



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE REACONDICIONAMIENTO DEL
ACTUAL SISTEMA ELÉCTRICO Y LUMINOTÉCNICO
EN EL ESTADIO DE FUTBOL DEL COMPLEJO
POLIDEPORTIVO MISAEL DELGADO**

Autor:

Martínez L. Alberto J.

C.I:29.500.041

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROPUESTA DE REACONDICIONAMIENTO DEL ACTUAL SISTEMA
ELÉCTRICO Y LUMINOTÉCNICO EN EL ESTADIO DE FUTBOL DEL
COMPLEJO POLIDEPORTIVO MISAEL DELGADO**

Proyecto del Informe de Pasantías para optar al título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autor:
Martínez L. Alberto J.
Tutor
Lárez C. Agustín J.

San Diego, junio del 2023



ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado: Propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y luminotécnicos en el estadio de fútbol del Complejo polideportivo Misael Delgado

Realizado por el (la) Br. Alberto Martínez

C.I. N° 29500041 cursante de la carrera de Ing. Electrónica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado

P/ [Signature]

Tutor Académico (Coordinador)
Nombre:
C.I.:

[Signature]

Jurado
Nombre: Wiston Espinoza
C.I.: 9885895

[Signature]

Jurado
Nombre: Gerson Sánchez
C.I.: 7143 386

Fecha: 04/07/2023

[Signature]



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Ingeniero Agustín José Larez Coburuco, portador de la cédula de identidad N° V- 8.155.922, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Alberto Jose Martinez Lima, portador de la cédula de identidad N°V-29.500.041, titulado **PROPUESTA DE REACONDICIONAMIENTO DEL ACTUAL SISTEMA ELÉCTRICO Y LUMINOTÉCNICO EN EL ESTADIO DE FUTBOL DEL COMPLEJO POLIDEPORTIVO MISAEL DELGADO;** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Electrónico, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 10 días del mes de junio del año dos mil veintitrés.

Ing. Agustín José Larez Coburuco

C.I: V- 8.155.922



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE INGENIERÍA

FI E 001 2022-3CR IP

Valencia, 14 de abril de 2023

Ciudadano:
MARTÍNEZ LIMA, ALBERTO JOSÉ
29.500.041
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 05-2023 de fecha 10/02/2023 aprobó el proyecto de grado tipo Informe de Pasantía titulado:

Propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y luminotécnico en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero en Electrónica.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Ing. Agustín José Larez Coburuco, titular de la cédula de identidad V- 8.155.922

Atentamente

Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería



c.e. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

DEDICATORIA

Noto imperante la necesidad de dedicar el presente trabajo de grado a Dios, al universo, y a mi propia persona; primero a Dios porque me dio las capacidades y la oportunidad de desenvolverme en un ámbito el cual me ha permitido cumplir mis metas a base de perseverancia y esfuerzo, luego al universo, ya que dispuso de sucesos idóneos e inesperados en mi vida los cuales no sólo hicieron éste trabajo de grado, sino que evolucionó exponencialmente mi crecimiento personal y profesional, y por último, a mí mismo, puesto que pese a todas las adversidades y momentos difíciles a lo largo de mi carrera seguí adelante, y éste trabajo de grado sin duda alguna representa la cúspide de mis esfuerzos en mi período de vida como estudiante

Martinez Lima, Alberto Jose

AGRADECIMIENTO

Indudablemente debo de agradecer en primera instancia a Dios por permitirme desarrollar mis capacidades hasta el punto en el cual actualmente me encuentro, y por darme toda la dicha de culminar esta importante etapa de mi vida. Agradezco a mi papá Miguel Martínez a mi mamá Wendy Lima, ya que incansablemente me brindaron un conjunto de apoyos sin los cuales se me hubiese sido mucho más difícil el culminar este proceso educativo; de manera directa e indirecta fueron mi pilar de apoyo para poder culminar mis estudios, gracias por siempre llevarme de la mano hasta este punto de mi vida.

A su vez, tengo un profundo agradecimiento hacia todos mis compañeros de trabajo, dado que fueron mis profesores en mi primera materia de la vida, y sin reproche alguno siempre me dan las mejores instrucciones para poder crecer a nivel profesional. Y por último, a aquellos docentes y compañeros quienes formaron parte de esta increíble experiencia universitaria. De corazón a todos, muchas gracias

Martinez Lima, Alberto Jose

ÍNDICE GENERAL

Contenido	pp.
LISTA DE CUADROS.....	xvi
LISTA DE FIGURAS.....	xvii
LISTA DE TABLAS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPÍTULO

I LA EMPRESA

1.1 Descripción de la Empresa	3
1.1.1 Ubicación de la Empresa.....	3
1.1.2 Razón Social	3
1.1.3 Reseña histórica.....	3
1.1.4 Estructura Organizativa.....	4
1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa.....	5
1.2.1 Misión.....	5
1.2.2 Visión.....	5
1.2.3 Objetivos	6
1.2.4 Valores.....	6
1.3 Descripción del Departamento donde se desarrolla la Pasantía.....	7
1.3.1 Proceso de Producción	7
1.3.2 Estructura Organizativa del Departamento de ingeniería en proyecto	7

II EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del Problema	8
2.2 Formulación del problema	13
2.3Objetivos de la Investigación.....	13
2.3.1 Objetivo General	13
2.3.2 Objetivos Específicos	13

2.4. Justificación de la Investigación	13
2.5. Alcance y Limitaciones.....	15
III MARCO TEÓRICO	
3.1 Antecedentes	16
3.2 Teoría central de la investigación	21
3.3 Bases Teóricas	21
3.3.1 Sistema luminotécnico en recintos deportivos	21
3.3.2. Iluminación de centros deportivos.....	28
3.3.3. Instalaciones eléctricas.....	39
3.4 Bases Legales.....	42
3.5 Definición de Términos	43
4.1 Tipo de Investigación.....	44
4.2 Diseño de la Investigación	44
IV MARCO METODOLÓGICO	
4.4. Población y muestra.....	46
4.4.1 Población.....	46
4.4.2 Muestra.....	46
4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	46
4.5.1. Técnicas de recolección de datos.....	46
4.5.2. Instrumentos de recolección de datos.....	48
4.6. Técnicas de análisis de resultados.....	49
4.7. Fases metodológicas	49
4.9. Confiabilidad de la investigación.....	52
V RESULTADOS	
5.1 Fase I Diagnóstico de la situación actual	53
5.1.1 Aplicación de entrevista.....	53
5.1.2. Revisión de la ficha de observación	62
5.1.3 Observación directa	66
5.1.4 Análisis del recurso fotográfico	66
5.1.5 Labores de campo para la inspección del sistema	67

5.1.6 Información técnica de las luminarias instaladas aprovechables.....	81
5.2 Fase II Identificación de los puntos críticos	89
5.2.1 Identificación de las problemáticas a atender y las ventajas del sistema mediante una matriz FODA.....	92
5.3 Fase III Diseño de un sistema eléctrico y luminotécnico	94
5.3.1 Criterio de desarrollo del sistema luminotécnico	94
5.3.2 Diseño del proyecto luminotécnico en el software.....	99
5.3.3 Modificaciones de las luminarias.....	104
5.3.4 Modificaciones del sistema de encendido de las luminarias.....	104
5.3.5 Dimensionado y creación del proyecto eléctrico	105
5.3.6 Totalización de la carga	105
5.3.7 Distribución de cargas en tableros secundarios	107
5.3.8 Cálculo y selección de protecciones.....	109
5.3.9 Cálculo y selección de conductores.....	110
5.3.10 Selección de tubería.....	112
5.3.11 Diseño de tableros eléctricos.....	112
5.3.12 Diagrama unifilar.....	118
5.4 Fase IV Estudio de factibilidad técnica y operativa.....	119
CONCLUSIONES.....	123
RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
ANEXOS.....	129

LISTA DE CUADROS

CUADRO	DESCRIPCIÓN	pp.
1	Cuadro de operacionalización de variables.....	38
2	Preguntas de inicio para la entrevista.....	39
3	Cuestionario de la entrevista.....	39
4	Expertos a entrevistar.....	54
5	Preguntas y respuestas de la entrevista con el director general.....	54
6	Preguntas y respuestas de la entrevista con el ing. Proyectista.....	56
7	Análisis de las respuestas obtenidas por los expertos en la entrevista	59
8	Anotaciones del autor en ficha de observación.....	63
9	Matriz FODA del sistema eléctrico y luminotécnico del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado.....	93

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	DESCRIPCIÓN	PP.
1	Ubicación de la Central de ingeniería en Venezuela de la empresa “Industrias Meir C.A.”.....	3
2	Estructura Organizativa Industrias Meier.....	5
3	Iluminación deficiente en el apartado de uniformidad estadio de Maturín.....	9
4	Proceso de recubrimiento de cable conductor con teipe por desgaste de chaqueta.....	10
5	Apreciación de direccionamiento de luminarias deficiente.....	11
6	Apreciación de luminarias no encendidas como consecuencias de problemas eléctricos.....	12
7	Iluminación deficiente con señalización en falta de uniformidad en el estadio Azteca de México.....	12
8	Equipo de medición de luminancia; luxómetro.....	21
9	Representación en el plano 2D de la curva fotométrica de una luminaria.....	24
10	Representación 2D de la curva fotométricas 3D de una luminaria.....	25
11	Representación 2D de la curva fotométricas 3D de una luminaria.....	26
12	Luminiscencia producto de la alta descarga eléctrica.....	30
13	Lámpara de mercurio de alta presión.....	32
14	Partes de una lámpara de vapor de sodio de baja presión.....	32
15	Partes de una lámpara de vapor de sodio de alta presión.....	34
16	Partes de una lámpara con halogenuros metálicos.....	34
17	Inspección de las conexiones superiores en la torres.....	67
18	Organización de luminarias desmanteladas según su lente óptico.....	67
19	Luminaria desmantelada con lente óptico difundente.....	68
20	Luminaria desmantelada con lente óptico concentrado.....	69
21	Luminaria desmantelada con lente óptico vidrio protector sucio.....	69

22	Suciedad presente en luminarias desmanteladas.....	70
23	Luminaria desmantelada la cual no posee bien instalado el feje ni la goma.....	71
24	Luminaria desmantelada la cual no posee bien instalado el fleje ni la lámpara.....	71
25	Sistema de encendido de las luminarias.....	72
26	Características técnicas del balasto de las luminarias.....	73
27	Características técnicas del arrancados de las luminarias y modo de conexión.....	73
28	Cuarto de transformación del campo de estudio.....	74
29	Transformadores de media a baja tensión presentes en el cuarto eléctrico.....	74
30	Breaker principal ubicado en el cuarto de transformación.....	75
31	Breakers secundarios ubicados en centro de mando principal.....	76
32	Breakers secundarios ubicados en centro de mando principal.....	76
33	Medición de voltaje en barras de breaker principal en cuarto de mando principal.....	77
34	Resultado en multímetro de medición de voltaje.....	78
35	Tablero de distribución en pie de torre.....	78
36	Breaker de tablero de distribución en pie de torre.....	779
37	Breakers secundarios de tablero de distribución en pie de torre.....	80
38	Arquitectura de ubicación de breaker para pórtico.....	80
39	Sistema de protección para luminarias en pórtico.....	81
40	Curva de luminaria lightmaster one óptica C1.....	82
41	Curva de luminaria lightmaster one óptica C2.....	82
42	Curva de luminaria lightmaster one óptica C3.....	83
43	Puntos de medición en el campo.....	84
44	Posición y apuntamiento de las cámaras en el campo.....	85
45	Altura y orientación del luxómetro para mediciones.....	85
46	Resultados de medición horizontal Eh.....	86
47	Resultados de medición vertical Ev-A.....	86
48	Resultados de medición horizontal Ev-B.....	87
49	Resultados de medición horizontal Ev-C.....	87

50	Resultados de medición vertical Ev-D.....	88
51	Diagrama de Ishikawa general del caso de estudio.....	90
52	Diagrama de Ishikawa sobre problemas eléctricos y luminotécnicos.....	91
53	Tabla de coeficiente de utilización de luminaria lightmaster one.....	97
54	Ubicación de plano en software litelac de fael luce.....	99
55	Delimitación de área en software litelac de fael luce.....	100
56	Establecimiento de reflectancia en software litelac de fael luce.....	100
57	Posición de ópticas de reflectores en torres.....	101
58	Resultados luminotécnicos para sistema de iluminación con 140 reflectores situados en las torres principales.....	102
59	Renderizado del sistema luminotécnico propuesto.....	103
60	Resultados luminotécnicos para sistema de iluminación con 196 reflectores.....	103
61	Sistema de conexión con alimentadores en arreglo delta y cargas en arreglo estrella.....	107
62	Comparativa entre conexión delta y conexión estrella.....	108
63	Diagrama unifilar del sistema propuesto.....	118

LISTA DE TABLAS

TABLA	DESCRIPCIÓN	PP.
1	Coefficiente de reflexión con indicación de molestia visual según su valoración.....	27
2	Comparativa de lámparas según su fuente de emisión de luz.....	35
3	Resultados luminotécnicos obtenidos en campo.....	88
4	Factor de depreciación del flujo luminoso de las lámparas.....	95
5	Factor de supervivencia de las lámparas.....	96
6	Factor de depreciación de las luminarias.....	96
7	Posición de las torres en el plano con el centro del campo como origen.	101
8	Cómputos eléctricos.....	109
9	Cálculos para selección de calibre de conductor.....	111
10	Diseño de tablero de cuarto de distribución principal 113.....	
11	Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 1 y torre 1...	114
12	Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 2 y torre 2...	115
13	Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 3 y torre 3...	116
14	Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 4 y torre 4...	117



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**PROPUESTA DE REACONDICIONAMIENTO DEL ACTUAL SISTEMA
ELECTRICO Y LUMINOTÉCNICO EN EL ESTADIO DE FUTBOL DEL
COMPLEJO POLIDEPORTIVO MISAEL DELGADO**

Autor: Martínez L. Alberto J.
Tutor: Ing. Larez C. Agustín J.

Fecha: Junio 2023

RESUMEN INFORMATIVO

Es imperante que las estructuras deportivas en las cuales se presentan eventos televisados y de carácter profesional posean un nivel de iluminación adecuado, el cual es indicado en el manual de clubes del ente regulador de cada disciplina. En el presente trabajo de grado se presenta el caso del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado ubicado en Carabobo, en donde se realizan los partidos de los equipos de fútbol de todos los estados de Venezuela, dicho estadio no cuenta con los niveles de iluminación y uniformidad adecuados e indicados por la Confederación Sudamericana de Fútbol (CONMEBOL), es por ello que la presente investigación tiene como objetivo realizar una propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y de iluminación en el estadio de futbol del complejo polideportivo Misael Delgado. Metodológicamente la tesis se será un proyecto factible sustentada en un diseño de investigación documental y de campo, con un nivel descriptivo, se encuentra dentro de la línea de investigación del tipo: ciencias cognitivas y aplicadas. Para desarrollarlo se realizó una propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y luminotécnico del campo de estudio mediante el uso de las técnicas metodológicas “observación directa, revisión documental, revisión bibliográfica y entrevista estructurada”. Se tuvo en consideración diversas directrices para el diseño del sistema, tales como la capacidad actual instalada en el sistema de alimentación, los niveles actuales de iluminación y uniformidad sobre el campo y los índices de deslumbramiento. Una vez planteados los criterios técnicos, se procedió a desarrollar en el software "fael lighting " los análisis fotométricos que sirven para el desarrollo del proyecto luminotécnico en cumplimiento con las normativas requeridas por la CONMEBOL en el año 2023, así como un renderizado en el que se pueda apreciar el trabajo final , además, en el programa AutoCAD, fueron dibujados diversos planos donde se expresó la ruta de bancada y el diagrama unifilar, así como las tablas referentes al nuevo diseño de tableros eléctricos y todo lo que las mismas conllevan. Posterior a todo lo anteriormente mencionado se determinó la factibilidad económica del nuevo sistema eléctrico y luminotécnico planteado, el cual permitirá conocer la viabilidad del proyecto a nivel de inversión monetaria.

