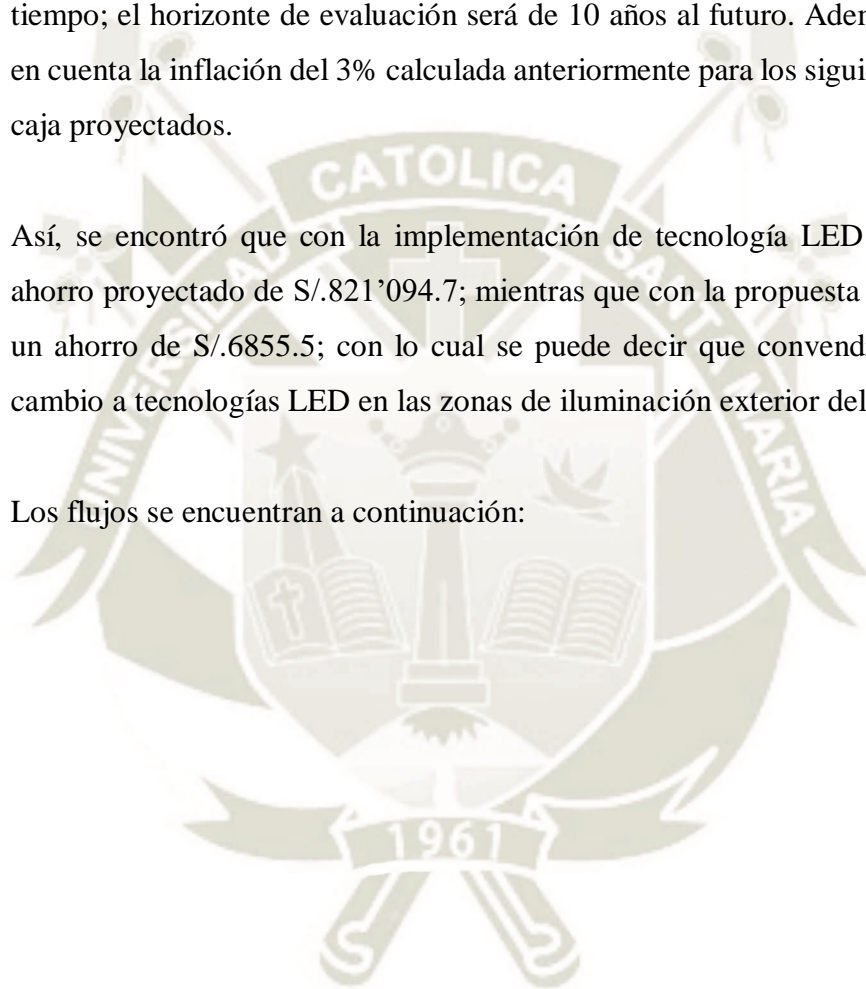


Tabla 28: Flujos de Caja Proyectados

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
PROPUESTA MANTENIMIENTO										
Costo Iluminacion	S/419,304.6	S/431,883.7	S/444,840.3	S/458,185.5	S/471,931.0	S/486,089.0	S/500,671.6	S/515,691.8	S/531,162.5	S/547,097.4
Costo Mantenimiento de Iluminacion	S/65,113.8	S/64,188.8	S/64,933.8	S/65,625.4	S/68,191.9	S/67,099.9	S/67,886.9	S/68,096.8	S/71,449.4	S/69,619.3
Total Flujo con Mantenimiento	S/484,418.4	S/496,072.6	S/509,774.0	S/523,810.9	S/540,122.9	S/553,188.8	S/568,558.5	S/583,788.6	S/602,611.9	S/616,716.7
COSTO SIN MANTENIMIENTO										
Costo iluminación	S/419,304.6	S/431,883.7	S/444,840.3	S/458,185.5	S/471,931.0	S/486,089.0	S/500,671.6	S/515,691.8	S/531,162.5	S/547,097.4
Costos fijos mano de obra	S/60,000.0	S/60,600.0	S/61,206.0	S/61,818.1	S/62,436.2	S/63,060.6	S/63,691.2	S/64,328.1	S/64,971.4	S/65,621.1
Costos cambio de luminarias	S/6,713.8	S/6,915.2	S/7,122.7	S/7,336.4	S/7,556.4	S/7,783.1	S/8,016.6	S/8,257.1	S/8,504.8	S/8,760.0
Total Flujo sin Mantenimiento	S/486,018.4	S/499,399.0	S/513,168.9	S/527,339.9	S/541,923.7	S/556,932.7	S/572,379.5	S/588,277.0	S/604,638.8	S/621,478.5
PROPUESTA CAMBIO A LEDS										
Costo Instalación de LEDS	S/915,137.2									
Costo Iluminacion con LED	S/248,649.8	S/256,109.3	S/263,792.6	S/271,706.4	S/279,857.6	S/288,253.3	S/296,900.9	S/305,807.9	S/314,982.2	S/324,431.6
Total Flujo con Instalacion LED	S/1,163,787.0	S/256,109.3	S/263,792.6	S/271,706.4	S/279,857.6	S/288,253.3	S/296,900.9	S/305,807.9	S/314,982.2	S/324,431.6

Fuente: Elaboracion Propia

Entonces procederemos a comparar las alternativas y traerlas al presente para ver cual es la mas rentable.

Tabla 29: Comparacion de Alternativas

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Total Flujo con Mantenimiento	S/484,418.4	S/496,072.6	S/509,774.0	S/523,810.9	S/540,122.9	S/553,188.8	S/568,558.5	S/583,788.6	S/602,611.9	S/616,716.7
Total Flujo con Instalacion LED	S/1,163,787.0	S/256,109.3	S/263,792.6	S/271,706.4	S/279,857.6	S/288,253.3	S/296,900.9	S/305,807.9	S/314,982.2	S/324,431.6
Total Flujo sin mantenimiento	S/482,436.4	S/495,709.5	S/509,368.8	S/523,425.7	S/537,892.1	S/552,780.2	S/568,102.4	S/583,871.6	S/600,101.2	S/616,804.8
VAN MANTENIMIENTO PROPUESTO ACTUAL	S/3,625,822.5		VAN SIN MANTENIMIENTO	S/3,646,883.2						
VAN PROPUESTA LEDS	S/2,797,943.1		VAN MANTENIMIENTO PROPUESTO ACTUAL	S/3,625,822.5						
Diferencia a favor	S/827,879.3		Diferencia a favor	S/21,060.8						

Fuente: Elaboración Propia

COMENTARIO: Claramente se puede visualizar que la propuesta de mantenimiento ya supone un ahorro para el Club que el no hacer mantenimiento. Sin embargo, la propuesta de cambio a tecnología LED conlleva un ahorro incluso mayor, para asimismo poder brindar un correcto nivel de iluminación a los socios.

Tabla 30: Recuperación de Inversión y B/C propuesta LED

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Costo actual	S/486,018.4	S/499,399.0	S/513,168.9	S/527,339.9	S/541,923.7	S/556,932.7	S/572,379.5	S/588,277.0	S/604,638.8	S/621,478.5
Gasto de LED	S/248,649.8	S/256,109.3	S/263,792.6	S/271,706.4	S/279,857.6	S/288,253.3	S/296,900.9	S/305,807.9	S/314,982.2	S/324,431.6
AHORRO	S/237,368.6	S/243,289.6	S/249,376.3	S/255,633.5	S/262,066.1	S/268,679.4	S/275,478.5	S/282,469.1	S/289,656.6	S/297,046.9
Inversión de compra led	S/1,253,737.9									
Amortización	S/237,368.6	S/243,289.6	S/249,376.3	S/255,633.5	S/262,066.1	S/6,003.9				
Por pagar	S/1,016,369.4	S/773,079.8	S/523,703.5	S/268,070.0	S/6,003.9	S/0.0				
Ganancia despues de inversión	S/0.0	S/0.0	S/0.0	S/0.0	S/0.0	S/262,675.5	S/275,478.5	S/282,469.1	S/289,656.6	S/297,046.9

B/C	1.12
------------	------

COMENTARIO: Asimismo, se tiene que la propuesta de LED, al conllevar un ahorro significativo en cuanto a gastos de energía eléctrica; supone un ratio de beneficio costo de 1.12, según lo cual se estaría empezando a generar ganancias a partir del sexto año. Para ello se armó la tabla anterior comparando el ahorro que conllevaría las tecnologías LED y los gastos actuales. Definitivamente es la mejor opción en cuanto a los requerimientos de iluminación del Club. En cuanto a la inversión se considera una tasa de interés del 37%, que es el estándar que cobran las entidades bancarias, sobre el monto de inversión de LED, motivo por el cual el monto asciende a S/.1'253'737.9

CONCLUSIONES

Primera conclusión

Sobre la mejora en la gestión de mantenimiento de los sistemas de iluminación del Club Internacional Arequipa, se concluye que, se proponen una organización a través de la clasificación ABC, así como un inventario detallado de las luminarias, formatos de OT'S y de Revisión de Equipos. Las mejoras propuestas supondrían un ahorro en consumo de energía de S/.21'060.80 durante los diez primeros años. Asimismo, se propone un cambio a tecnologías LED, que supondría un ahorro en consumo energético de S/.827'879.30 en los primeros diez años.

Segunda conclusión

En cuanto al diagnóstico de la situación actual, se concluye que existen deficiencias en las categorías de Ejecución (peso asignado de 8) y Planeamiento del mantenimiento (peso asignado de 10); habiendo obtenido un 48% con el método del radar. Asimismo, la categoría Habilidad del personal es la más fuerte (peso asignado de 9); con un resultado del 59% según el método del radar.

Tercera conclusión

Respecto a la identificación de la problemática que presenta el Club en base a sus procesos de mantenimiento de iluminación actuales, se concluye que son una clara falta de inventario detallado, falta de mantenimiento preventivo, falta de buenos canales de comunicación (formatos) y organización. Asimismo; se tiene que las principales luminarias con las que se cuentan son los reflectores Contempo L de 400 W; y los reflectores Sport Redondos de 1500 W.

Cuarta conclusión

En lo concerniente a identificar las herramientas de la Gestión del Mantenimiento que ayudarán a solucionar los problemas detectados, se concluye que las herramientas de espina de Ishikawa, diagrama ABC, el Radar de mantenimiento, y DAP. La propuesta de mantenimiento implicaría un costo de s/.65'113.8 el primer año; y se contrasta con

la propuesta de implementación LED que costaría S/.1'163'787.0 el primer año, pero supondría un ahorro de S/. 827'879.30 en los primeros diez años.

Quinta conclusión

Se concluye que las mejoras adecuadas, está en función a la organización del área de mantenimiento, a través del inventario, los formatos del registro de las luminarias, considerando el tiempo de vida útil de las mismas, más no el tiempo de vida medio, además de la propuesta de cronogramas y presupuestos para un mantenimiento debidamente estructurado; para lo cual se tienen programados recambios de lámparas una vez cada 2 años para los reflectores de 400 W y cada 4 años para los de 1500 W; y cada dos años los de 70 W.



RECOMENDACIONES

Primera recomendación

Se recomienda la implementación de las mejoras propuestas para poder tener un correcto mantenimiento de iluminación en el Club Internacional Arequipa y brindar un correcto nivel de iluminación a los socios, que cumpla con los estándares para las actividades que se realizan en el Club.

Segunda recomendación

Se recomienda que una vez al año se mida la iluminación de interiores, para monitorear periódicamente las luminarias de las zonas C según la clasificación propuesta en caso necesiten recambios.

Tercera recomendación

Verificar una vez cada dos meses que los equipos y repuestos adquiridos son los necesarios para los recambios.

Cuarta recomendación

Mantener un control constante de las herramientas propuestas, de lo posible volver a evaluarlas una vez cada semestre para mantener una base de datos actualizada; en especial la clasificación ABC en caso de adquirir o cambiar alguna luminaria en zonas interiores o exteriores.

Quinta recomendación

Por último, se recomienda ejecutar el cambio de la iluminación total del Club por LED's, estudio que habrá de ser hecho por profesionales de la rama de ingeniería eléctrica o con especialización en luminotecnia y aplicada a todo tipo de ambientes, pero priorizando las zonas deportivas debido a la naturaleza del Club.

BIBLIOGRAFIA

- Chapa Carreón, J. (1990). *Manual de Instalaciones de Alumbrado y fotometría*. Limusa.
- Club Internacional Arequipa. (2018). *Club Internacional Arequipa*. Obtenido de Reseña Histórica: <http://www.clubinter.org.pe/institucion/historia>
- DiLaura, D. (2011). *The Lighting Handbook: reference & application*. Nueva York: Illuminating Engineering Society of North.
- Dounce V., E., & López de León, C. (2009). *La productividad en el Mantenimiento Industrial*. México D.F.: Grupo Editorial Patria, S.A. de C.V.
- Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon Campbell, J. (2000). *Sistemas de Mantenimiento: Planeación y Control*. México D.F.: Limusa S.A. de C.V.
- García Fernández, J. (2012). *Iluminación de Interiores*. Obtenido de Iluminación Interior: Conceptos y ejercicios: <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint1.html>
- García Garrido, S. (2003). Organización y Gestión de Mantenimiento. En S. García Garrido, *Organización y Gestión de Mantenimiento* (pág. 1). Madrid: Ediciones Díaz de Santos S.A.
- Llaguno, M. (2013). *Diseño de un Sistema de Iluminación para el edificio Mc Gregor*. Lima - Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Moreno, L. (2018). *Luminotecnia: El arte de la correcta iluminación*. CreateSpace Independent Publishing.
- Nieto, S. (27 de Mayo de 2009). *Mantenimiento Industrial*. Obtenido de Mantenimiento Industrial: <http://mantenimientosindustriales2009.blogspot.com/2009/05/historia-del-mantenimiento.html>
- Olarte, W., Botero, M., & Cañon, B. (2010). Importancia del Mantenimiento Industrial dentro de los Procesos de Producción. *Scientia et Technica*, 354-356.
- Salazar Lopez, B. (2016). *Ingeniería Industrial Online.com*. Obtenido de Ingeniería Industrial Online: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/mantenimiento/>
- Van Bommel, W., & Rouhana, A. (2011). *Fundamentos sobre la Generación de la Luz y el Alumbrado*. Phillips Lighting University.