Descriptor: Sistema eléctrico, Sistema luminotécnico, Software de iluminación,
Reacondicionamiento

INTRODUCCIÓN

Remontándose a los tiempos antiguos, se indica que el futbol surgió de diversas disciplinas, la actividad más antigua de la cual haya tomado base el futbol data de los siglos III y II a.C., usando como base los manuales de ejercicios militares en la antigua zona central de china, posterior a ello en la edad media surgió el llamado futbol medieval, siendo éstos los diferentes códigos practicados en la Europa de la edad media, focalizando su localidad en las islas británicas. Se indica que la disciplina de deporte del futbol tal como se conoce hoy en día empieza a partir del año 1863, fundándose la Asociación Inglesa de Fútbol, desde dicha época el futbol ha tenido un proceso evolutivo constante, hasta llegar a ser uno de los deportes más populares, Con la primera reunión del Consejo de la FIFA en 1886 y la fundación de la FIFA en 1904, el deporte se ha extendido a todos los rincones del mundo. La Copa Mundial de la FIFA comenzó en 1930 y se convirtió en el evento deportivo más visto del mundo.

Como parte del proceso evolutivo del futbol se ha tenido la creación de diversas confederaciones encargadas de determinadas zonas al rededor del mundo, las mismas encargándose de establecer diversos parámetros los cuales tanto los jugadores como los recintos deportivos deben de cumplir para que se le pueda ser otorgada la licencia de clubes y así poder participar en eventos que van desde lo nacional, hasta lo internacional, siendo la Confederación Sudamericana de Fútbol (CONMEBOL) la cual rige las diversas directrices en los países del sur de américa, siendo fundada el 9 de julio de 1916 en Buenos Aires, Argentina.

Dentro del reglamento de la CONMEBOL, se puede apreciar uno de los apartados que posee mayor ponderación en la clasificación de estadios como aptos para partidos televisados, el cual es el sistema de iluminación, a través de los años, se han tenido un conjunto de normas las cuales deben de ser cumplidas por el sistema lumínico de cada recinto, tales como los valores de nivel de iluminación medidos en LUX para las cámaras situadas en las coordenadas norte, sur, este y oeste, a 1.25m del suelo, siendo clasificada como "iluminación vertical", y la "iluminación horizontal" la cual es la medición a 0.25m del suelo, de igual manera se tuvieron especificaciones para los niveles de deslumbramiento de los jugadores, el Índice de reproducción cromática y la temperatura de color.

En la actualidad, la Confederación Sudamericana de Fútbol emanó un informe en el cual se exigen niveles de iluminancia mucho mayores a los años pasado, razón por la cual una gran cantidad de estadios quedarán en incumplimiento de las normas, focalizando el caso de

estudio, se puede indicar que en Venezuela no se cuenta con una gran cantidad de personal capacitado en ingeniería de iluminación, razón por la cual no se tiene el material humano capacitado que se requiere para el establecimiento de un correcto sistema de iluminación en los estadios de fútbol, el cual además, posea un sistema eléctrico adecuadamente instalado que permita garantizar la seguridad de los usuarios que los trabajen, por lo que el estudio de los estadios y la propuesta de un sistema de iluminación y eléctrico para determinado recinto deportivo de fútbol significaría un avance considerable en la evolución de los organismos involucrados en éste deporte.

El presente trabajo de grado tiene como objetivo proponer un reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y luminotécnico en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado, estando segmentado en 5 capítulos principales, siendo el Capítulo I aquel referente a la empresa en la cual se ejecuta las pasantías, hablando de manera general sobre la misma, exponiendo su ubicación, valores, objetivos, misión, visión, y explicando su organigrama y las labores del autor dentro de la misma. Seguidamente se presente al capítulo II, siendo este el problema, en el cual se hace descripción sobre el planteamiento del problema junto con la formulación del problema, estando pues seguida de los objetivos, presentando el objetivo general seguido de los objetivos específicos, los que permiten trazar las metas que se quieren lograr en la investigación, y, por último, la justificación y alcance de la investigación.

Capítulo III, Marco Teórico, en este capítulo se encuentran las bases teóricas que sustentan al proyecto, a través de los antecedentes, las bases teóricas, las bases legales y la definición de términos referentes a la investigación. Por su parte, el Capítulo IV, Marco Metodológico, abarca la parte metodológica de la investigación que permite a través de técnicas y procesos poder llevar a cabo la investigación y alcanzar el objetivo de la misma, incluye el tipo de investigación, el diseño y nivel de la investigación, la población y muestra del estudio, las técnicas e instrumentos de recolección de datos seguido de las fases metodológicas de la investigación, para finalizar con el capítulo V en el cual se presentan los resultados, conclusiones y recomendaciones, seguido de referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1 Descripción de la Empresa

1.1.1 Ubicación de la Empresa

El departamento asignado por la empresa para la elaboración de las pasantías se ubica en el local N°1 del C.C. Boulevard Castillito en San Diego, Estado Carabobo, País Venezuela (Ver Figura 1).

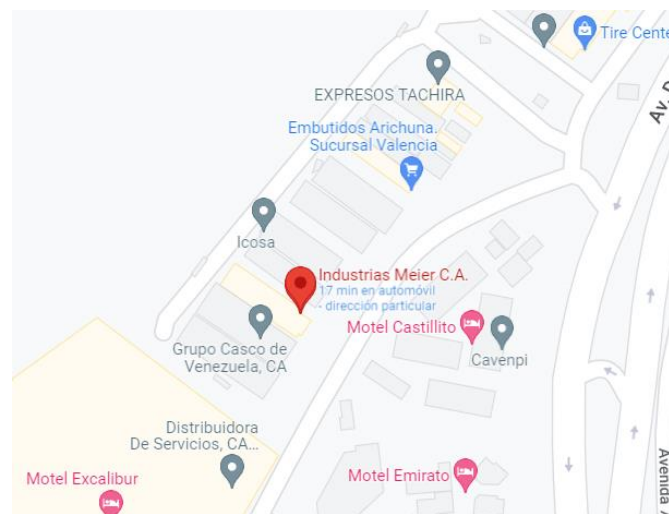


Figura 1. Ubicación de la Central de ingeniería en Venezuela de la empresa “Industrias Meier C.A.”

Fuente. Google maps.

1.1.2 Razón Social

Industrias Meier C.A. RIF: J-00268165-9, es una empresa dedicada a la fabricación, venta, importación, exportación, representación y distribución de partes, piezas, materiales eléctricos, electrónicos, e iluminarias y cualquier otra actividad de lícito comercio relacionada con el objeto ya enunciado.

1.1.3 Reseña histórica

Somos una empresa que tiene su Génesis a comienzo de la década de los Setenta. Fue fundada por su actual Presidente y Vicepresidente y, hasta los mediados de los noventa, se dedicó exclusivamente a la fabricación de equipos eléctricos para el funcionamiento y arranque de lámparas de alta intensidad de descarga. Comenzamos con el desarrollo de Balastos para las lámparas de mercurio, de uso exclusivo, para la época, en este tipo de iluminación. Con la entrada a Venezuela de las primeras lámparas de Sodio y Metal Halide, a mediados de los 70, incorporamos la línea de balastos e ignitores para estas.

Posteriormente, con el desarrollo de la tecnología de estas fuentes de luz, hemos seguido diseñando y produciendo equipos para cada una de las nuevas lámparas que se incorporan al mercado. Desde 1995 incluimos, en nuestra producción, el ensamblaje de luminarias y reflectores con partes, algunas importadas y otras fabricadas en el país, a las que incorporamos nuestros equipos (O.E.M.), circunstancia, esta, que nos permite ofrecer un producto final de calidad certificada, con garantía en el suministro de repuestos. Esta última labor, se consolida en 1997 cuando, en una alianza con FAEL LUCE, empresa italiana, entre las líderes en Europa en iluminación, conseguimos la representación exclusiva para Venezuela de los productos por, esta, fabricados que incluyen, en su línea, el alumbrado Industrial, público y deportivo.

A finales de los noventa y en los últimos años, se incorporan, en la Gerencia de la Empresa, una segunda generación de propietarios que, habiendo hecho sus estudios en ingeniería, aplican todos sus conocimientos y espíritu emprendedor, en continuar el desarrollo de la empresa y, es así, como se crea un Departamento de Ingeniería de Proyectos e Instalaciones de Sistema de Alumbrado, que nos permite, en los actuales momentos, poder ofrecer un servicio "llave en mano" que incluye Proyecto, Suministro e Instalación. Toda esta experiencia se ve reflejada en la cantidad de clientes y obras, que pueden dar fe de nuestro slogan "Industrias Meier es Ingeniería en Iluminación".

1.1.4 Estructura Organizativa

Industrias Meier C.A. Se conforma de una junta directiva conformada por el personal de la gerencia general y la gerencia de ventas, dentro de una de las labores de dicha junta se sitúa la dirección, coordinación y evaluación del departamento de ingeniería, siendo éste segmentado en tres departamentos principales, descritos como ingeniería de proyectos I, ingeniería de proyectos II, y diseño gráfico, realizando el pasante sus labores en el departamento de como ingeniería de proyectos I (Ver Figura 2).

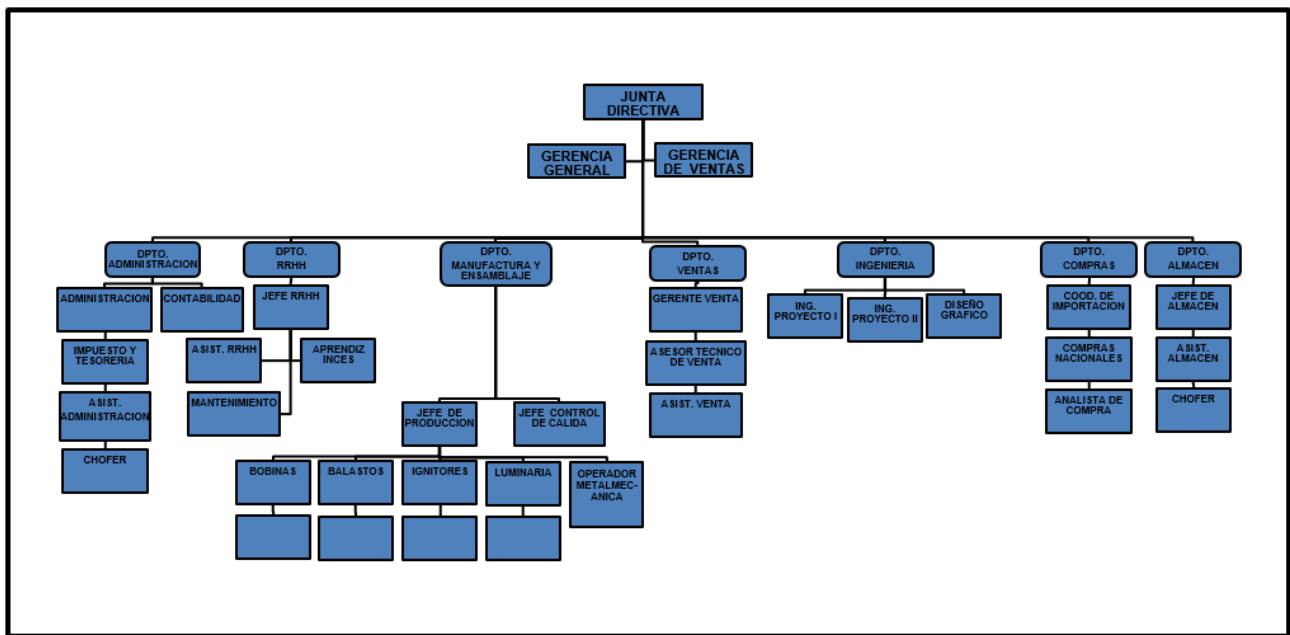


Figura 2. Estructura Organizativa Industrias Meier.

Fuente. Tarres C. (2023)

1.2 Misión, Visión, Objetivos y Valores de la Empresa

1.2.1 Misión

Marcar la pauta con soluciones integrales sustentables y de alta eficiencia en el ramo de la iluminación y sus sistemas eléctricos relacionados, equilibrando el criterio técnico y estético de la luz, cubriendo las necesidades de nuestros clientes pertenecientes principalmente al sector de la construcción, industrial, comercial y de servicios públicos, impulsados por nuestro conocimiento y experiencia en el área como fabricantes, proyectistas, asesores, proveedores e instaladores, enfocando nuestra atención en el mercado local y latinoamericano, caracterizados por su complejidad dada la existencia de tecnologías muy diversas, regidos por la excelencia, innovación, honestidad, calidad de servicio. valoración de nuestro talento humano, el bienestar social y ambiental.

1.2.2 Visión

Ser una empresa especializada de gran solvencia y prestigio en el diseño, suministro, fabricación e instalación de equipos y sistemas de iluminación de alta eficiencia en Venezuela y Latinoamérica, caracterizándonos por el conocimiento, excelencia, innovación, honestidad, calidad de servicio, el aporte social y la confiabilidad de nuestro trabajo, cubriendo de manera óptima las necesidades de nuestros clientes, del recurso humano y todas las partes involucradas en nuestro producto final.

1.2.3 Objetivos

Cumplir con los requisitos legales, leyes, reglamentos, normas legales vigentes u derechos aplicables nacionales e internacionales relacionadas con Calidad, Medio ambiente, Seguridad y salud en el trabajo, Antisoborno y aquellas que la empresa asuma voluntariamente.

Satisfacer y hacer cumplir los requerimientos y expectativas de nuestros clientes.

Cumplir con los requisitos del sistema de gestión Integrado establecidos en las normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018 e ISO 37001:2016.

Asegurar y promover la consulta, participación, información y capacitación activa de nuestro personal, representantes y organizaciones sindicales en todos los aspectos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo de nuestra empresa.

Promover la mejora continua del sistema integrado de gestión de seguridad y salud en el trabajo como también el de antisoborno.

Proporcionar condiciones de trabajo seguras y saludables para la prevención de lesiones y deterioro de la salud relacionados con el trabajo.

Eliminar los peligros y reducir los riesgos para la seguridad y salud en el trabajo, estableciendo controles que eliminen los incidentes en nuestra organización.

Integrar los principios de seguridad y salud en el trabajo en toda nuestra empresa; incluyendo a proveedores, contratistas, subcontratistas, consorcios, comunidades y demás involucrados.

Proteger el medio ambiente, prevenir, controlar y mitigar la contaminación ambiental

Prohibir cualquier intento o acto de soborno en cualquier nivel de la organización.

Aplicar los lineamientos y vigilancia que ejercerá la función de cumplimiento Antisoborno quien goza de autoridad e independencia en la lucha preventiva contra el soborno en la organización.

Sancionar de acuerdo con el reglamento interno de la empresa a todo miembro de la organización que intenten o realicen actos de soborno en la entidad, independiente del cargo, lo cual no exime de las sanciones legales tipificadas en el código penal y administrativo que corresponda. Ello se efectuará por el incumplimiento de nuestra política integrada.

1.2.4 Valores

Conocimiento.

Calidad.

Excelente.

Innovación.

Honestidad.

1.3 Descripción del Departamento donde se desarrolla la Pasantía

1.3.1 Proceso de Producción

El departamento de ingeniería en proyectos consta de un grupo de ingenieros capacitados para la realización de diversas actividades referentes a la ingeniería electrónica, eléctrica, de iluminación y civil, entre otras ingenierías las cuales puedan ser requeridas en determinadas labores. El proceso productivo depende directamente de la obra la cual se tenga la necesidad de ejecutar, el mismo usualmente consta de los siguientes apartados:

Proyección: Es la labor productiva referente a las acciones de visualizar las labores que se pueden requerir en determinada obra, esta rama se encarga de establecer las bases para el desarrollo progresivo de cada una de las labores en las obras.

Cálculo: Una vez ejecutada la proyección de lo requerido en la obra, se proceden a realizar los cálculos necesarios para disponer las magnitudes necesarias en diversas zonas, así como las condiciones y limitaciones del diseño, en este apartado se suele calcular la cantidad de luminarias requeridas para alcanzar determinado nivel de iluminación y el consumo que las mismas imponen, para posteriormente hacer los cómputos de la ruta de canalización e instalaciones eléctricas, en donde se incluye el calibre del conductor, cálculo de tubería, sistemas de protección, sistema de puesta a tierra, entre otros.

Diseño: Ya estructurado el proyecto con la proyección de labores y resultados, y los cálculos necesarios para alcanzar los objetivos, se procede a plasmar mediante diversos softwares de diseño la disposición final de las trazas del proyecto, los softwares más utilizados son AutoCAD, el cual permite indicar las rutas de bancada, diagramas unifilares, dimensión de estructuras, entre otros; y “Fael lighting”, el cual permite indicar las coordenadas de apuntamiento de los reflectores y realizar renderizados en donde se muestre de manera gráfica el diseño final de las estructuras en donde se realizan las labores.

1.3.2 Estructura Organizativa del Departamento de ingeniería en proyecto

Tal como se puede visualizar en la figura 2, el departamento de ingeniería está segmentado en tres departamentos principales, los cuales son ingeniería de proyectos 1, ingeniería de proyectos 2, y diseño gráfico, el autor comprende sus actividades en la parte de ingeniería de proyectos 1, trabajando directamente conjunto con la gerencia de ventas la cual está liderada por el tutor empresarial, el mismo se encarga de establecer las directrices de los proyectos y realizar el debido seguimiento del cumplimiento de las acciones

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del Problema

Conforme inicia el fútbol como un deporte profesional, el cual requiere de transmisión televisada a nivel internacional, y además un conjunto de exigencias luminotécnicas para el correcto desarrollo del partido en función al confort visual de los jugadores; los organismos existentes encargados de regular diversas directrices el juego se vieron obligados a establecer normas luminotécnicas las cuales agrupan tanto niveles de iluminación como de uniformidad, confort visual, colometría, e incidencia lumínica para la correcta transmisión de cámaras televisadas, , la Federación Internacional de Futbol Asociado (FIFA) (2018) afirma que:

El alumbrado de un campo de fútbol debe obedecer a las necesidades de los medios audiovisuales, los espectadores, los profesionales que practican este deporte y los árbitros. Luego, en función de si el partido es nacional o internacional y si es televisado o no, se aportan ciertas restricciones lumínicas.

Posterior a las nuevas exigencias presentadas en apartado de iluminación de la Copa Libertadores de América, denominada oficialmente Copa Conmebol Libertadores (CONMEBOL), Una gran diversidad de estadios se encuentran en incumplimiento de las normas establecidas para el año 2022 en el apartado de iluminación de la cancha deportiva de futbol, cada uno necesita una evaluación del sistema de iluminación actual y el planteamiento de un proyecto luminotécnico el cual ponga el estadio en cumplimiento, siendo esto respaldado por el enunciado de la confederación sudamericana de fútbol (2022), en el Protocolo Operaciones Competiciones 2022:

Para el inicio de la CONMEBOL Libertadores y CONMEBOL Sudamericana 2022, así como todas las competencias organizadas por la CONMEBOL, renovamos la vigencia del Protocolo Médico y el Protocolo de Operaciones – Modo COVID-19, de manera de garantizar la disputa de sus competencias con un riesgo médico aceptable. (p.7).

La iluminancia a nivel deportivo debe de ser realizada por personal capacitado, de forma meticulosa, considerando una gran diversidad de fórmulas, normativas y variables para generar un proyecto luminotécnico el cual cumpla con las exigencias impuestas por distintos entes reguladores, en la actualidad, no todos los estadios cuentan con las contrataciones del

personal adecuado para la puesta en marcha de los proyectos de iluminación, tal como indica Mazzeo, C (2017):

La iluminación en los estadios deportivos presenta requerimientos específicos que difieren de los de la industria, hogares y alumbrado público. A su vez, esas exigencias varían dentro de la misma cancha, teniendo en cuenta si el evento es televisado o no, y dentro de ese rango, si es de alcance nacional o internacional

Una mala ejecución del proyecto luminotécnico, así como una degradación del mismo como consecuencia del pasar del tiempo, trae como consecuencia la presencia de factores irruptores de la vista, por lo que los jugadores no pueden desempeñar de manera correcta su función por una limitante visual, así mismo, los espectadores no pueden apreciar de manera idónea el partido ya que existen zonas con menos intensidad luminosa, y, por último, trae consigo también la mala reproducción de las imágenes televisadas para los espectadores que visualizan el partido por medio de monitores, en la imagen próxima se puede visualizar un estadio el cual no posee los niveles ni de iluminación ni de uniformidad adecuados por un problema de mal planteamiento de proyecto luminotécnico (Ver figura 3)

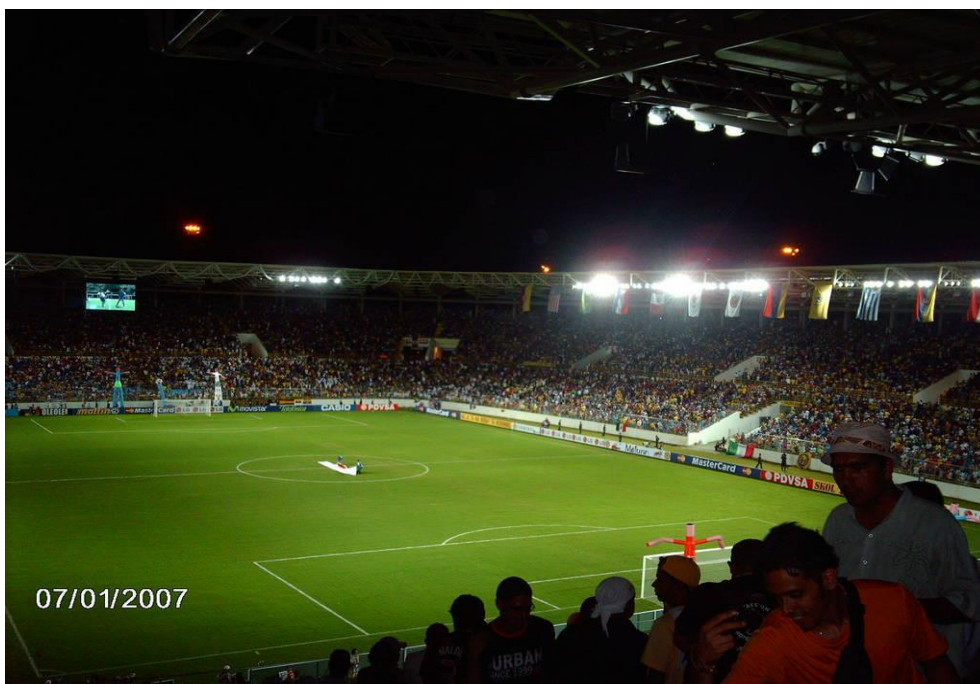


Figura 3. Iluminación deficiente en el apartado de uniformidad estadio de Maturín

Fuente. González Y. (2007)

Es de conocimiento público que, el deterioro ocasionado por el tiempo de uso en los equipos eléctricos generan una degradación de la calidad de los calibres conductores, ocasionando un quiebre de la chaqueta protectora, exponiendo el material conductor encargado

de la conducir alimentación, al ocurrir esto, se genera un conjunto de problemáticas diversas, tales como el contacto de éste material conductor con otras estructuras conductores como bien puede ser el metal de las estructuras de bancada, ocasionando fallas de cortocircuito y descargas, también, pueden generarse fallas de tierra en el chasis de los cajetines, y en el peor de los casos puede ocasionar descargas eléctricas hacia usuarios que en el momento de la falla se encuentren en contacto con alguna zona del crítico de falla (Ver figura 4)



Figura 4. Proceso de recubrimiento de cable conductor con teipe por desgaste de chaqueta

Fuente. Lubín M. (2022)

El estadio de futbol del complejo polideportivo Misael Delgado, ubicado en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, actualmente presenta un sistema luminotécnico estructurado con reflectores de bombillos doble contacto con Lámparas de haluro metálico los cuales no se encuentran adecuadamente direccionados al campo en función a sus lentes óptico (Ver figura 5), además de ello, con el transcurso del tiempo, diversos factores corrosivos han desgastado el vidrio protector de los reflectores, disminuyendo de esta manera su intensidad lumínica y no poseen igualdad de colometría. el conjunto de todas éstas problemáticas expuestas dan como resultado que la iluminación en la cancha sea deficiente, con una baja iluminación para los parámetros establecidos en los juegos profesionales según la CONMEBOL, además de otras problemáticas tales como un escaso nivel de uniformidad tanto en las mediciones horizontales como en las verticales y un alto nivel de deslumbramiento o incomodidad visual, ocasionando

un mal desempeño del juego y una además una mala captación de las imágenes televisadas, La empresa Industrias Meier C.A. mediante las mediciones en seguimiento del proceso oficial de la CONMEBOL para medir los niveles de iluminación pudo determinar en su informe A001 sobre mediciones de luminancia en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado en septiembre del año 2022 que no cumple con los niveles de iluminación ni horizontal ni vertical establecidos por la CONMEBOL para el año 2022



Figura 5. Apreciación de direccionamiento de luminarias deficiente.

Fuente. Martínez A. (2022)

En el mismo orden de ideas, cabe destacar que el estadio posee un sistema eléctrico instalado desde hace muchos años, razón por la cual la chaqueta de los cables conductores para la electricidad de los reflectores se ha ido desgastando y generan fallas de tierra con algunas estructuras metálicas, ocasionando además que un conjunto de reflectores no encienda. De igual modo, el sistema eléctrico se encuentra calculado para el consumo de los reflectores anteriormente mencionados, teniendo el calibre de los conductores eléctricos con base en su ampacidad, medios de desconexión, protección contra cortocircuitos, y diámetros de tuberías, estimada por debajo de los requerimientos eléctricos de un sistema de iluminación actual para estadios de fútbol.

Los problemas luminotécnicos y eléctricos anteriormente expuestos tienen repercusiones directas en la seguridad de las personas que visitan el estadio, tanto para los jugadores como para los espectadores y el personal obrero del recinto, puesto que el direccionamiento actual de los reflectores es capaz de causar molestia visual en los jugadores, interrumpiendo de esta manera el correcto desenvolvimiento del partido, además de ello, no cuentan con el ángulo de incidencia de luz adecuado para las cámaras gol, por lo que al ser un partido televisado va a tener problemas en la correcta visualización de las imágenes, se corre el riesgo de que los usuarios que se encuentren trabajando cerca de los cajones eléctricos reciban descargas eléctricas por falla a tierra en la estructura y además ocasionan el no encendido de diversas luminarias (Ver figura 6).

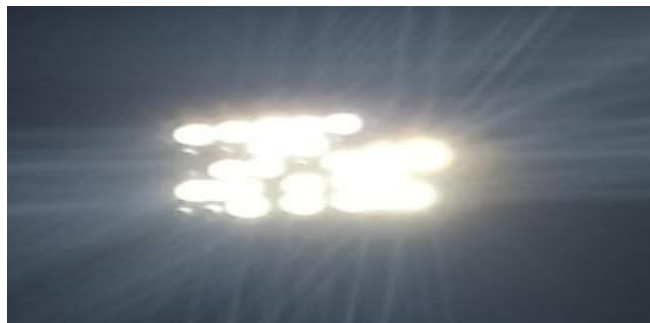


Figura 6. Apreciación de luminarias no encendidas como consecuencias de problemas eléctricos

Fuente. Martínez A. (2022)

De igual modo es importante mencionar que la problemática presentada no se limita a casos de estudios en Venezuela, dado que un gran conglomerado de estadios a nivel internacional en Latinoamérica poseen la necesidad de ejecutar modificaciones en sus sistemas luminotécnicos, modificaciones las cuales van paralelamente trabajadas con variaciones en el sistema de alimentación eléctrica, siendo común un aumento de la carga total consumida, como sustento del anterior argumento se puede visualizar la figura 4, correspondida a un estadio situado en México (ver figura 7)



Figura 7 Iluminación deficiente con señalización en falta de uniformidad en el estadio Azteca de México

Fuente. Castillo C. (2022)

2.2 Formulación del problema

¿Cómo se puede mejorar el sistema eléctrico y de iluminación en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado, de manera que se eviten accidentes por descargas, deslumbramiento y se garantice la captación idónea de imágenes televisadas?

2.3 Objetivos de la Investigación

2.3.1 Objetivo General

Realizar una propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y de iluminación en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado ubicado en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo.

2.3.2 Objetivos Específicos

- Describir toda la información concerniente al actual sistema de iluminación e instalaciones eléctricas del estadio.
- Realizar un proyecto luminotécnico con renderización el cual permita al recinto cumplir con las nuevas normativas de la CONMEBOL en iluminación.
- Proponer un diseño de canalización eléctrica en el cual se involucra el cálculo de la carga que manejará el sistema, así como tuberías, conductores, interruptores, tableros, protecciones, tablas de carga, sistema de puesta a tierra, planos de planta, diagrama unifilar y memoria descriptiva para la demanda del recinto con las nuevas luminarias
- Realizar un estudio de factibilidad técnica y operativa, estimación de costos de los reacondicionamientos expuestos en este documento.

2.4. Justificación de la Investigación

Este documento responde a la necesidad de presentar un proyecto luminotécnico el cual cuente con las directrices necesarias para que el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado en el cual juega la selección de fútbol de Carabobo, se encuentre en cumplimiento con las normas exigidas por la CONMEBOL en el ámbito de la iluminación, y que de esta forma se le puede ser otorgada la licencia de clubes por el cumplimiento de la totalidad de los requisitos a la selección de fútbol de Carabobo.

Cabe destacar que la realización de un reacondicionamiento del proyecto luminotécnico por lo general impone un consumo de carga mayor al principalmente calculado, y que el sistema eléctrico actual presenta un riesgo para los usuarios que manipulan el sistema de encendido de los reflectores, por lo que la otra ventaja en la realización del proyecto será que la cancha de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado obtendrá un diseño adecuado, seguro, de bajo mantenimiento y confiable por medio del cual pueda ser distribuida la energía eléctrica

necesaria para el sistema de iluminación de la cancha. Es importante ya que por medio de esta propuesta se obtendrá un diseño que resguarde la gran inversión realizada por los inversionistas y protegerá la vida de los usuarios.