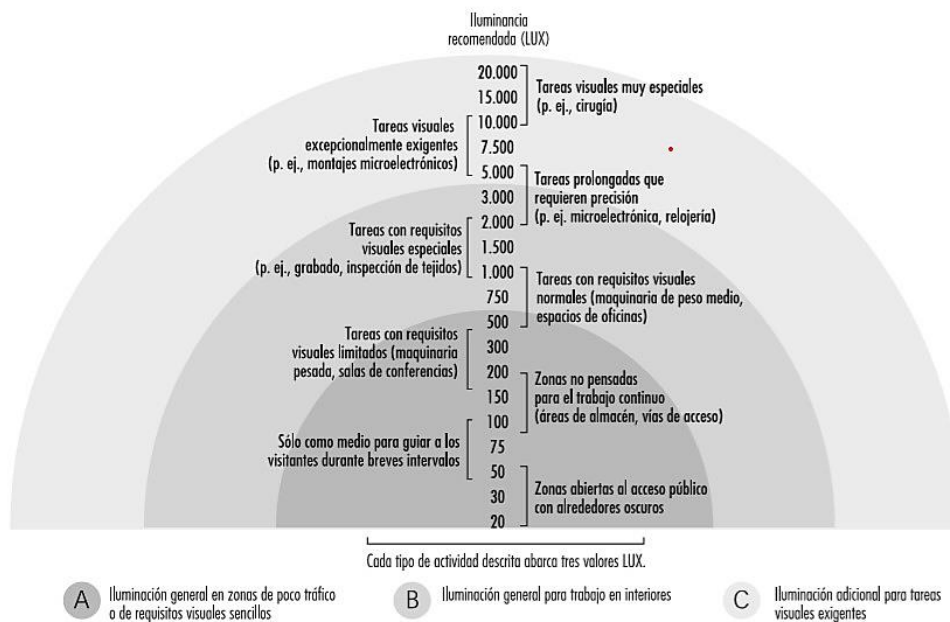
ANEXOS

ANEXO 1:

NIVELES DE ILUMINACION SEGUN LA TAREA VISUAL

CLASE	TAREAS VISUALES EN ÁREAS DE TRABAJO	NIVEL DE ILUMINACIÓN (LUX)
		Min – Medio- Max
A	Áreas de trabajo o circulación exterior	20 – 30 - 50
B	Áreas de circulación: orientación o estancias cortas	50 – 100 –150
C	Áreas no utilizadas para trabajar	100 – 150 – 200
D	Tareas con exigencias visuales escasas	200 – 300 – 500
E	Tareas con exigencias visuales medias	300 – 500 – 750
F	Tareas con exigencias visuales	500 – 750 - 1000
G	Tareas con exigencias visuales difíciles	750 - 1000 - 1500
H	Tareas con exigencias visuales particulares	1000 – 1500 –2000
I	Tareas que requieren una precisión visual	> 2000

Fuente: Norma Técnica de Salud (www.minsa.gob.pe)



Fuente: Niebel – Manual de Ergonomía

ANEXO 2:

DETALLES DEL COSTO DE MANTENIMIENTO ACTUAL

DESCRIPCIÓN	Precio (S/.)	Cantidad	Total
Reflector Sport Redondo 1500 Watts	400	4	1600
Reflector Contempo L 400 Watts	90	6	540
Lámparas 70 W	35	12	420
Cambio Fluorescentes	4.5	180	810
Balastos para Reflectores 1500 W y 400 W	500	4	2000
Balastos para luminarias Interior	62	6	372
Cambio Luminarias de Interiores	80.98333	12	971.80
TOTAL			6713.8

Fuente: Elaboración propia en base a información del Club

NOTA: Estos son valores anuales tomados con base a estimaciones del departamento de mantenimiento según el número de recambios que se hacen cada año de las luminarias. De ello, se tiene que los reflectores más grandes, de 1500 W, se cambian 4 en el año. Los reflectores Contempo L de 400 W se cambian aproximadamente 6 en el año, y así sucesivamente.

ANEXO 3: Norma UNE Iluminación Instalaciones Deportivas

NORMATIVA

UNE 12.193-Iluminación de instalaciones deportivas

A esta norma debe acudirse en el origen de todos los proyectos de iluminación para iluminación de instalaciones deportivas. Recomienda el cumplimiento no solo cuantitativo (iluminancias y uniformidades) sino también cualitativo (deslumbramiento y de nuevo rendimiento en colores).

La norma UNE 12193 indica los niveles de iluminación de las instalaciones deportivas en función del uso, clasificando el alumbrado en tres tipos basándose en el nivel de competición:

- **Alumbrado Clase I:** Competición del más alto nivel. Competiciones nacionales e internacionales. Normalmente acude un gran número de espectadores y los recintos son grandes.
- **Alumbrado Clase II:** Competición de nivel medio. Partidos de competición regional y local.
- **Alumbrado Clase III:** Entrenamiento general, educación física y actividades recreativas.

Las tablas siguientes muestran, para cada deporte, las recomendaciones mínimas de niveles de iluminación y de uniformidad.

Los niveles mínimos de calidad de la luz, en términos de reproducción cromática (Ra). En el caso de deportes en el exterior, se indica el nivel de deslumbramiento máximo.

Si hay retransmisión televisiva, se debe asegurar de que una cámara recibe suficiente luz procedente de una zona en la que se quiere captar una imagen, es necesario especificar y medir los niveles de iluminación hacia cada posición de cámara seleccionada. El propósito de estimar la iluminación hacia un conjunto de cámaras es asegurarse de que cada cámara recibe suficiente iluminación para la parte del terreno de juego que cubre.

Tan importante son los niveles de iluminación como el de uniformidad. También se deben de calcular los niveles de iluminación verticales. Las medidas se deben de tomar 1,5 m por encima del terreno de juego, salvo deportes de natación que se medirá a nivel del agua.