En el mismo orden de ideas, el proyecto atiende la demanda de la presentación de un proyecto el cual cumpla también con el mejoramiento del consumo eléctrico, optando por diseños con equipos más eficientes evitando afectar el estilo de vida de las personas, garantizando un diseño ahorrador y amigable con el ambiente, resaltando que, pese a que la carga total del sistema pueda aumentar, se estará utilizando de forma más óptima la carga consumida, teniendo un índice de pérdidas menor al ya instalado.

Con la ejecución del trabajo de grado el autor podrá complementar los conocimientos teóricos adquirido con el trabajo de campo realizado, capacitando al mismo y generando un mejor criterio al instante de la creación de un diseño eléctrico y/o luminotécnico el cual pueda ser aplicado en otros recintos, contribuyendo así a la formación de personal capacitado en las ramas de ingeniería electrónica, eléctrica, y de iluminación, garantizando una mayor calidad en los trabajos de éste tipo presentados en Venezuela y el mundo.

Parte de la importancia del presente estudio radica en aprender y enseñar a los individuos tanto las maneras correctas de realizar un proyecto de iluminación deportiva para estadios de fútbol con requerimiento de imágenes televisadas, como la forma de adecuar un sistema eléctrico y luminotécnico nuevo al sistema ya existente de la manera más eficaz posible con la finalidad de disminuir los costos y gastos.

Añadiendo también que la nueva tecnología de iluminación mediante LED puede coexistir perfectamente con los sistemas luminotécnicos ya existentes, dado que la gran variedad de ópticas y sus colimetría permiten reemplazar, sin gastos de adaptación, lámparas halógenas, incandescentes y fluorescentes, además de hacer que lámparas de éste tipo puedan coexistir con las lámparas con tecnología LED.

Asimismo, la ejecución de este trabajo de grado representará un modelo de ejemplo de cómo es posible realizar la modificación del sistema eléctrico y luminotécnico en una infraestructura deportiva ya existente con la finalidad de lograr que la misma cumpla con los requerimientos que los entes reguladores de la disciplina deportiva que en la cancha se juegue impongan, y así fungir como documento de base de los pasos a seguir para la correcta evaluación de la situación actual de un recinto deportivo y posteriormente la adecuación de su sistema luminotécnico mediante un software de iluminación.

2.5. Alcance y Limitaciones

Esta investigación se centra específicamente tanto en la propuesta de un proyecto luminotécnico realizado mediante un avanzado software de cálculos de niveles de iluminación, en donde se tendrán presentes las diversas ópticas de los reflectores, así como sus fuentes productoras de luz y consumo energético, como en la propuesta de un sistema eléctrico incluyendo cálculo de la carga, diámetro tuberías, calibre de conductores, interruptores, tableros, sistemas de protección, tablas de carga, sistema de puesta a tierra, planos de planta, diagrama unifilar y memoria descriptiva.

El área cubierta por el trabajo para el diseño de canalización eléctrica, es la del estadio de fútbol situado en el complejo polideportivo Misael Delgado ubicado en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo. Adicionado a la anteriormente expuesto se tomará también en consideración para los cálculos y diseños; la acometida aérea principal de 13.800 V, las celdas de media tensión., el sistema de Transformación de voltaje trifásico, los tableros de distribución y fuerza y la Acometida para los tableros.

Se realizará una inspección de los apartados anteriormente mencionados y los resultados serán expuestos en el presente trabajo con la finalidad de redactar unas recomendaciones para el reacondicionamiento de los apartados anteriormente mencionados.

Las limitaciones de esta investigación se resumen en que no se hará instalación del sistema eléctrico propuesto, además tampoco se tomará en cuenta el consumo eléctrico ni los niveles de iluminación presentado por las demás canchas deportivos en el complejo polideportivo Misael Delgado, se centrará únicamente en la propuesta para la reestructuración del sistema eléctrico con base únicamente en el consumo de las nuevas luminarias implementadas para cumplir con los niveles exigidos por la CONMEBOL, por lo que tampoco se hará una propuesta eléctrica para los sistemas que no estén relacionados a la iluminación de la cancha deportiva de futbol.

Así mismo, el presente documento estará encargado de realizar la ruta de bancada en planos de la forma más conveniente para el autor, en cumplimiento con lo establecido por las diversas normas que rigen el ámbito de las instalaciones eléctricas en estadios, presentando así planos eléctricos tales como planos de ruta de bancada con indicación de; calibre del conductor y tipo del cable, tipo de tubería, taquillas de derivación; planos de diagramas unificables con indicación de magnitud de dispositivos de protección eléctrica y medios de desconexión, también un diagrama visual representativo de la colocación de tableros de distribución con las cargas a las cuales cada equipo de protección estarán conectados.

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes

En el presente apartado se harán muestra de los diversos estudios previos vinculados al presente trabajo de grado, los mismos sirven como base para que el investigador pueda tener distintas referencias académicas y procedimentales sobre los temas que ha de tratar, Arias (2012) afirma que “Los antecedentes reflejan los avances y el estado actual del conocimiento en un área determinada y sirven de modelo o ejemplo para futuras investigaciones”. (p. 108).

A nivel local, se destaca el trabajo realizado por Carreño D. (2017) egresado de la universidad de Carabobo, quien ejecutó un trabajo de grado para optar por el título de ingeniero electricista, titulado "**Evaluar la coordinación de protección para una red eléctrica de 115 KV perteneciente al noreste del estado Carabobo del sistema eléctrico nacional.**" cuya problemática planteada fue un conjunto de fallos en los dispositivos de protección en la red eléctrica perteneciente al noreste del estado Carabobo, en conjunto con otros errores visualizados como la carencia de la confiabilidad del sistema, la selectividad y rapidez en de respuesta de los dispositivos de protección.

La metodología implementada para este trabajo fue una investigación de tipo documental ya que se realizaron un conjunto de consultas en diversas fuentes de información y de campo, puesto que se investigó en el sitio de estudio sobre la tecnología existente en la actual red eléctrica en conjunto con su estado de deterioro y su correcto funcionamiento, para así poder en base a los resultados obtenidos analizar aquellas propuestas que sean factibles para garantizar una red eléctrica el total cumplimiento con las normas eléctricas, señalando además diversos elementos eléctricos los cuales son de gran importancia para el correcto funcionamiento de una red y que la misma represente una instalación segura tanto para los usuarios que transitan en zonas aledañas como para el personal que se encarga de mantenimiento y revisión de las mismas.

Los objetivos más resaltantes de la tesis expuesta y vinculantes con el presente trabajo de grado es el de describir los sistemas de protección presentes en la red eléctrica bajo estudio, evaluar los distintos tipos de fallas que se puedan presentar y el planteamiento de los ajustes requeridos para la red.

La conclusión del trabajo anteriormente mencionado es que los sistemas de protección los cuales emplean el uso de relés numéricos brindan una protección más confiable y segura, dado que permiten ajustes independientes y más precisos para las diversas zonas de actuación. Del mismo modo al incluir esquemas de tele-protección se permite garantizar un despeje rápido de la falla, además se evita un disparo errático de los relés garantizando selectividad.

Señalando los estudios realizados a en el ámbito nacional, se realiza el trabajo para la obtención del título de ingeniero electricista de Padrón A. (2018) egresado de la universidad central de Venezuela, cuyo trabajo de titula "**Estudio de la factibilidad técnica del uso de luminarias con tecnología led en un estadio**" en el cual se planteó la problemática del mal manejo energético el cual poseen las luminarias con tecnología antigua, dando como resultado un sistema eléctrico con gran cantidad de pérdidas eléctricas, señalando que actualmente el criterio de selección de tecnologías de iluminación se centra principalmente en el ahorro energético, economía, tiempo de vida y eficiencia, optando por evaluar la factibilidad de la aplicación de luminarias led en los estadios.

Para la redacción del trabajo de grado realizado por el actual ingeniero se empleó una metodología de investigación tipo documental, puesto que el mismo obtuvo el resultado final por medio de la recolección de un conjunto de información obtenida de diversas fuentes, puesto que requería de la información exacta del consumo de las luminarias y su factibilidad considerando tanto su porcentaje de ahorro de energía eléctrica y el precio de las mismas.

La conclusión del estudio realizado fue que las lámparas con tecnología LED tienen un rendimiento lumínico elevado con respecto a las lámparas convencionales y que; si bien es cierto que los costos de las lámparas de tecnología LED representan un monto significativo en su implementación versus el sistema tradicional, su alta eficacia lumínica en conjunto con el uso del sistema de gestión de iluminación logra hasta un 30% más de ahorro energético.

El estudio planteado por el ingeniero representa gran importancia para el autor, dado que se deben de evaluar las diversas luminarias posibles a ser propuestas para el reacondicionamiento del sistema luminotécnico del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael delgado en función de; su potencia, su temperatura de color, su eficiencia, su factor de potencia, y también es de gran importancia la consideración de su costo para el estudio de factibilidad.

Así mismo, se señala el trabajo realizado por Saade S. (2017) egresado de la universidad Central de Venezuela, trabajo el cuál realizó previo a la obtención del título de ingeniero electricista, titulado "**Proyecto de las instalaciones eléctricas para la nueva sede de polimallas C.A.**" en el mismo se plantea la problemática de acudir a la necesidad existente en

la empresa polimallas C.A de aumentar la cantidad de equipos consumidores de energía con una misma fuente de suministro de 150 KVA, para lo cual se requiere del diseño de canalizaciones eléctricas para la nueva distribución de planta, el diseño del sistema de iluminación de todas las áreas de la empresa y el cálculo de la demanda eléctrica para poder dimensionar el transformador necesario para suplir la demanda que requerirá el sistema en su totalidad.

Los objetivo general de realizar el proyecto de instalaciones eléctricas para la nueva sede de Polimallas C.A. se distribuye en diversos objetivos, de los cuales el autor puede resaltar los de elaborar un diagnóstico de la instalación eléctrica, la estimación de la carga de los equipos que se tendrán, el cálculo de los alimentadores de cada carga, la determinación de tableros, protecciones y transformador eléctrico, la elaboración de planos respectivos de los sistemas propuestos, la Elaborar tanto las partidas como los cálculos métricos necesarios para la realización del proyecto y también de gran importancia el apartado de la elaboración de una memoria descriptiva de cálculo y especificaciones de la canalización, cada uno de los objetivos en suma concordancia con los objetivos planteados por el autor en el presente trabajo de grado y de gran ayuda para el basamento de los cálculos y diseños eléctricos.

Las conclusiones de la tesis realizada fueron que se logró elaborar un diagnóstico de la instalación eléctrica actual de la nueva sede de Polimallas C.A. donde se obtuvo una carga conectada total de 1237,86 kVA mientras que la demanda del sistema es de 286,77 KVA, arrojando un Factor de Demanda de 0,23, además, Se estimó la carga de los equipos que serán instalados en la nueva sede de Polimallas C.A. Se calcularon los alimentadores de las cargas, así mismo para los tableros de cargas auxiliares y de fuerza como también los centros de distribución de potencia, sus respectivas protecciones. Las protecciones eléctricas se seleccionaron adecuadamente para cumplir con una coordinación amperimétrica de las mismas y se presentó el diseño de la propuesta de sistema eléctrico, de igual forma fueron realizadas las partidas y los cálculos métricos necesarios para la implementación, junto a la memoria descriptiva de cálculo y especificaciones de la canalización.

El documento es de gran relevancia dado que presenta para el autor una base tanto para la metodología de cálculos eléctricos y todos los sistemas que lo componen, como para el proceso de diseño del sistema eléctrico, Asimismo el autor inmiscuye en el ámbito de la iluminación con diversos tipos de luminarias, tocando el apartado de las luminarias led así como otros materiales, también la indicaciones sobre las partidas y los cálculos métricos para el desarrollo de la memoria descriptiva del proyecto.

Además de ello, Malagón B. y Sánchez H. (2021) egresados de la universidad politécnica salesiana sede cuenca, en su estudio **“Diseño de un sistema de iluminación para el estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la universidad politécnica salesiana sede cuenca utilizando tecnología led y sistemas fotovoltaicos”**, Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico, plantearon la problemática de que el estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la Universidad Politécnica Salesiana siendo la principal atracción con respecto a las competencias deportivas de nivel medio que se realizan en la misma, tanto regional como local; debido a encontrarse en clase II a nivel de competencia, ha sido observado por los organismos que administran el fútbol profesional del país estando expuestos al no cumplimiento de la calidad de luminosidad requerida para el tipo de competiciones que se efectúan en el campo deportivo.

Dicho sistema no cumple con la calidad de luminosidad necesaria, debido a problemas como deterioro de vida útil de los reflectores, luminarias antiguas comparado con las actuales que son las LED y baja eficiencia energética del sistema actual. La metodología de estudio utilizada es un proyecto factible el cual propone una solución a la problemática ya existente, el objetivo principal fue logrado mediante el cumplimiento de la realización de un levantamiento lumínico de las instalaciones del estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la UPS Sede Cuenca el diseño de la iluminación del estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la UPS Sede Cuenca con tecnología LED y considerando la norma española de iluminación UNE-EN 12193:2009 y el análisis técnico económico con la implementación del diseño de iluminación y la central fotovoltaica.

La conclusión obtenida de este trabajo fue la presentación de dos propuestas factibles para el estadio Valeriano Gavinelli Bovio considerando proyectores de alta potencia LED y que a su vez la energía consumida por el sistema de iluminación sea abastecida por la central fotovoltaica con conexión a red y sistema de acumulación, logrando generar energía limpia y siendo autosustentable energéticamente, analizando dos propuestas de iluminación tanto para escenario competitivo como para entrenamiento, con dos diseños de iluminación lateral; la primera propuesta tiene un sistema lateral de 8 postes de iluminación con 40 proyectores LED, la segunda propuesta tiene un sistema lateral de 6 postes con 30 proyectores LED, ambas propuestas resultaron factibles debido a las simulaciones respectivas mediante DiaLux 4.13 y al cálculo luminotécnico cumpliendo con la normativa española UNE-EN 12193.

En relación al estudio realizado por el autor, el trabajo anteriormente mencionados, permite hacer un análisis de las opciones factibles aplicables para la propuesta del sistema luminotécnico, de manera tal que el autor posea un conocimiento sobre las características

principales de los distintos tipos de reflectores led para así analizar la factibilidad de colocación de un modelo determinado, tomando en consideración diversos factores expuestos en los trabajos de grado tales como el consumo energético generado por los mismos, el factor de potencia los cuales éstos poseen, los índices de iluminación mediante el estudio de su flujo luminoso, su eficiencia y su potencia, y el resultado de la aplicación de las luminarias en función además de su temperatura de color y si índice de reproducción cromática. Así mismo, resalta a tener presente el factor de deterioro ocasionado por los agentes corrosivos del ambiente y las problemáticas que estos deterioros puedan causar en relación al resultado final de iluminación de cada reflector.

Complementando los trabajos de grado ya expuestos, se presenta además el estudio ejecutado para la obtención del título de ingeniero eléctrico realizado por Puebla M. (2020) egresada de la universidad Valladolid escuela de ingenierías industriales, trabajo el cual se titula "**Instalación eléctrica e iluminación de un estadio de fútbol**" la problemática planteada fue la necesidad existente del análisis de la previsión de cargas eléctricas que son necesarias para el correcto funcionamiento de un estadio de fútbol, además, se encarga de realizar el diseño de la instalación para que se distribuya la energía eléctrica de la forma más sencilla, fiable, segura y eficiente posible y calcular todos los parámetros para la ejecución correcta de la instalación.