RECOMENDACIONES DE ILUMINACIÓN EXTERIOR PARA EVENTOS NO TELEVISADOS

FÚTBOL AMERICANO, BALONCESTO, CARRERAS DE CICLISMO, FSTBALL, FÚTBOL, BALONMANO, NETBALL, RUGBY Y VOLEIBOL

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	500	0,7	>80	<50
II	200	0,8	>80	<50
III	750	0,5	>20	<55

NATACIÓN (DEPORTES ACUÁTICOS)

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	500	0,7	>80	<50
II	300	0,7	>80	<50
III	200	0,5	>20	<55

Nota: en el caso de saltos de trampolín, también se debería tener en cuenta la uniformidad vertical Clase I: 0,8 Eh / Ev. Clase II: 0,5 Eh/ Ev. Clase III: 0,5 Eh / Ev.

TENIS

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	500	0,7	>80	<50
II	300	0,7	>80	<50
III	200	0,8	>20	<55

Nota: los valores se refieren al "área de juego total", según la definición de la ITF.

Fuente: Normativa Argentina UNE 12.193 – Iluminación Espacios Deportivos

NORMATIVA

UNE 12.193–Iluminación de instalaciones deportivas

RECOMENDACIONES DE ILUMINACIÓN EXTERIOR PARA EVENTOS NO TELEVISADOS
(CONTINUACIÓN)

AIKIDO, BALONCESTO, CICLISMO, FÚTBOL, FÚTBOL, BALONMANO, JUJITSU, JUDO, KÁRATE, NETBALL, LUCHA SAMBO, DEPORTES ESCOLARES (EDUCACIÓN FÍSICA), SUMO, TAEKWONDO, VOLEIBOL Y LUCHA

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	750	0,7	>80	N/A
II	500	0,7	>80	N/A
III	200	0,5	>20	N/A

BOXEO

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	2.000	0,8	>80	N/A
II	1.000	0,8	>80	N/A
III	500	0,5	>80	N/A

Nota: La iluminancia vertical a 1,5 m deberá ser de >50% de Eh.

ATLETISMO, BAILE, DEPORTES ECUESTRES, GIMNASIA, DEPORTES SOBRE RUEDAS Y ESCALADA EN PAREDES

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	500	0,7	>80	N/A
II	300	0,8	>80	N/A
III	200	0,5	>20	N/A

Nota: Para escalada en paredes: clase I 500 luxes, vertical. Clase II: 300 luxes, vertical. Clase III: 200 luxes, vertical

NATACIÓN (DEPORTES ACUÁTICOS)

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	750	0,7	>80	N/A
II	500	0,7	>80	N/A
III	300	0,5	>20	N/A

Nota: Para saltos de trampolín, se deberá tener en cuenta la uniformidad vertical. Clase I: 0,8 Eh / Ev. Clase II: 0,5 Eh / Ev. Clase III: 0,5 Eh / Ev.

TENIS

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	750	0,7	>80	N/A
II	500	0,7	>80	N/A
III	300	0,5	>20	N/A

Nota: Los valores se refieren al "área de juego total", según la definición de la ITF.

BADMINTON, CRÍQUET, REDES DE CRÍQUET, ESGRIMA, HOCKEY, PATINAJE SOBRE HIELO, RAQUETBALL, SQUASH Y TENIS DE MESA

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	750	0,7	>80	N/A
II	500	0,7	>80	N/A
III	300	0,7	>20	N/A

Nota: en el caso del esgrima de clase I 500 luxes, vertical. Clase II: 300 luxes, vertical. Clase III: 200 luxes, vertical. Red de críquet, clase I: 1500 luxes (0,8). Clase II: 1000 luxes (0,8). Clase III: 750 luxes (0,8)

BILLAR

CLASE	ILUMINACIÓN HORIZONTAL	UNIFORMIDAD MIN/MED	RENDIMIENTO CROMÁTICO	VALORACIÓN DE BRILLO
I	750	0,8	>80	N/A
II	500	0,8	>80	N/A
III	500	0,8	>80	N/A

Fuente: Normativa Argentina UNE 12.193 – Iluminación Espacios Deportivos

ANEXO 4: Guía para el Mantenimiento de Eficiencia Energética

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	GUÍA-EA-06
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

1. GENERALIDADES

Las características y las prestaciones de una instalación de alumbrado exterior se modifican y degradan a lo largo del tiempo. Una explotación correcta y un buen mantenimiento permitirán conservar la calidad de la instalación, asegurar el mejor funcionamiento posible y lograr una idónea eficiencia energética.

Las características fotométricas y mecánicas de una instalación de alumbrado exterior se degradarán a lo largo del tiempo debido a numerosas causas, siendo las más importantes las siguientes:

- La baja progresiva del flujo emitido por las lámparas.
- El ensuciamiento de las lámparas y del sistema óptico de la luminaria.
- El envejecimiento de los diferentes componentes del sistema óptico de las luminarias (reflector, refractor, cierre, etc.).
- El prematuro cese de funcionamiento de las lámparas.
- Los desperfectos mecánicos debidos a accidentes de tráfico, actos de vandalismo, etc.

Todas las menciones a las lámparas corresponden a las denominadas fuentes de luz que comprenden tanto las lámparas de descarga como los LED.

La peculiar implantación de las instalaciones de alumbrado exterior a la intemperie, sometidas a los agentes atmosféricos, el riesgo que supone que parte de sus elementos sean fácilmente accesibles, así como la primordial función que dichas instalaciones desempeñan en materia de seguridad vial, así como de las personas y los bienes, obligan a establecer un correcto mantenimiento de las mismas.

Por tanto, para evitar en el transcurso del tiempo la degradación de las instalaciones de alumbrado exterior, se llevará a cabo un adecuado doble mantenimiento, el denominado preventivo que establecerá una programación en el tiempo consistente en realizar sobre las instalaciones un cierto número de intervenciones sistemáticas; y el mantenimiento correctivo que comprenderá una serie de operaciones necesarias para reponer las instalaciones averiadas o que han sufrido deterioro, a un correcto estado de funcionamiento.

Cuando se efectúe adecuadamente y de forma regular el mantenimiento preventivo, las operaciones de mantenimiento correctivo serán menos frecuentes e importantes.

Fuente: Norma Técnica Española Instrucción Técnica Complementaria EA-06

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	GUÍA-EA-06
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

2. FACTOR DE MANTENIMIENTO

El factor de mantenimiento (f_m) es la relación entre la iluminancia media en la zona iluminada después de un determinado período de funcionamiento de la instalación de alumbrado exterior (Iluminancia media en servicio – $E_{servicio}$), y la iluminancia media obtenida al inicio de su funcionamiento como instalación nueva (Iluminancia media inicial – $E_{inicial}$).

$$f_m = \frac{E_{servicio}}{E_{inicial}} = \frac{E}{E_i}$$

El factor de mantenimiento será siempre menor que la unidad ($f_m < 1$), e interesará que resulte lo más elevado posible para una frecuencia de mantenimiento lo más baja que pueda llevarse a cabo.