La metodología aplicada se segmenta en dos apartados principales, el primero consta de un estudio tipo documental de campo, puesto que se realizaron un conjunto de investigaciones de diversas fuentes para conocer el estado actual del sistema eléctrico instalado, posterior a ellos, se realizó una propuesta factible con los cálculos y diseños pertinentes para la aplicación de una mejora al sistema previamente estudiado. El trabajo de grado expuesto posee gran relevancia en el presente estudio realizado por el autor dado que permite conocer el procedimiento adecuado para la ejecución de los cálculos eléctricos en función a la demanda energética previamente cuantificada tomando en consideración a las necesidades luminotécnicas del estadio, así mismo, expone diversas metodologías de cálculos para diversos componentes pertenecientes a la ruta de bancada, sistemas de protección y cálculo de sistema de transformación trifásica para suministro energético.

Las conclusiones obtenidas de este estudio fueron que la metodología requerida para el cálculo de potencia necesaria para el correcto funcionamiento de una edificación no destinada a viviendas puede ser similar a la del cálculo de potencia para viviendas multifamiliares. Conforme cada país existe un conjunto de normativas las cuales indican la magnitud de los factores de potencia, factores de corrección y factores de simultaneidad que se deben de aplicar

para determinados recintos. La iluminación del estadio se ha llevado a cabo bajo unas imposiciones estrictas de la legislación, en lo referente a la parte luminotécnica.

3.2 Teoría central de la investigación

Dada la naturaleza el presente trabajo de poseer dos ramas investigativas tales como los son la iluminación artificial y sistema eléctrico para la alimentación en corriente alterna, las teorías centrales de la investigación son; la teoría de circuitos la cual permite el entendimiento de las conexiones y arreglos eléctricos, cableado en AC, sistemas de potencia, rutas de bancada y sistemas de protección; y la teoría de iluminación artificial, la cual permite el entendimiento del comportamiento de las luminarias, así como sus curvas fotométricas y diversos valores de interés para la realización de la propuesta.

3.3 Bases Teóricas

3.3.1 Sistema luminotécnico en recintos deportivos

3.3.1.1 Iluminancia

Magnitud medida en Lux [lumen/m^2] y está representado por la letra E. Es una medida de la densidad luminosa o luminosidad con la que se ilumina una zona específica, indicando la cantidad de flujo luminoso (lumen) de una fuente de luz que llega por unidad de superficie de un receptor. El valor lux es una cantidad puramente receptora. Para una determinada superficie la iluminancia se calculará mediante la ecuación 1 (ver ecuación 1)

$$E = \frac{\phi}{S} \quad (1)$$

Donde

E: Iluminancia o Intensidad de iluminación [lx]

S: Área de la superficie a iluminar [m^2]

ϕ : Flujo luminoso [lm]

El dispositivo adecuado para la medición de la iluminancia en lux se denomina luxómetro, el cual en un receptor fotosensible (ver figura 8)



Figura 8. Equipo de medición de luminancia; luxómetro
Fuente. Martínez (2023)

3.3.1.2 Flujo luminoso

Magnitud medida en Lumen (lm) representada con la letra griega Φ . Se define como flujo luminoso a la energía de luz emitida en todas las direcciones por una fuente. Se puede describir también como la potencia de radiación luminosa emitida por una luminaria, con respecto a la no linealidad existente entre la potencia de una luminaria y su flujo luminoso Auer S. (2012) indica:

Los tipos de luminarias idénticas podrían compararse por la cantidad de vatios. Sin embargo, las diferentes luminarias producen diferentes cantidades de luz y, por lo tanto, no se pueden comparar por la cantidad de vatios. Para comparar la luminosidad de diferentes lámparas, hay que fijarse en el flujo luminoso. La unidad lumen es una unidad de medida normalizada internacionalmente para el flujo luminoso de una fuente de luz. (p.12)

Cabe destacar que la magnitud expresada en lúmenes no tiene en cuenta la percepción de la luminosidad dado que esta se ve influenciada es por la apertura del lente óptico en el diseño de la luminaria.

3.3.1.3 Intensidad luminosa

Magnitud medida en candelas. describe la radiación emitida en una dirección determinada por una luminaria o fuente emisora de luz. Dado que el comportamiento de la radiación de un dispositivo de señalización óptica no está sólo determinado por la fuente de luz sino también por el diseño del lente óptico, la intensidad luminosa es la más adecuada para evaluar el efecto de iluminación sobre las superficies de los respectivos dispositivos. Auer S. (2012) comenta al respecto: “La intensidad luminosa es una magnitud fotométrica. Relaciona el flujo luminoso con el ángulo del haz de una fuente de luz. La intensidad luminosa indica, por tanto, la concentración de la luz o la densidad de la luz emitida” (p.12)

3.3.1.4 Rendimiento y eficiencia luminosa

Para la ejecución del proyecto luminotécnico es de suma importancia tener en cuenta el rendimiento y la eficiencia luminosa para garantizar los resultados obtenidos a nivel teórico en el campo y asimismo garantizar la duración de dichos resultados a través del tiempo. el rendimiento es la relación entre el flujo luminoso emitido por una luminaria y el flujo luminoso de la lámpara, mientras que la eficiencia luminosa es la relación entre del flujo luminoso entregado, en lumen, y la potencia consumida, en vatios (Φ [lm] / P [W]).

En el proceso de iluminación de una luminaria, una parte de la energía eléctrica se transforma en luz emitida y otra parte se convierte en calor. Una lámpara eficaz convierte la mayor parte de la energía eléctrica en emisión de luz. Si dos luminarias tienen la misma emisión de luz, pero utilizamos la que tiene mejor eficiencia, ahorraremos energía y dinero por mantener el mismo nivel de iluminación durante cierto tiempo. Con respecto al rendimiento, Castro M. y Postigua M. (2015) indican que:

El rendimiento se expresa en porcentajes y está representado por la letra η , esto permite conocer que cantidad de flujo luminoso de la fuente de luz utilizada es restituído por dicha luminaria. Tener un bajo rendimiento en las luminarias que utilizamos en nuestros diseños representa tener una instalación costosa tanto como en la inversión inicial como en el costo del consumo eléctrico, por cuanto se deberán colocar demasiadas luminarias para obtener el nivel de iluminación deseado. (p.37)

Una vez dispuestas las diversas magnitudes fundamentales en la teoría de la luz, se procede a aclarar de manera gráfica la diferenciación en el campo de las mismas, esto por medio de la visualización de la figura 9

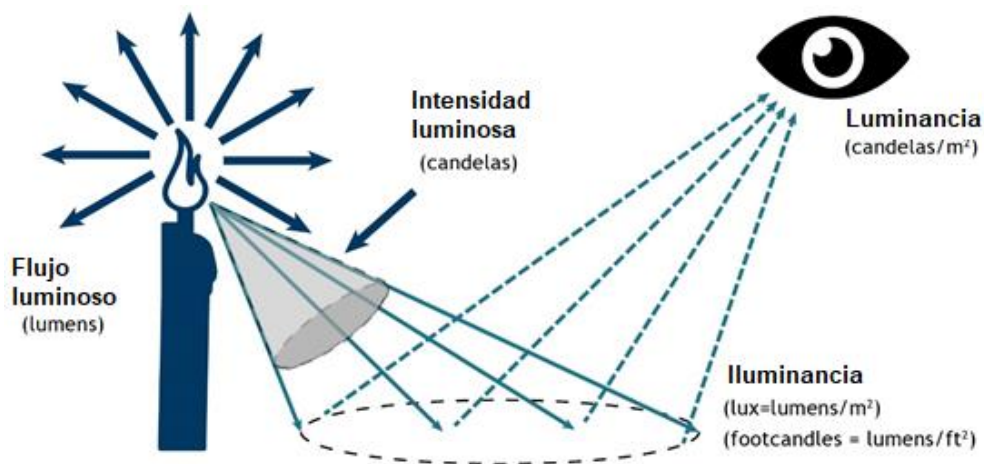


Figura 9. Diferenciación de las magnitudes vinculadas a la luz
Fuente. Martínez (2023)

3.3.1.5 Iluminancia del plano horizontal.

La iluminación horizontal constituye una medida de la luz la cual comprende el plano horizontal sobre la cancha de juego. Para la medición de iluminancia de plano horizontal en el campo se emplea una rejilla de 10 metros x 9 metros en toda la extensión del campo de juego como base para recopilar todas las mediciones, permitiéndole calcular la iluminación máxima, mínima y media, mediante la colocación de un luxómetro a una altura de 0.25 metro sobre la

superficie del terreno de juego coincidente con el procedimiento realizado por la confederación sudamericana de fútbol, ésta medición y es conocida por las siglas (Eh)

3.3.1.6 Iluminancia del plano vertical.

Mediante la iluminancia vertical podemos observar los objetos en el plano vertical, siendo la cantidad de iluminación que recibe la superficie vertical de los jugadores, la calidad de una imagen de televisión depende de la correcta iluminación vertical debido al grado de influencia ya que les permite la exhibición de los deportistas. Es importante percatarse de las alteraciones verticales porque provocan una baja calidad en las imágenes de video, el procedimiento para la medición de la misma se ejecuta con la rejilla de 10 metros x 9 metros en toda la extensión del campo de juego, y la colocación del luxómetro se efectúa a 1.5 metros sobre la superficie del terreno en cada uno de los puntos marcados por la rejilla, siendo además necesario rotar el luxómetro hacia los 4 ejes cardinales con la finalidad de obtener los niveles de iluminancia de las 4 cámaras principales, las cuales son las Gol 1, gol 2, tribuna principal y tribuna opuesta

3.3.1.7 Uniformidad en la iluminación.

Para la adecuada y óptima iluminación la uniformidad en los planos horizontal y vertical debe ser la mayor posible, para de esta manera lograr un confort a los deportistas y espectadores, evitando las variaciones de la iluminación en la extensión del campo y siendo posible la mejor visibilidad para los jugadores y espectadores tanto presenciales como televisados. Con respecto al punto, indica Marroquón O. (2015) que;

Para la retransmisión por televisión en alta definición, la uniformidad es necesaria para evitar problemas de enfoque y sombras que eviten que se visualice de una forma adecuada. Además, en la iluminación de centros deportivos se debe cumplir con la relación iluminancia mínima a la iluminancia máxima (\bar{E}_m) y como la relación de la iluminancia mínima a la media (E_{min}/\bar{E}_m) de acuerdo a lo establecido por las normas vigentes de cada confederación responsable (p, 23).

La uniformidad que se establece para los centros deportivos es de acuerdo a la clase que se encuentre el estadio, al ser campos deportivos profesionales, existe la posibilidad de que sus eventos sean televisados, por ende, su iluminación deberá ser uniforme para ambos planos. En el caso de no ser televisados se rige únicamente al plano horizontal.

3.3.1.8 Curva de distribución luminosa

La curva de distribución luminosa la cual también es llamada curva fotométrica, se encarga de describir la forma y la dirección de la distribución de la luz emitida por una

luminaria en el espacio. Esta curva es el resultado de tomar mediciones de la intensidad luminosa en diversos ángulos alrededor de una luminaria y transcribirlos en forma gráfica, generalmente en coordenadas polares.

Es una de las principales características especificadas por el fabricante, y permite evaluar la intensidad y direccionalidad del flujo emitido, esta información se utiliza para conocer de antemano como se distribuye la luz y poder hacer una selección adecuada para una aplicación determinada. Las coordenadas que dan forma al sólido fotométrico y determinan la distribución luminosa de la luminaria en el espacio son la intensidad luminosa (I), plano vertical (C) y la inclinación con respecto al eje vertical (γ), la información dispuesta es visible de manera gráfica en la figura 10

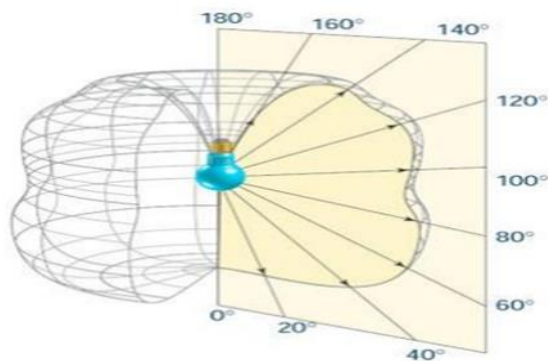


Figura 10. Representación en el plano 2D de la curva fotométrica de una luminaria

Fuente. Castillo C. (2023)

Dada la complejidad la cual representa el estudiar la curva en tres dimensiones, se simplifica el resultado de las mismas en cortes al sólido fotométrico para obtener una curva de dos dimensiones conocida como curva polar fotométrica

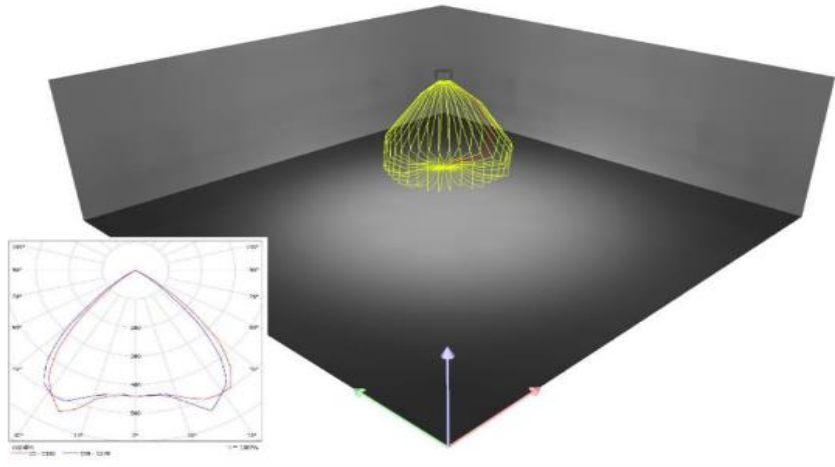


Figura 11. Representación 2D de la curva fotométricas 3D de una luminaria.

Fuente. Captura realizada del software Dialux en conjunto con curva de luminaria presente en el software V Fael Lighting.

3.3.1.9 Deslumbramiento

El deslumbramiento es aquel efecto que ocurre cuando en nuestro campo de visión observamos una fuente de luz directa o la reflexión de una fuente de luz directa en un objeto la cual es superior al conjunto en el cual se encuentra. En este caso sólo percibimos el objeto de mayor intensidad sin poder distinguir bien nuestro entorno debido a la saturación que se produce en nuestros ojos. Tal como indica Se debe controlar para eliminarlo o disminuirlo en la medida de lo posible, debido a que puede producir velo de visión borrosa (deslumbramiento perturbador) o fatiga al recibir la luz de manera constante (deslumbramiento molesto)

La iluminación de espacios exteriores considera los dos tipos de deslumbramiento: molesto y perturbador. Normalmente si se cumplen los límites del deslumbramiento molesto, el deslumbramiento perturbador se considera admisible.

La luminancia de velo es la pérdida de visión que se produce por el deslumbramiento perturbador está creada por la aparición de un velo que se superpone a la imagen nítida que ve el ojo, de modo que disminuye la capacidad del ojo de apreciar los contrastes.