La adopción del factor de mantenimiento implica concretar desde el inicio de la elaboración del proyecto o memoria técnica de diseño un plan de mantenimiento, que deberá contemplar la programación de los trabajos y su frecuencia, correspondiéndose con el referido factor de mantenimiento.

El plan de mantenimiento comprenderá fundamentalmente las reposiciones masivas de lámparas y las operaciones de limpieza de luminarias con su pertinente periodicidad, así como los trabajos de inspección y mediciones eléctricas, además de las acciones de detección de averías y su reparación.

El valor del factor de mantenimiento adoptado permitirá calcular en el proyecto o memoria técnica de diseño de alumbrado la iluminancia media inicial (E_i) a la puesta en marcha de la instalación, para que la iluminancia media en servicio (E) a mantener en el transcurso del funcionamiento de la misma esté garantizada durante toda la vida de la instalación, al llevar a la práctica el plan de mantenimiento establecido. En ningún caso, la iluminancia media en servicio deberá ser inferior a (E), lo que exigirá cumplir escrupulosamente el citado plan de mantenimiento.

Por tanto, el proyecto y la memoria técnica de diseño deben considerar el factor de mantenimiento para determinar la iluminancia media inicial (E_i), lo que exige fijar previamente el plan de mantenimiento de la instalación de alumbrado exterior.

El factor de mantenimiento será función fundamentalmente de:

- El tipo de lámpara, depreciación del flujo luminoso y su supervivencia en el transcurso del tiempo;
- La estanqueidad del sistema óptico de la luminaria mantenida a lo largo de su funcionamiento;
- La naturaleza y modalidad de cierre de la luminaria;
- La calidad y frecuencia de las operaciones de mantenimiento;
- El grado de contaminación de la zona donde se instale la luminaria.

La mención de la lámpara en el apartado a) corresponde a la denominación más amplia de la fuente de luz.

En las actuales fuentes de luz, la menor depreciación del flujo luminoso y su mayor supervivencia a lo largo del tiempo, así como los grados superiores de hermeticidad IP de la luminaria, garantizarán las prestaciones fotométricas, el buen comportamiento de los materiales a la corrosión y la obtención de un factor de mantenimiento elevado de la instalación.

Fuente: Norma Técnica Española Instrucción Técnica Complementaria EA-06

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	GUÍA-EA-06
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

El factor de mantenimiento será el producto de los factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas, de su supervivencia y de depreciación de la luminaria, de forma que se verificará:

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU}$$

Siendo:

FDFL = factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara.

FSL = factor de supervivencia de la lámpara.

FDLU = factor de depreciación de la luminaria.

En el caso de túneles y pasos inferiores de tráfico rodado y peatonales también se tendrá en cuenta el factor de depreciación de las superficies del recinto (FDSR), de forma que se cumplirá:

$$f_m = \text{FDFL} \cdot \text{FSL} \cdot \text{FDLU} \cdot \text{FDSR}$$

Nuevamente se pone de manifiesto que la referencia a lámparas debe hacerse extensiva a fuentes de luz, que comprenden también los LED.

Los factores de depreciación y supervivencia máximos admitidos se indican en las tablas 1, 2 y 3:

Tabla 1 – Factores de depreciación del flujo luminoso de las lámparas (FDFL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,97	0,94	0,91	0,90
Sodio baja presión	0,98	0,96	0,93	0,90	0,87
Halogenuros metálicos	0,82	0,78	0,76	0,76	0,73
Vapor de mercurio	0,87	0,83	0,80	0,78	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91
Fluorescente tubular Halofosfato	0,82	0,78	0,74	0,72	0,71
Fluorescente compacta	0,91	0,88	0,86	0,85	0,84

Asimismo, podrán contemplarse otros tipos de fuentes de luz no incluidas en esta tabla.

De conformidad con los avances tecnológicos podrán adoptarse factores de depreciación del flujo luminoso de las fuentes de luz superiores a los establecidos en la tabla 1, de acuerdo con los datos proporcionados por los fabricantes, que deberán estar debidamente avalados por ensayos de Laboratorio Oficial acreditado por ENAC o equivalente internacional.

En el supuesto de alumbrados proyectados con LED, cuyas horas de vida son muy superiores a las utilizadas con fuentes de luz tradicionales, el factor de depreciación del flujo luminoso deberá ser cuidadosamente escogido para evitar sobredimensionamientos de las instalaciones de alumbrado exterior, que podrían ser poco rentables y escasamente eficientes.

Fuente: Norma Técnica Española Instrucción Técnica Complementaria EA-06

MINISTERIO DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y TURISMO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: EFICIENCIA ENERGÉTICA EN INSTALACIONES DE ALUMBRADO EXTERIOR MANTENIMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DE LAS INSTALACIONES	GUÍA-EA-06
		Edición: mayo 2013 Revisión: 1.1

Tabla 2 – Factores de supervivencia de las lámparas (FSL)

Tipo de lámpara	Período de funcionamiento en horas				
	4.000 h	6.000 h	8.000 h	10.000 h	12.000 h
Sodio alta presión	0,98	0,96	0,94	0,92	0,89
Sodio baja presión	0,92	0,86	0,80	0,74	0,62
Halogenuros metálicos	0,98	0,97	0,94	0,92	0,88
Vapor de mercurio	0,93	0,91	0,87	0,82	0,76
Fluorescente tubular Trifósforo	0,99	0,99	0,99	0,98	0,96
Fluorescente tubular Halofosfato	0,99	0,98	0,93	0,86	0,70
Fluorescente compacta	0,98	0,94	0,90	0,78	0,50

Quando el plan de mantenimiento de la instalación garantice la reparación de las averías de fuentes de luz en un tiempo inferior a las 72 horas desde su detección, podrá utilizarse un factor de supervivencia de las fuentes de luz (FSL) de valor 1.

En todo caso se deberá cumplir lo dispuesto en el Reglamento (CE) nº 245/2009 por el que se aplica la Directiva 2005/32/CE, así como el Reglamento (UE) nº 347/2010 que modifica los anexos I, II, III y IV del Reglamento nº 245/2009 y posteriores actualizaciones, en el que se establecen los valores mínimos de mantenimiento de flujo y de supervivencia de las lámparas de alta intensidad de descarga

Tabla 3 – Factores de depreciación de las luminarias (FDLU)

Grado protección sistema óptico	Grado de contaminación	Intervalo de limpieza en años				
		1 año	1,5 años	2 años	2,5 años	3 años
IP 2X	Alto	0,53	0,48	0,45	0,43	0,42
	Medio	0,62	0,58	0,56	0,54	0,53
	Bajo	0,82	0,80	0,79	0,78	0,78
IP 5X	Alto	0,89	0,87	0,84	0,80	0,76
	Medio	0,90	0,88	0,86	0,84	0,82
	Bajo	0,92	0,91	0,90	0,89	0,88
IP 6X	Alto	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83
	Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87
	Bajo	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90

A los efectos del cálculo del factor de mantenimiento, 1 año equivale a 4.000 h de funcionamiento.