Se considera que el velo tiene una cierta luminancia que se calcula por la ecuación 2 (ver ecuación 2)

$$Lv = 10 * \sum \left(\frac{E_g}{\theta^2} \right) \quad (2)$$

Donde:

Lv es la luminancia de velo en cd/m²

E_g [lux] iluminancia sobre el ojo (en un plano perpendicular) causada por la fuente de deslumbramiento

θ ángulo, en grados, entre la dirección de incidencia de la luz en el ojo y la dirección de observación

El sumatorio está extendido a todas las luminarias de la instalación

La luminancia de velo equivalente se define considerando que la reflexión del entorno es totalmente difusa, se calcula por la ecuación 3 (ver ecuación 3)

$$L_{ve} = \frac{0,035 \cdot r \cdot E_{lm}}{\pi} \quad (3)$$

Donde:

E_{hm} es la iluminancia media horizontal del área

L_{ve} es la luminancia de velo equivalente en cd/m^2

El deslumbramiento perturbador se calcula mediante la expresión del incremento de umbral (TI) para valores de luminancia media en la calzada entre 0,05 y 5 cd/m^2 tal como se indica en la ecuación 4 (ver ecuación 4)

$$TI = 65 \cdot \frac{L_v}{(L_m)^{0.5}} \quad (4)$$

Donde:

L_m luminancia media de la calzada en cd/m^2

L_v luminancia de velo equivalente en cd/m^2

Cuando la luminancia media de la calzada es superior a 5 cd/m^2 , el incremento umbral se calcula mediante la ecuación 5 (ver ecuación 5)

$$TI = 95 \cdot \frac{L_v}{(L_m)^{1.05}} \quad (5)$$

El índice de deslumbramiento GR (Glare Rating) en iluminación de exteriores evalúa el nivel de deslumbramiento utilizando la fórmula empírica definida por la C.I.E en su publicación 112:1994. Actualmente es el método aceptado para evaluar el deslumbramiento en instalaciones de alumbrado que utilicen proyectores se calcula como indica en la ecuación 6.

$$GR = 27 + 24 \log \frac{L_v}{L_{ve}^{0.9}} \quad (6)$$

Donde:

L_v luminancia velo equivalente en cd/m^2

L_{ve} luminancia de velo denominada equivalente producida por el entorno

Los valores de GR deben estar entre 10 y 90. La relación entre el GR y su valoración se muestra en la tabla 1

Tabla 1: Coeficiente de reflexión con indicación de molestia visual según su valoración

Índice de deslumbramiento (GR)	Valoración
Insoportable	80 – 90
Molesto	60 – 70
Admisible	40 – 50
Evidente	20 – 30
Inapreciable	10

Fuente: Comisión internacional (l'Eclairage CIE)(1986) Publicación 29.2

3.3.1.10 Temperatura de color

Se establece que la temperatura de color es el color característico de una fuente de luz en comparación con un material ideal emisor de luz sólo por el efecto del calor. Es una indicación aproximada de la impresión de color generada por una fuente de luz blanca. Describe hasta qué punto tendrá un aspecto “cálido” o “frío”. La unidad de medida de la temperatura de color son los grados Kelvin, a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa.

3.3.1.11 Índice de reproducción cromática

Se define como índice de reproducción cromática o CRI a la capacidad que tiene una fuente de luz artificial para reproducir os tonos de color de una superficie. Entre 0 y 100, se establece con respecto a los colores renderizados con una fuente de referencia de la misma temperatura de color, para los partidos televisados la mayoría de los organismos reguladores exigen en las luminarias un CRI mínimo de 80.

3.3.2. Iluminación de centros deportivos

3.3.2.1. Tipos de luminarias

Para el alumbrado idóneo de distintas areas, son empleadas distintas luminarias, cada una con la finalidad de funcionar de la manera más adecuada para los requisitos solicitados, para la correcta selección de las luminarias es necesario tener presente un conjunto de características técnicas sobre la misma. Tomando en consideración las características

eléctricas, existen tres formas principales de producir luz: incandescencia, por arco voltaico o descarga eléctrica HID (Alta Intensidad de Descarga), led o de estado sólido.

- Lámparas incandescentes

Aquellas luminarias incandescentes son las que producen luz mediante el acto de hacer fluir una corriente eléctrica a través de un filamento dentro de un bombillo al vacío o lleno de un gas inerte, este filamento se calienta sin romperse. En la actualidad, los bombillos incandescentes han sido reemplazados en la mayoría de casos, su uso ha mermado mucho debido a que su eficiencia lumínica es muy baja, no obstante, la existencia de éstas luminarias es sostenida hasta las fechas por el bajo precio de las mismas. Habitualmente el filamento es de tungsteno. La eficiencia energética está en el orden del 50 % y tienen una vida media muy limitada.

Las lámparas halógenas son un tipo especial de lámpara incandescente, puesto que en estas lámparas se introduce un gas de relleno inerte junto con una pequeña cantidad de yodo, en forma de yoduro, cuyo efecto es retardar el deterioro producido por la evaporación del filamento. Debido a ello, estas lámparas pueden funcionar con temperaturas de filamento más elevadas, lo que proporciona una tonalidad de la luz más blanca y una eficiencia energética más elevada (se pueden obtener en torno a los 35 lúmenes/vatio). También la vida media de la lámpara es mayor que en el estándar Además de lo anteriormente mencionado, se destacan las acotaciones realizadas por Carpio B. (2019)

Los bombillos y lámparas incandescentes emiten un espectro de luz continuo, regularmente cálido, teniendo una excelente reproducción de color, por lo cual este tipo de lámpara es usado en estudios de filmación, teatros y escenarios. La energía eléctrica que no es aprovechada para producir energía lumínica se transforma, en su mayoría, en calor, por lo que este tipo de lámparas tiene una baja eficiencia lumínica, ya que produce mucho calor. (p19)

- Lámparas de descarga

Carpio B. (2019) menciona que;

Las lámparas de descarga eléctrica se basan en el fenómeno de la luminiscencia, producido por la descarga de electrones entre dos electrodos. La corriente debe atravesar un gas o un vapor de gas. Se pueden clasificar por el gas que utilizan y la presión a que funcionan (p19)

La luminiscencia por alta descarga eléctrica en gases es producida por el choque de un electrón a una velocidad elevada contra un átomo, haciendo que parte de los electrones del átomo pasen a un nivel superior de energía. Al regresar estos electrones a su nivel inicial, ceden su energía en radiación electromagnética tal como se muestra en la figura 12

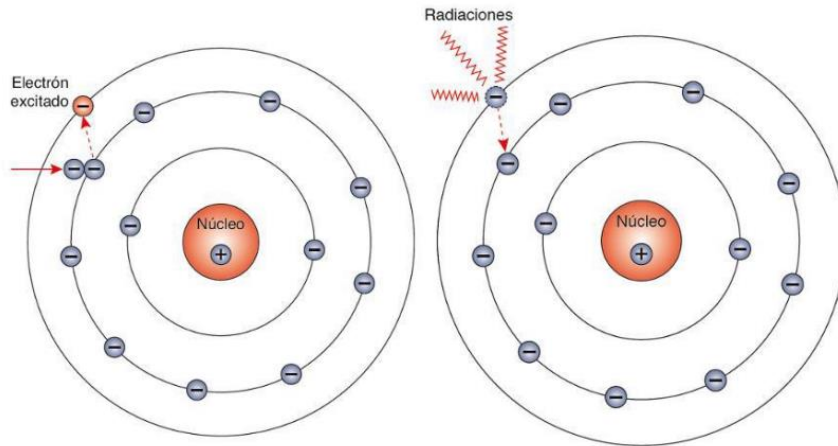


Figura 12. Luminiscencia producto de la alta descarga eléctrica.

Fuente. (Marrufo G. 2010)

Es importante entender que las lámparas de alta descarga eléctrica producen un efecto estroboscópico, el cual se debe a que la luminiscencia se hace pasar una corriente alterna, cuya señal senoidal tiene dos puntos donde pasa por cero. Cuando se alimenta una lámpara a una frecuencia de 60 hertz, pasa 120 veces por cero en un segundo. Cuando pasa por cero, la lámpara tiende a apagarse, pero, al ser muy corto el tiempo, provoca fluctuaciones de iluminación que no se aprecian. Sin embargo, la vista es sometida a un esfuerzo mayor para adaptarse a este efecto. Cabe mencionar que todas las lámparas de alta descarga eléctrica necesitan aumentar el nivel de voltaje y limitar la corriente, por lo que es necesario utilizar un balastro. Dentro de las lámparas de descarga, existe un sub-conjunto de lámparas discriminadas según el componente y la presión que las mismas posean, las mismas son;

Lámparas fluorescentes

En este tipo de lámparas la luz se genera en la película fluorescente que recubre la pared interior del tubo de vidrio, también son conocidas como lámparas de vapor de mercurio de baja presión. La fluorescencia de dicho recubrimiento se produce al incidir en él la radiación ultravioleta generada por la descarga eléctrica en el vapor de mercurio que está encerrado en el citado tubo, Saade S. (2017) indica que;

En estas lámparas la tonalidad de la luz emitida depende de la composición del material fluorescente que recubre el interior del tubo. Las lámparas fluorescentes tienen una eficiencia energética mucho más elevada que las lámparas incandescentes y su vida media también es mayor (p30)

La capacidad de reproducción cromática no es tan grande como en las incandescentes, su rendimiento en color, Ra, suele estar comprendido entre 70 y 90, según el modelo de lámpara.

Lámparas de vapor de mercurio de alta presión

Estas lámparas están constituidas por un pequeño tubo de vidrio de cuarzo, dentro de éste se produce una descarga eléctrica en vapor de mercurio con alta presión, el tubo posee dos electrodos principales para facilitar el arranque tal como se muestra en la figura 13. El tubo de cuarzo se coloca en el interior de una ampolla de vidrio de dimensiones bastante mayores. La descarga se inicia mediante un circuito eléctrico auxiliar que posibilita la formación de la descarga normal de trabajo y la emisión de un flujo importante de luz visible. Esta es la razón por la cual dichas lámparas, una vez conectadas, necesitan un cierto tiempo hasta lograr el régimen normal de funcionamiento, Saade S. (2017) menciona que;

La eficiencia energética de las lámparas de mercurio y su vida media son similares a las de las lámparas fluorescentes, pero se pueden fabricar para potencias más elevadas. La luz emitida presenta un espectro cromático discontinuo que se traduce en una capacidad limitada para reproducir los colores. (p31)

Una de las características de estas lámparas es que tienen una vida útil muy larga, ya que rinde las 25 000 horas de vida, aunque la depreciación lumínica es considerable. Los modelos más comunes de estas lámparas tienen una tensión de encendido entre 150 y 180 V que permite conectarlas a la red de 240 V sin necesidad de elementos auxiliares. Para encenderlas se recurre a un electrodo auxiliar próximo a uno de los electrodos principales que ioniza el gas argón contenido en el tubo y facilita el inicio de la descarga entre los electrodos principales.

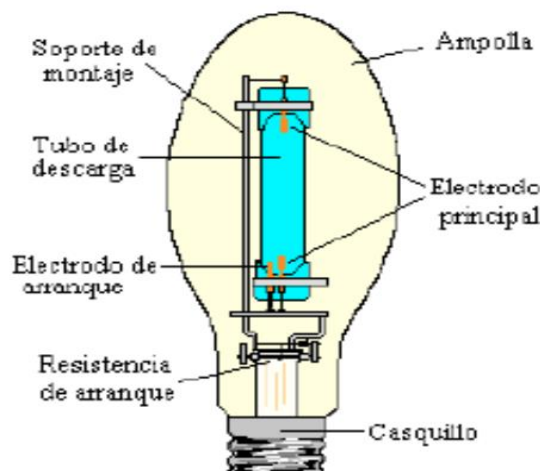


Figura 13. Lámpara de mercurio de alta presión

Fuente. (Comité español de iluminación, 2001)

Las ventajas de utilizar éste tipo de lámparas es su elevada eficiencia luminosa, la cual oscila entre los 45 y 65 lm/W. además de que tiene un bajo consumo eléctrico con una larga vida útil (de 10000 a 12000 horas) y aporta una temperatura de color aproximadamente de 3800 K, no obstante, las desventajas es que requiere del uso de equipos auxiliares tales como balastos y condensadores, para la regulación de la intensidad de luz se necesita de un equipo especial, y la misma no tiene un encendido a máxima capacidad de manera inmediata.

Lámparas de vapor de sodio de baja presión

El funcionamiento de las lámparas de vapor de sodio es similar al de las lámparas de mercurio, con la diferencia de que en este caso la descarga se produce en el seno del vapor de sodio contenido en una ampolla de vidrio especial resistente al ataque químico de este elemento, esto se puede apreciar en la figura 14. Dentro de esta clase de lámparas hay que distinguir dos tipos con características diferentes: de sodio de baja presión y de sodio de alta presión.

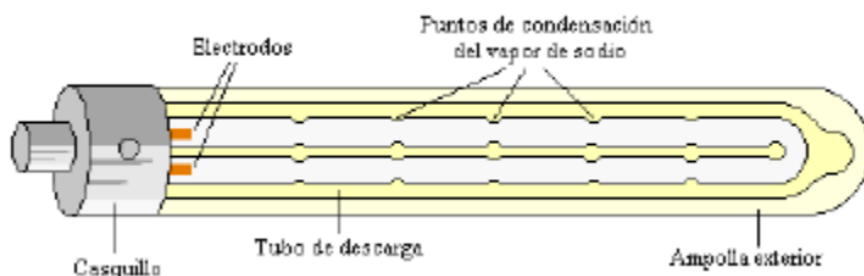


Figura 14. Partes de una lámpara de vapor de sodio de baja presión

Fuente. (Comité español de iluminación, 2001)

Las lámparas de sodio de baja presión son muy eficientes (hasta 200 lúmenes/ vatio), pero emiten solamente luz monocromática, es decir, no permiten distinguir los colores. La aplicación de estas lámparas se limita a las actividades donde es necesario iluminar grandes espacios, pero no se requiere la apreciación de los colores. Su vida media es de unas 7.000 horas. Por lo que se refiere a las lámparas de sodio de alta presión, su eficiencia energética no es tan elevada como en las de baja presión (aproximadamente 100 lúmenes/vatio), pero el espectro cromático emitido permite una cierta distinción, aunque limitada, de los 24 colores

Esta fuente de emisión de luz cuenta con la ventaja de que posee una muy buena eficiencia luminosa, entre 100 y 180 lm/W, son lámparas muy estables, manteniendo el flujo luminoso a lo largo de su vida útil, la cual está entre los 8000 a 10000 horas. La desventaja es que se necesita de un aparato de alimentación con autotransformador que eleve la tensión de la red al valor necesario para el encendido, puesto que requieren de un voltaje de 480 V o 660 V

Lámparas de vapor de sodio de alta presión

Carpio B. (2019) aporta sobre las mismas que;

Las lámparas de vapor de sodio de alta presión tienen una distribución espectral que abarca casi todo el espectro visible, la cual proporciona una luz blanca dorada mucho más agradable que la proporcionada por las lámparas de baja presión. La vida media de este tipo de lámparas ronda las 20 000 horas. Entre las causas que limitan la duración de la lámpara, además de mencionar la depreciación del flujo tenemos que hablar del fallo por fugas en el tubo de descarga y del incremento progresivo de la tensión de encendido necesaria hasta niveles que impiden su correcto funcionamiento. (p27)

Lo anteriormente expuesto en la cita se puede visualizar en la figura 15. Las condiciones de funcionamiento de estas lámparas son extremas como consecuencias de las altas temperaturas, las cuales rondan entre los 1000 °C, además de la presión y agresiones químicas producidas por el sodio que debe soportar el tubo de descarga. En su interior hay una mezcla de sodio, vapor de mercurio que actúa como amortiguador de la descarga y xenón que sirve para facilitar el arranque y reducir las pérdidas térmicas. El tubo está rodeado por una ampolla en la que se ha hecho el vacío. La tensión de encendido de estas lámparas es muy elevada y su tiempo de arranque es muy breve.