La tabla 3 anterior corresponde a la Publicación CIE 154, mientras que la nueva tabla que se propone como alternativa de la tabla 3 se considera más adecuada por estar basada en datos actualizados proporcionados por los fabricantes, que han sido incluidos en las Recomendaciones Relativas al Alumbrado de las Vías Públicas de la Asociación Francesa del Alumbrado (AFE)

Fuente: Norma Técnica Española Instrucción Técnica Complementaria EA-06

ANEXO 5: GUIA PARA LA MEDICION DE ILUMINACION**Factores que determinan el confort visual**

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

- Iluminación uniforme.
- Iluminancia óptima.
- Ausencia de brillos deslumbrantes.
- Condiciones de contraste adecuadas.
- Colores correctos.
- Ausencia de efectos estroboscópicos.

Es importante examinar la luz en el lugar de trabajo no sólo con criterios cuantitativos, sino cualitativos. El primer paso es estudiar el puesto de trabajo, la movilidad del trabajador etcétera. La luz debe incluir componentes de radiación difusa y directa.

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

El mantenimiento periódico de la instalación de alumbrado es muy importante. El objetivo es prevenir el envejecimiento de las lámparas y la acumulación de polvo en las luminarias, cuya consecuencia será una constante pérdida de luz. Por esta razón, es importante elegir lámparas y sistemas fáciles de mantener.

Medición

El método de medición que frecuentemente se utiliza, es una técnica de estudio fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubre toda la zona analizada. La base de esta técnica es la división del interior en varias áreas iguales, cada una de ellas idealmente cuadrada. Se mide la iluminancia existente en el centro de cada área a la altura de 0.8 metros sobre el nivel del suelo y se calcula un valor medio de iluminancia. En la precisión de la iluminancia media influye el número de puntos de medición utilizados.

Existe una relación que permite calcular el número mínimos de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior analizado.

$$\text{Índice de local} = \frac{\text{Largo} \times \text{Ancho}}{\text{Altura de Montaje} \times (\text{Largo} + \text{Ancho})}$$

Aquí el largo y el ancho, son las dimensiones del recinto y la altura de montaje es la distancia vertical entre el centro de la fuente de luz y el plano de trabajo.

La relación mencionada se expresa de la forma siguiente:

$$\text{Número mínimo de puntos de medición} = (x+2)^2$$

Donde “x” es el valor del índice de local redondeado al entero superior, excepto para todos los valores de “Índice de local” iguales o mayores que 3, el valor de x es 4. A partir de la ecuación se obtiene el número mínimo de puntos de medición.

Página 8 de 24

*Fuente: Norma Técnica Española, NTP 211: Iluminación de los centros de trabajo --
Madrid: España*

ANEXO 6: Ficha Técnica Luminaria Albany LED 36 W

ALBANY LED





CARACTERÍSTICAS - LUMINARIA

Hermeticidad Bloque óptico:	IP 66 ⁽¹⁾
Hermeticidad Bloque Auxiliares:	IP 55 ⁽¹⁾
Resistencia a impactos (PC):	IK 08 ⁽¹⁾
Resistencia aerodinámica (CxS):	- Maxi 0,136 m ²
	- Midi 0,098 m ²
Tensión nominal:	230 V - 50 Hz
Clase eléctrica:	I ó II ⁽²⁾
Peso:	- Maxi 10 kg
	- Midi 8 kg

⁽¹⁾ Según norma CEI-EN 60598
⁽²⁾ Según norma CEI-EN 62262

VENTAJAS CLAVE

- Luminaria con diseño clásico con todas las ventajas de la tecnología LED.
- Bajo consumo energético
- Motor fotométrico Lensoflex[®]2, solución adaptada a diferentes aplicaciones
- Midi/Maxi: dos tamaños disponibles
- Materiales robustos y reciclables
- Protección contra sobretensiones de hasta 10 kV
- Diseñada para incorporar el rango de soluciones de control Schröder

LUMINARIA LED CON ÓPTIMAS PRESTACIONES

Albany LED, un clásico de la época victoriana, destaca por su versatilidad.

Disponible en dos tamaños, con una gama completa de motores fotométricos LED y forma atemporal, se adecúa a grandes centros urbanos y a pueblos o pequeñas poblaciones. El diseño de la luminaria Albany es atractivo en cualquier latitud, desde España hasta China y desde Brasil hasta Malasia. Ahora, provista de la más avanzada tecnología LED, esta luminaria clásica tiene capacidad para mejorar la calidad, el confort y la seguridad de las instalaciones de alumbrado ofreciendo a la vez significativos ahorros en consumo y reducción de CO₂.

Cualquier color RAL o AKZO bajo pedido

DIMENSIONES



	Midi	Maxi
A	Ø590	Ø700
B	583	682
C	310	390
D	273	292

Fuente: Catálogo Schreder

ALBANY LED ILUMINACIÓN LED

DOS TAMAÑOS PARA DIFERENTES APLICACIONES

Los dos tamaños disponibles, junto a la flexibilidad fotométrica que proporcionan los motores fotométricos desarrollados por Schröder, permiten ofrecer la solución ideal en cualquier aplicación: calles, aceras, plazas, paseos peatonales... cualquier zona del entorno urbano puede iluminarse consiguiendo una coherencia estética.

LENsofarflex®2

Las luminarias Albany LED se han desarrollado con el concepto LensoFlex2® que se basa en el principio de adicción de distribución fotométrica. Cada LED asociado a una lente específica genera la distribución fotométrica completa de la luminaria. Schröder ha desarrollado una gama completa de lentes que abarcan un amplio rango de soluciones fotométricas.

HASTA EL 75% DE AHORRO ENERGÉTICO

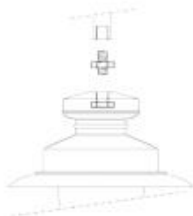
Las luminarias Albany LED permiten conseguir ahorros energéticos de hasta el 75% en comparación con luminarias equipadas con fuentes de luz convencionales. Con este balance favorable, las luminarias Albany LED contribuyen a una gestión efectiva de los recursos públicos, así como al uso responsable de la energía.

FÁCIL ACCESO AL COMPARTIMENTO DE AUXILIARES

El acceso al compartimento de auxiliares electrónicos se realiza de forma sencilla, permitiendo la sustitución del mismo, ya que los auxiliares se encuentran ubicados en una bandeja reemplazable.

FIJACIÓN POST TOP O SUSPENDIDA

Montaje suspendido de 1" o 1 ¼" (opcional). También disponible montaje post top o suspendido en catenaria.



ALBANY LED



Fuente: Catálogo Schredder

ANEXO 7: Ficha Técnica Luminaria Omniblast Gen 2 650 W

CATÁLOGO DE ÁREAS

OMNIBlast GEN2



Insuperable combinación de rendimiento y flexibilidad

OMNIBlast GEN2 es idónea para instalaciones deportivas y otras aplicaciones en áreas muy extensas que requieran una solución de iluminación de la más alta eficiencia y con flexibilidad para adaptarse a distintas necesidades.