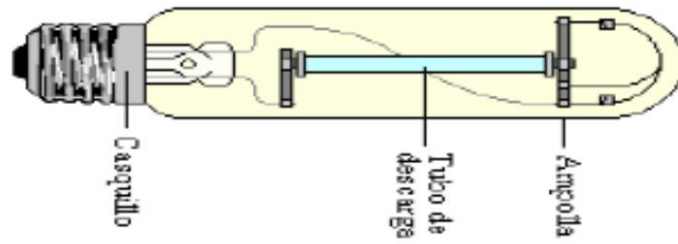


Figura 15. Partes de una lámpara de vapor de sodio de alta presión

Fuente. (Comité español de iluminación, 2001)

Las ventajas de esta fuente de emisión de luz es que tiene un alto rendimiento lumínico, entre los 80 y 130 lm/W y tiene una vida útil de 8000 horas aproximadamente. Las desventajas son que, primero, se obtiene un bajo índice de reproducción cromática, segundo, para el encendido se requiere alrededor de 4 a 5 minutos, y para el reencendido en caliente después aproximadamente 1 minutos, y tercero, para el encendido es preciso aplicar altas tensiones de choque del orden de 2,8 a 5 Kv

Lámparas de halogenuros metálicos

Comúnmente llamadas "Metal Halide", son lámparas las cuales contienen un tubo de descarga relleno de mercurio a alta presión y compuesto por una mezcla de gases halogenuros metálicos tales como disprosio, holmio y tulio, los cuales permiten obtener rendimientos luminosos más elevados y mejores propiedades de reproducción cromática que las lámparas de mercurio tradicionales, las partes de ésta fuente de emisión de luz son visibles en la figura 16. Se caracterizan por tener una alta eficiencia, buen rendimiento de color, buen mantenimiento de lúmenes, una temperatura de color entre 4000 y 6500 K la cual depende de los yoduros añadidos. Este tipo de lámparas requiere elementos auxiliares como un balasto, un arrancador y un capacitor, para su funcionamiento.

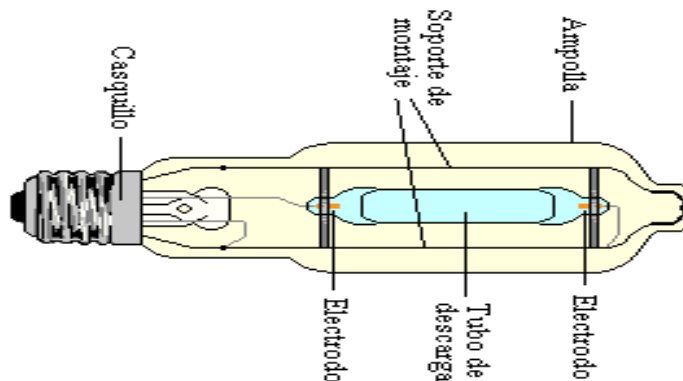


Figura 16. Partes de una lámpara con halogenuros metálicos

Fuente. (Comité español de iluminación, 2001)

Las ventajas de esta fuente de iluminación es que posee una vida útil de entre 10000 a 12000 horas, posee una elevada eficiencia lumínica de 96 lm/W, y su temperatura de color es elevada. No obstante, las desventajas son que para su funcionamiento se requiere de un dispositivo especial de encendido, llamado equipo de descarga, además tiene un período de encendido de hasta 8 minutos, y el enfriamiento es de unos 5 minutos. A continuación, se mostrará la tabla 2 en la cual se dispone de manera ordenada la información que ha sido abarcada en el apartado de la clasificación de las luminarias según su fuente de emisión de luz.

Tabla 2: Comparativa de lámparas según su fuente de emisión de luz

Tipo de lámpara según su fuente de emisión de luz	Eficiencia de iluminación (lm/W)	Temperatura de color (°K)	Vida útil (Horas)
Fluorescente	38-91	3000-6000	5000-7000
Mercurio de alta presión	80	3500-6000	12000
Sodio de baja presión	160	1800	15000
Sodio de alta presión	100	2000	20000
Halogenuros metálicos	60-100	4000-6500	12000
Led	60-110	2000-7000	25000-100000
Incandescente	10-30	2100-3200	1000-2000

Fuente: (González M., 2010)

- Lámparas LED

Representan el mayor avance en tecnología de iluminación eficiente, su fuente de iluminación de un diodo de emisión de luz (LED) es un "chip" de silicio del tamaño de un grano de sal construido de una combinación de cristales. La tecnología LED está basada en las características de fotoluminiscencia que poseen algunos semiconductores, cuando una pequeña corriente eléctrica pasa a través del chip genera luz, el color de la luz producida depende de la combinación de cristales que constituye el chip de silicio. De esta manera, producen un solo color, según tipo de uso específico.

Sus principales ventajas son: la rápida respuesta al encendido y apagado, larga duración, robustez mecánica, reducido tamaño, bajo calentamiento y menor mantenimiento en general y el ahorro energético. Expertos han determinado que el ahorro energético puede oscilar en torno a un 92% respecto a bombillas incandescentes y a un 30% respecto a los

fluorescentes. Mientras que su principal problema es el coste de la instalación, muchas empresas han optado por retirar otro tipo de alumbrado e instalar iluminación LED, esta medida reduce el consumo, pero el coste inicial de la inversión no siempre es rentable. Otro posible inconveniente es que cada diodo produce una luz relativamente direccional de tal manera que se pueden producir sombras y desequilibrios en las luminancias. Un problema adicional que surge con los LED es que en ocasiones puede resultar una luz más fría.

3.3.2.3. Equipos para el encendido de las lámparas

Los diversos tipos de lámparas anteriormente descritos basan su funcionamiento en la descarga eléctrica por medio de un gas. Dadas las características de ese fenómeno, necesitan equipos auxiliares, dado que las magnitudes requeridas no están dispuestas en las redes eléctricas residenciales ni de distribución, es por ello que se requiere de una caja de encendido compuesta comúnmente por los siguientes equipos:

- Balasto

A 50/60 Hz, la descarga va a perder muchos electrones e iones, a causa de la deionización en cada inversión de corriente. La descarga debe ser reiniciada periódicamente. Es completamente diferente con la corriente de alta frecuencia (por encima de 10 Hz). En este caso, una carga eléctrica suficiente queda disponible durante la inversión de la corriente. Ello significa que no se requieren suplementos de potencia para el reencendido de la descarga, lo que aumenta un 10 % el flujo luminoso. Un balasto crea un pico de tensión con el fin de hacer que la lámpara funcione. También se asegura de limitar la corriente que pasa a través de él, es por ello que sirve para mantener un flujo de corriente estable en tubos fluorescentes, lámparas PL y otras lámparas de descarga de gas.

Los circuitos electrónicos de alta frecuencia mejoran las prestaciones en los siguientes aspectos: Arranque sin parpadeo en menos de un segundo. Funcionamiento sin parpadeo del cátodo. Cebado en caliente prolonga la duración de vida de la lámpara y minimiza que los electrodos se oscurezcan. Posibilidad de eliminar los efectos estroboscópicos

- Igmitores

También llamado arrancador o cebador. Su función es generar los impulsos de tensión necesarios para el encendido de la lámpara (en las lámparas de vapor de mercurio no es necesario este elemento, ya que la tensión suministrada por el balasto es suficiente para el encendido). Las características más importantes son: Tensión de choque comprendida entre los límites inferior y superior que admite la lámpara. Amplitud de impulso correspondiente a la exigida por la lámpara. Resistencia al calentamiento para alargar la vida del componente.

- Condensadores

Como bien se sabe, la corrección de la carga inductiva se presenta mediante la aplicación de una carga capacitiva, en el sistema necesario para el encendido se emplea un balasto, por lo que el condensador es aquel elemento electrónico destinado a la corrección del factor de potencia del circuito formado por las lámparas y el balasto inductivo, de esta manera se evita la sobrecarga de las redes y el consumo de energía reactiva. Las características más importantes a considerar para la selección de los condensadores son que: La tensión nominal debe de ser inferior a la de la red a la que estará conectado. La capacidad debe corresponder a la exigida por la lámpara, y debe haber un aislamiento adecuado y no llega a un calentamiento que reduzca la vida del condensador

- Criterios para la selección de luminarias

Son tomados en consideración 6 parámetros generales que reflejan las características técnicas fundamentales para una correcta elección de luminaria, dichos parámetros son: el flujo luminoso, el rendimiento luminoso, el índice de reproducción cromática, la vida media y la vida económica útil. Las magnitudes solicitadas para cada uno de los parámetros anteriormente indicados dependerán de la instalación que se desee iluminar.

- Métodos de cálculo de iluminancia

Hay existencia de tres tipos fundamentales de cálculo para la determinación de la cantidad de luminarias que se requieren instalar en directamente vinculante con el nivel de iluminancia que se desea conseguir en determinada área, dichos métodos son:

Método lumen: Permite determinar el nivel de iluminancia media de un plano de trabajo suministrada por diferentes fuentes de luz, toma en consideración las dimensiones del ambiente, los acabados, el color, su disposición, y otros factores vinculantes con el cálculo luminotécnico. La docente Castilla N. (2011) en su artículo de luminotécnica indica que

El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general. Proporciona una iluminancia media con un error de $\pm 5\%$ y nos da una idea muy aproximada de las necesidades de iluminación. (p2)

El método consiste en la determinación del flujo nominal total necesario para obtener el nivel de iluminación determinado (E), dada un área (S), mediante el uso de coeficientes de proporcionalidad que permitan tomar en cuenta el rendimiento total del sistema de iluminación (Kt), las variables mencionadas se pueden ver conjugadas en la ecuación 7 (ver ecuación 7)

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{f_m \cdot C_u} \quad (7)$$

Donde:

ϕ_t : Flujo nominal total [lm]

E: Nivel de iluminación [lux]

S: Superficie [m²]

F_m: Factor de mantenimiento

C_u: Coeficiente de utilización

De las variables dispuestas en la ecuación 7, son conocidas las magnitudes de E y S, lo cual simplifica la determinación de Φ_T , donde interviene el sistema de iluminación que se pretenda instalar considerando la distribución de las luminarias. Una vez obtenido el flujo nominal, se procede a calcular el número de luminarias requerido, mediante la aplicación de la ecuación 8 (ver ecuación 8)

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (8)$$

Donde:

NL = Número de luminarias

ϕ_t : Flujo nominal total [lm] o flujo luminoso necesario en la zona local

Φ_L = flujo luminoso de una lámpara (se toma del catálogo)

n = número de lámparas que tiene la luminaria

Método de punto por punto: Este método está basado en la ley inversa de los cuadrados, hay cuatro casos a considerar:

Fuentes puntiformes: Como globos incandescentes, siempre y cuando la distancia entre la fuente y la superficie iluminada sea 5 veces la dimensión mayor de la fuente.

Fuentes de longitud infinita: Similar a una fila continua de lámparas fluorescentes, de manera tal que la iluminación sobre el plano sea inversamente proporcional a la distancia de la fuente.

Fuente superficial de área infinita: como un panel luminoso de forma totalmente indirecta, que siempre ilumine la superficie independientemente de la distancia a la que este colocado.

Haz paralelo de luz: como sería el caso de reflectores y otros aparatos productores de haces, la iluminación no cambia con la distancia hasta que, en función del diámetro y la distancia focal del reflector, se vuelve válida la ley inversa de los cuadrados

Método de curvas isolux: Utilizado principalmente para el cálculo de calles o avenidas, puede ser aplicado para cualquier caso siempre que se disponga de las curvas isolux correspondientes a la luminaria que se utiliza. Las curvas se obtienen en cámara oscura y se representan en escala unitaria, la posición de los puntos sobre el plano donde se tienen los mismos niveles de iluminancia.

3.3.3. Instalaciones eléctricas

3.3.2.1 Objetivo de una instalación eléctrica

El objetivo fundamental de una instalación eléctrica recae en el cumplimiento de los requerimientos planteados en la proyección de la obra a realizar, garantizando la satisfacción de la demanda energética de los aparatos que deberán ser alimentados, conjugándose además con el cumplimiento de factores de: seguridad, eficiencia y economía, accesibilidad y distribución y mantenimiento.

3.3.2.2 Acometida

Comprende la alimentación principal de la instalación eléctrica, está comprendida entre la red general de distribución de las electrificadoras y el sistema de arranque de la instalación eléctrica, las acometidas pueden ser clasificadas según su tensión, si son de baja o de media tensión, y según su trazado, si son aéreas o subterráneas.

Las acometidas en baja tensión finalizan en una caja general de protecciones, mientras que las acometidas en media tensión finalizan en un centro de transformación del usuario, donde se define como el comienzo de las instalaciones internas del usuario. Por lo general las acometidas para una industria o una gran zona comercial serán normalmente en media tensión, a tres hilos, uno para cada fase. El neutro se obtiene del secundario del transformador del usuario y la tierra de su instalación.

3.3.2.3 Tableros de distribución

Es un componente de un sistema eléctrico de distribución el cual divide una alimentación de energía eléctrica en circuitos derivados denominados ramales. Se conforma por un panel grande usualmente metálico y encofrado. Dentro del mismo se encuentra los sistemas de proyección contra sobre-corrientes y otras protecciones de así ser requeridas, alimentadas por barras conductoras de conexión común. Los tableros de distribución deben de poseer un fácil acceso para la desconexión de las cargas alimentadas mediante éste.

3.3.2.4 Selección de conductor

De acuerdo al lugar donde se instalará un dispositivo específico, la selección adecuada del conductor se hace tomando en consideración dos factores: La capacidad de conducción de corriente (ampacidad) y La caída de voltaje. Estos dos factores se consideran por separado para un análisis, pero se consideran simultáneamente en la selección de un conductor, como es posible que los resultados en la selección de un conductor difieran considerando estos factores, entonces se debe tomar como bueno el que resulte de mayor sección, ya que de esta manera el conductor se comportará satisfactoriamente desde el punto de vista de caída de voltaje y cumplirá con los requerimientos de capacidad de corriente.