Esta nueva solución LED ofrece una alternativa con ventajas probadas frente a dispositivos tradicionales equipados con lámparas de 800 W, 1.000 W, 1.500 W y 2.000 W. OMNIBlast GEN2 garantiza los niveles elevados de iluminación horizontal y vertical necesarios para cumplir los estrictos requisitos de las federaciones deportivas y para las retransmisiones televisivas. Un concepto modular de unidades ópticas, que permite montar 1, 2 ó 3 módulos en la misma horquilla de fijación, y que ofrece la máxima versatilidad, proporcionando distribuciones fotométricas y paquetes lumínicos perfectamente adaptados a las especificaciones de la zona que se va a iluminar.

Para mejorar la experiencia *in situ* y las imágenes televisadas, OMNIBlast GEN2 garantiza un control perfecto del deslumbramiento y elevado índice de reproducción cromática del color (CRI) y de consistencia de iluminación televisiva (TLCI), además de una iluminación sin parpadeos. OMNIBlast GEN2 está disponible temperaturas de color: LED blanco cálido, neutro o frío, así como con LED RGB para efectos dinámicos.





IP 66	Vidrio IK 09	PC IK 10
	50/20 kV	

PABELLÓN

ESTADIO

Fuente: Catálogo Schreder

149

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

OMNIBlast GEN2 | RESUMEN

Schröder

CONCEPTO

OMNIBlast GEN2 se ha diseñado para proporcionar una combinación imbatible de rendimiento y flexibilidad para la iluminación de instalaciones deportivas y otras áreas en las que se necesiten paquetes lumínicos elevados. Es el sustituto ideal para lámparas de descarga de 800 W, 1.000 W, 1.500 W y 2.000 W.

Garantiza los niveles elevados de iluminación (horizontal y vertical) necesarios para cumplir los requisitos de federaciones deportivas y retransmisión televisiva. Para mejorar la experiencia in situ y las imágenes televisadas, OMNIBlast garantiza un control perfecto de los deslumbramientos y elevados índices de reproducción del cromático (CRI) y de consistencia de iluminación televisiva (TLCI >85+), además de una iluminación sin parpadeos para alcanzar la perfección en retransmisiones en alta definición y repeticiones a cámara superlenta.

OMNIBlast GEN2 incorpora una tecnología de refrigeración patentada que maximiza la vida útil y la emisión lumínica.

El concepto modular de unidades ópticas, que permite agrupar 1, 2 ó 3 módulos en la misma horquilla, y los motores LED de altas prestaciones LensoFlex™3, BlastFlex™ y ReFlexo™, consiguen que OMNIBlast GEN2 proporcione una amplia gama de distribuciones fotométricas y paquetes lumínicos para cumplir con los requisitos de la zona a iluminar.

Proporciona un control perfecto del deslumbramiento con unidades ópticas específicas y accesorios externos como cubiertas y paralúmenes. Las cajas de auxiliares se puede instalar de forma remota (hasta 200 m) o sobre una amplia gama de horquillas.

OMNIBlast GEN2 está disponible con LED estándar en blanco cálido (3.000 K), neutro (4.000 K) y frío (5.700 K, la CCT de referencia para la industria de las videocámaras). Los LED en blanco frío ofrecen un CRI mayor y, por tanto, son especialmente adecuados para imágenes en ultra alta definición de 4K.



OMNIBlast GEN2 aprovecha una tecnología de refrigeración patentada para un rendimiento sostenible.



Cada módulo se puede inclinar por separado hasta 40° (+20°/-20°).



La horquilla para 2 ó 3 módulos, ligera pero robusta, incorpora diferentes ajustes.



OMNIBlast GEN2 ofrece una amplia gama de accesorios (horquillas, paralúmenes, cubiertas...).

TIPOS DE APLICACIONES

- Pabellón
- Estadio
- Pabellón
- Edificio multiuso
- Instalación recreativa
- Campo de golf
- Pista de esquí
- Hipódromo
- Aeropuerto
- Zonas industriales
- Monumento
- Todas las demás aplicaciones a gran altura en interiores/exteriores

VENTAJAS CLAVE

- Solución rentable y eficiente para maximizar el ahorro de energía y mantenimiento
- Cumplimiento de la normativa federativa internacional
- Flexibilidad: diseño modular para aplicaciones de alta potencia (sustitución uno a uno para hasta 2.000 W)
- Apta para emisión UHD/HD/4K y repeticiones a cámara superlenta (sin parpadeos)
- Elevados índices de reproducción del color (70, 80 o 90) y de estabilidad cromática para televisión (TLCI >85+)
- Con encendido/apagado instantáneo y modo espectáculo (opcional, para añadir dinamismo o efectos teatrales)
- Control de deslumbramiento optimizado
- Óptica deportiva sobre tecnología BlastFlex™, que proporciona una extensa gama de haces: de muy intensivos a asimétricos
- Ángulo de inclinación ajustable in situ para cada LED y/o de la horquilla completa

Copyright © Schröder SA - Marzo de 2018. Todos los derechos reservados. Las especificaciones son a título indicativo y están sujetas a cambios sin aviso. OMNIBlast GEN2 | 2

Fuente: Catálogo Schredder

ANEXO 8: Ficha Técnica Luminaria Induflood 210 W

Schröder

Experts in lightability™

ÁREAS

INDU FLOOD



Eficiencia y versatilidad para iluminación en áreas de interior y exterior

Con múltiples combinaciones de paquetes luminicos y distribuciones fotométricas, INDU FLOOD es una solución idónea para proporcionar una iluminación multiuso y eficiente en entornos industriales.

Disponble en 3 tamaños, esta luminaria compacta se integra perfectamente en el entorno para cumplir estrictamente con los requisitos de iluminación del espacio que se va a iluminar. Suministrada con una horquilla de montaje, se puede ajustar *in situ* para un control óptico preciso.

Es perfecta para sustituir dispositivos con lámparas de descarga de 50-400 W.

Emite una luz blanca brillante para una excelente visibilidad y una mejor percepción del color, proporcionando valor añadido más allá del ahorro de energía.

Su diseño robusto, con un elevado grado de protección IP, garantiza un alto rendimiento a lo largo de los años, incluso en las condiciones más rigurosas.

IP 66	IK 08	
	CE	

NAVE INDUSTRIAL & ALMACÉN	AMPLIOS ESPACIOS	INSTALACIONES DEPORTIVAS	P

Fuente: Catálogo Schredder

INDU FLOOD

RESUMEN

Schröder

Concepto

La gama INDU FLOOD combina la eficiencia energética de la tecnología LED con la versatilidad fotométrica. Estos proyectores se componen de una carcasa de dos piezas fabricada en aluminio inyectado pintado. El protector de vidrio va sellado a la cubierta frontal. El montaje, por medio de una horquilla, permite ajustar la inclinación de forma precisa *in situ*.

Cuatro modelos para todas las aplicaciones:

INDU FLOOD 1 con 24 LED

INDU FLOOD 2 con 48 LED

INDU FLOOD 3 con 88 LED

INDU FLOOD 4 con 96 LED

Los cuatro modelos de la gama INDU FLOOD consiguen que se adapte a la perfección a diversas aplicaciones típicas en la iluminación industrial: puntos de control de seguridad, escaleras, aparcamientos de coches y camiones, carreteras de acceso, caminos, dársenas de carga y zonas de almacenamiento.

Las luminarias INDU FLOOD se pueden utilizar en interiores y exteriores, con alumbrado directo o indirecto, y se pueden controlar a través de una interfaz DALI o 1-10 V.



Con un diseño optimizado de refrigeración INDU FLOOD garantiza una gestión térmica perfecta y un funcionamiento adecuado en condiciones de elevada temperatura.



Integración sencilla en sistemas de gestión de edificios (protocolo DALI o 1-10 V).

Tipos de aplicaciones

- Nave industrial y almacén
- Amplios espacios
- Zonas deportivas
- Aparcamiento

Ventajas clave

- Elevada eficiencia con costes operativos reducidos
- 3 tamaños y varias distribuciones fotométricas para sustituir lámparas de descarga de 50 a 400 W
- Un solo diseño para una coherencia estética en aplicaciones multiusos
- Ahorro de energía elevado en comparación con sistemas con lámparas de descarga tradicionales
- Regulable para un ahorro de energía aún mayor
- Gama de distribuciones fotométricas para garantizar la luz adecuada
- Larga vida útil gracias al diseño robusto



Están disponibles cuatro modelos para ofrecer la mejor solución para cada aplicación.



La horquilla universal en «U» incluye un sistema de reglaje para un ajuste preciso *in situ*.

Copyright © Schröder SA - Octubre de 2018. Todos los derechos reservados. Las especificaciones son a título indicativo y están sujetas a cambios sin aviso.

INDU FLOOD | 2

Fuente: Catálogo Schredder

ANEXO 9: Ficha Técnica Luminaria InduBay Gen 2 205 W

CATÁLOGO DE ÁREAS

Schröder



INDU BAY GEN2






Iluminación optimizada al mínimo coste de la propiedad

Disponible en 2 tamaños y con varios paquetes lumínicos, la INDU BAY GEN2 proporciona iluminación LED de última generación para entornos industriales como grandes naves de fábricas, almacenes o talleres.

Se trata de una alternativa eficiente a los dispositivos a gran altura equipados con lámparas de descarga tradicionales de hasta 400 W, para crear un entorno de trabajo confortable y seguro.

El diseño de la INDU BAY GEN2 se ha optimizado para la disipación del calor, así como para acelerar la evacuación de agua y reducir la acumulación de polvo. Esta robusta luminaria, con un alto grado de hermeticidad (IP 66) y de resistencia a los impactos (IK 10), garantiza un rendimiento fiable a lo largo del tiempo.

La INDU BAY GEN2 se suministra con una versátil horquilla estándar en «U» y un gancho para instalarla suspendida. Puesto que las instalaciones modernas se controlan sobre todo con DALI, la INDU BAY GEN2 es compatible con este protocolo y se puede combinar con una amplia gama de sensores.

 ALMACÉN
  NAVE INDUSTRIAL
  PABELLÓN
  ESTACIÓN DE TREN O METRO

IP 66

IK 08





CE





c UL US

FC



Fuente: Catálogo Schredder

INDU BAY GEN2 | RESUMEN

Schröder

CONCEPTO

INDU BAY GEN2 incorpora una gama de luminarias LED de gran altura diseñadas para responsables de plantas e instalaciones industriales que busquen una iluminación eficiente con un rápido retorno de la inversión.

Los proyectores INDU BAY GEN2 se componen de una carcasa de dos piezas fabricada en aluminio inyectado pintado. El protector de policarbonato está fijado mecánicamente a la carcasa y sellado mediante una junta sin silicona (goma). El montaje, por medio de una horquilla, permite ajustar la inclinación de forma precisa in situ.

Gracias a sus diferentes emisiones de luz, los proyectores INDU BAY GEN2 resultan perfectos para múltiples aplicaciones de iluminación en interiores y exteriores: centros industriales (fábricas, procesamiento de alimentos y bebidas...), logísticos (almacén, almacenamiento en frío...) o comerciales (galerías comerciales, aeropuertos...).

Con un índice de resistencia a los impactos y un grado de hermeticidad elevados, unido a su extenso rango de temperaturas de funcionamiento, los proyectores INDU BAY GEN2 están diseñados para soportar las condiciones más rigurosas sin que el paso del tiempo afecte a su rendimiento.

La gama INDU BAY GEN2 se compone de 4 variantes, todas ellas una alternativa ventajosa sobre los proyectores equipados con fuentes luminosas tradicionales:

- INDU BAY GEN2 1 como alternativa para HID de 150 W
- INDU BAY GEN2 2 como alternativa para HID de 200 W
- INDU BAY GEN2 3 como alternativa para HID de 250 W
- INDU BAY GEN2 4 como alternativa para HID de 400 W



INDU BAY GEN2 va equipada con un gancho para montaje con cadena de suspensión.



Opcionalmente, INDU BAY GEN2 se puede suministrar con horquilla en «U» para un montaje más versátil.



La horquilla en «U» está graduada para un ajuste preciso in situ.



INDU BAY GEN2 se suministra con un compartimento de auxiliares accesible para mantenimiento.

TIPOS DE APLICACIONES

- Nave industrial
- Almacén
- Centro logístico
- Instalación de almacenamiento en frío
- Fábrica
- Taller y zona de mantenimiento
- Pabellón deportivo
- Estación de tren y metro
- Otras aplicaciones de interior con techos altos

VENTAJAS CLAVE

- Sustitución uno a uno de proyectores HID de hasta 400 W
- Ahorro de energía elevado en comparación con sistemas con lámparas de descarga tradicionales
- Confort visual (UGR <22 y CRI 80+)
- Sin materiales robustos
- Retorno de la inversión rápido gracias a una larga vida útil y al mantenimiento reducido
- Carcasa compacta, optimizada para disipar calor y acumular menos polvo
- Gama especializada de accesorios de montaje
- Compatible con el sistema de control de Schröder para interiores y exteriores mediante DALI y 1-10 V

Copyright © Schröder SA - Febrero de 2018. Todos los derechos reservados. Las especificaciones son a título indicativo y están sujetas a cambios sin aviso.

INDU BAY GEN2 | 2

Fuente: Catálogo Schredder

ANEXO 10

Plano Topográfico Club Internacional Arequipa