3.3.2.5. Criterios generales para la selección de un conductor eléctrico.

El CEN indica que para seleccionar el alimentador de una carga se debe tener en consideración que el conductor debe soportar la corriente demandada por la carga en primer lugar, para lo cual en este particular se utiliza la tabla 310.16 titulada “Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60 °C a 90 °C (140 °F a 194 °F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86 °F)”, y la tabla 310.17 de nombre “Ampacidades Admisibles de los Conductores Sencillos Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios al Aire Libre, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30 °C (86 °F)”. Se debe considerar además el factor de corrección por temperatura de los apartados 310.15, y la sección 392.11 (B)

Para el criterio de caída de tensión se utilizan dos expresiones desarrolladas dependiendo del tipo de alimentación y las características del conductor que se pretende comprobar. Se establece como criterio que no debe existir una caída de tensión menor del 2% en los circuitos ramales, y no deberá de haber una caída de tensión mayor a 5% desde la cometa hasta la alimentación de cada carga. La ecuación (9) se utiliza para alimentadores trifásicos y la ecuación (10) para monofásicos (ver ecuaciones 9 y 10).

$$\% \Delta V = \frac{S \cdot l ((R \cdot \cos\phi) + (X \cdot \sin\phi))}{10 \cdot V^2} \quad (9)$$

$$\% \Delta V = \frac{S \cdot l ((R \cdot \cos\phi) + (X \cdot \sin\phi))}{5 \cdot V^2} \quad (10)$$

Donde:

%ΔV: Porcentaje de caída de tensión

S: Potencia aparente (KVA)

V: Tensión de alimentación (kV)

A: Corriente de alimentación (A)

l: Distancia del tablero a la carga (km)

R: Valor de resistencia por kilómetro del conductor (Ω/km)

X: Valor de reactancia por kilómetro del conductor (Ω/km)

3.3.2.6 Canalizaciones eléctricas

Son utilizadas en una instalación eléctrica a dependencia del alcance a cubrir, son utilizadas tanto para proteger los conductores de factores ambientales corrosivos, como de factores mecánicos, Brindan seguridad para los usuarios que cerca de las instalaciones eléctricas circulen, y simplifican el proceso de cableado estructurado del conductor

- Tuberías

Las tuberías son uno de los elementos más utilizados en canalizaciones, se encargan de resguardar los conductores desde la fuente de alimentación hasta la carga. En general se conocen los siguientes tipos de tuberías para canalizaciones eléctricas: Tubos metálicos rígidos RMC, tubo de Cloruro de Polivinilo Rígido Tipo PVC, tubería eléctrica metálica EMT.

Los tubos metálicos rígidos, no metálicos rígidos y EMT son utilizados como conductos para alambres o cables en instalaciones eléctricas. Su superficie protegida contra la corrosión mediante el proceso de galvanizado permite la introducción de cables eléctricos sin riesgos de daños o rotura de dichos cables, así como también su instalación en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas de fuerte ambiente corrosivo. Saade S. (2017) acota sobre los tubos como medio de canalización que;

Los tubos metálicos rígidos, no metálicos rígidos y EMT son utilizados como conductos para alambres o cables en instalaciones eléctricas. Su superficie protegida contra la corrosión mediante el proceso de galvanizado permite la introducción de cables eléctricos sin riesgos de daños o rotura de dichos cables, así como también su instalación en concreto, en contacto directo con la tierra o en áreas de fuerte ambiente corrosivo. Entre sus propiedades se tiene que la longitud normalizada de los tubos sin acoples es de 3 m, y sus diámetros comerciales son en pulgadas: $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, 2, $2\frac{1}{2}$, 3 y 4 (p.35)

3.3.2.7 Dispositivos de protección

Los dispositivos de protección tienen por objeto resguardar la seguridad de la instalación y del edificio en caso de sobretensiones, sobrecargas y cortocircuitos que pudieran causar incendios u otros daños. En todo circuito, la corriente máxima que pueda circular debe

quedar limitada de acuerdo al diseño y capacidad de conducción de la corriente de los conductores, en función de la intensidad y del tiempo, ya que el incremento de la temperatura es función de estos dos factores. El mecanismo de disparo de los dispositivos de protección puede ser solamente térmico, termo-magnético y últimamente electrónico.

3.4 Bases Legales

Paella S. (2017) indican que las bases legales "son las normativas jurídicas que sustentan el estudio desde la carta magna, las leyes orgánicas, las resoluciones decretos entre otros" (p.55). En las mismas es importante la especificación del número de artículo correspondiente.

3.4.1 Reglamento de la licencia de clubes CONMEBOL

Capítulo 4, referente a la infraestructura de los estadios, artículo 4.2.4 establece que "los estadios indicados deberán obligatoriamente contar sistemas de iluminación artificial para la edición de 2020, así como la referencia para los próximos 2 (dos) años es: 2020 $E_v=1.000$ lux, 2021 $E_v = 1.200$ lux y 2022 $E_v = 1.300$ Lux" (p.77) De esta manera el autor puede fundamentar los niveles de iluminación mínimos requeridos para el proyecto luminotécnico.

3.4.2 COVENIN

Se hará fundamento en la norma covenin 200:1999 referente al Código eléctrico nacional venezolano 6ta revisión con la finalidad de sustentar las propuestas de reacondicionamiento eléctrico las cuales se entregarán y la covenin 3699:2001 alusiva al campo de aplicación de los instrumentos de medición sujetos a revisión, dado que para los procesos de mediciones se requerirán de diversos instrumentos.

3.4.3 Código eléctrico nacional

Capítulo 2, del diseño y protección de las instalaciones eléctricas, Sección 250 , establece:

La puesta a tierra de los sistemas y conductores de circuito se hace con el fin de limitar las tensiones debidas a fallas a tierra, sobretensiones transitorias de línea o contactos accidentales, así como estabilizar la tensión durante condiciones normales de operación. El sistema de puesta a tierra de los equipos de una instalación es conectado a un conductor puesto a tierra.

Capítulo 2, del diseño y protección de las instalaciones eléctricas, Sección 220-2, indica que "Si no se especifican otras tensiones para el cálculo de cargas del circuito alimentador y los circuitos ramales, se aplicarán las tensiones nominales de 120, 120/240, 208Y/120, 240, 347, 480Y/277, 480, 600Y/347 y 600 Volt" (p,39).

Capítulo 2, del diseño y protección de las instalaciones eléctricas, Sección 220-3 apartado a, referente al Cálculo de los circuitos ramales en Cargas continuas y no continuas, indica:

La capacidad nominal del circuito ramal no será menor que la suma de la carga no continua más el 125% de la carga continua.

3.5 Definición de Términos

Cortocircuitos

Un cortocircuito es toda conexión accidental o intencional, a través de una impedancia o resistencia relativamente baja, de dos o más conductores o más punto de un circuito, los cuales normalmente están a tensiones diferentes. Las corrientes que circulan durante un cortocircuito están limitadas, solo por la impedancia de los elementos del sistema entre las fuentes de energía y el punto de falla. Las causas de los cortocircuitos son múltiples. En líneas subterráneas se deben principalmente a la ruptura del aislamiento causadas por movimientos del terreno, humedad.

Diagrama unifilar

Es una representación gráfica de una instalación eléctrica o de parte de ella. El diagrama unifilar se distingue de otros tipos de esquemas eléctricos en que el conjunto de conductores de un circuito ramal o alimentadores representa mediante una única línea en la cual se indican diversas características, tales como calibre de conductor, diámetro de tubería y distancia recorrida, además de las protecciones eléctricas y medios de desconexión. El propósito de un diagrama unifilar es el de suministrar en forma concisa información significativa acerca del sistema

Tubería eléctrica

Es el conjunto de tubos que forman una estructura determinada a las necesidades preestablecidas de la canalización, que llevan uno o varios circuitos eléctricos en su interior, los tubos que la constituyen pueden ser de distintos materiales, dividiéndose en tubos conductores y no conductores.

CAPÍTULO IV

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Tipo de Investigación

Tal como establece Hurtado J. (2002) referente al tipo de investigación “El tipo de investigación proyectiva Intenta proponer soluciones a una situación determinada a partir de un proceso previo de delegación. Implica explorar, describir, explicar y proponer alternativas de cambio, mas no necesariamente ejecutar la propuesta.” (p,62)

Con base en lo anteriormente expuesto se indica que la presente investigación se encuadra en una investigación de proyecto factible ya que se fundamenta en la elaboración de una propuesta, un plan y un procedimiento, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, Un proyecto factible o investigación proyectiva, de acuerdo con Hurtado (2008)

Consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento, los procesos explicativos o generadores involucrados y de las tendencias futuras, es decir, con base en los resultados de un proceso investigativo (p.47)

Recalcando adicionalmente lo mencionado por Hurtado B. (2010) "La investigación de proyecto factible no implica la ejecución de la propuesta por parte del investigador, pues en ese caso pasaría a ser investigación interactiva" (p.573) justificando además de esta manera los límites de la investigación, llegando de esta forma a la propuesta tanto de un proyecto luminotécnico como de un proyecto eléctrico par

4.2 Diseño de la Investigación

Kerlinger F.(2002) sostiene que generalmente se llama diseño de investigación al plan y a la estructura de un estudio. “Es el plan y estructura de una investigación concebidas para obtener respuestas a las preguntas de un estudio” (p,34) En ese sentido, el diseño de investigación señala la forma de conceptualizar un problema de investigación y la manera de colocarlo dentro de una estructura que sea guía para la experimentación y de recopilación y análisis de datos. En este mismo orden de ideas, Figueredo E. (2020), establece que los proyectos factibles son “trabajos que conllevan a propuestas viables para atender necesidades demostradas a través de una investigación de campo o documental ya sea de una organización, grupo social o institución, a ser usados como solución al problema delimitado” (p.13).

Del mismo modo se recalca lo enunciado por Fidiás Arias (2006), “la investigación documental es un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas e interpretación de datos secundarios, es decir los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas” (p,32). Por su parte, Cazares (2000), “La investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término, como todo material de índole permanente, es decir, al que puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar”(p.23).

Por lo tanto, la presente investigación es documental ya que por medio de la búsqueda en diversas fuentes tales como textos, normas, páginas web y sitios electrónicos, el autor recopila un conjunto de información con la finalidad de poder ejecutar una propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y luminotécnico en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misal Delgado. Así mismo, el trabajo de grado es en conjunto una investigación de campo, debido a que un porcentaje de información debe de ser obtenida de manera directa en el lugar del estudio. Es definida la investigación de campo según Arias (2006) una investigación de campo “consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna” (p, 31).

4.3 Nivel de la investigación

Menciona Valderrama S. (2017)

Según su naturaleza o profundidad, el nivel de una investigación se refiere al grado de conocimiento que posee el investigador en relación con el problema, hecho o fenómeno a estudiar. De igual modo cada nivel de investigación emplea estrategias adecuadas para llevar a cabo el desarrollo de la investigación (p,42)

El presente estudio se ejecutará con un nivel de investigación descriptivo, como menciona Arias F. (2012)

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (pág. 24).

Con base en lo anteriormente expuesto el nivel en el cual el trabajo se focaliza pretende describir con detalle todos los lineamientos a seguir, tanto en la parte eléctrica para todo lo concerniente a la propuesta del proyecto eléctrico tal como el cableado, la ruta de bancada, el

calibre del conductor utilizado, el diámetro de las tuberías y protecciones, tomando en consideración cada uno de sus fundamentos académicos, legales, y procedimentales; como para la parte luminotécnica, expresando el procedimiento oficial de medición de los niveles de iluminación en el campo de futbol, así como todo lo referente a las luminarias propuestas para la instalación y las ya instaladas.

4.4. Población y muestra

4.4.1 Población

Cualquier trabajo de investigación realizado debe de considerar una diversidad de aspectos los cuales caracterizan el fenómeno que se pretende estudiar, es decir, la población que deberá ser analizada. Según Arias G. Fidias (2013) “La población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. (p.81)

Cabe destacar que la población de esta investigación es del tipo finita, la cual es definida por Fidias G. Arias (2013), como: “La agrupación en la que se conoce la cantidad de unidades que la integran. Además, existe un registro documental de dicha unidades”. (p. 82). El recinto deportivo de estudio cuenta con un conjunto de luminarias ya instaladas, y tomando en cuenta lo mencionado por n Arias, F. (2016) el cual menciona que: “Población un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.” (pág. 81) se puede indicar que la población del presente trabajo de grado serán los sistemas eléctricos y luminotécnicos.

4.4.2 Muestra

Para el apartado de la muestra, Arias, F. (2012) indica que se refiere a “Un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible” (pág. 83), es por ello que la muestra seleccionada para el presente trabajo de grado serán los sistemas eléctricos y luminotécnicos para áreas deportivas.

4.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

4.5.1. Técnicas de recolección de datos

Se conoce como técnicas de recolección de datos aquellas metodologías las cuales proporcionan al autor la información necesaria para la comprensión del problema planteado Para Sabino, C. (2002), “las técnicas de recolección de datos son los medios que de manera organizada permiten la obtención de información mediante el acercamiento a los hechos, ambiente y demás aspectos relacionados con el problema” (p,37).

Es por ello que en el presente trabajo de grado en el cual posee la modalidad de proyecto factible se emplean un conjunto de técnicas orientadas de manera especial para lograr los fines propuestos. De este modo, dada la naturaleza de del proyecto y acorde a los datos que se requieren se utilizan las técnicas de investigación que permiten abordar y desarrollar los requisitos para el diagnóstico del estudio; entre las técnicas utilizadas se tienen las siguientes:

4.5.1.1. Observación directa

La observación directa según Hurtado (2010) es: “un proceso de atención, recopilación, selección y registro de información para el cual el investigador se apoya en sus sentidos” (p.459). Por lo tanto, se puede definir como el proceso mediante el cual se es capaz de ejecutar la recolección de datos tomándolos directamente desde el ambiente de estudio. En este sentido es indispensable obtener información directamente del proceso en el campo, para poder realizar un estudio coherente en función de las necesidades y características que este posee en la empresa.

4.5.1.2. Revisión documental

La presente técnica focaliza la determinación de las características de los formatos utilizados en el estudio, dado como las entradas de datos, salidas de información y los fines para los cuales el presente diseño fue presentado; cantidad de iluminación presente con el actual sistema y consumo energético. La revisión de los documentos se puede efectuar al comienzo de la investigación, y sirve de base para comprar las operaciones actuales, por medio de esta técnica se estudia toda la documentación recopilada sobre el área de estudio ((libros, revistas, páginas web, formatos entre otros) que permitieron suministrar o conservar una información.

4.5.1.3. Revisión bibliográfica

Tal como indica Gálvez, A. (2001) quien establece que la revisión bibliográfica:

Se ha definido como la operación documental de recuperar un conjunto de documentos o referencias bibliográficas que se publican en el mundo sobre un tema, un autor, una publicación o un trabajo específico. Es una actividad de carácter retrospectivo que nos aporta información acotada a un periodo determinado de tiempo. (p. 6)

Es por lo anteriormente expuesto que se puede indicar que esta técnica permita abordar la información presente en trabajo académicos revistas, y artículos

4.5.1.4. Entrevista estructurada

La presente técnica de entrevista consiste en ejecutar un diálogo entre el "entrevistador" y el "entrevistado" con la finalidad de obtener mayor información sobre el tema del cual se está

tratando, por lo general las entrevistas se realizan con personas expertas en el tema del cual se está indagando. Arias (2012) define la entrevista como "una técnica basada en el diálogo o conversación cara a cara, entre el entrevistador y el entrevistado acerca de un tema previamente determinado, de tal manera que el entrevistador pueda obtener la información requerida" (p.73).

Para el presente trabajo de grado se realizará una entrevista estructurada con la finalidad de profundizar sobre la situación actual del sistema eléctrico y luminotécnico del campo de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado, la manera de implementarla será como define según Arias (2012) "Se realiza a partir de una guía prediseñada que contiene las preguntas que serán formuladas al entrevistado" (p.73). Por lo cual se procederá a redactar un conjunto de preguntas que posteriormente se les serán cuestionadas al personal experto capacitado para dar las respuestas más idóneas hacia las interrogantes, y de esta manera poder proseguir con la investigación ya teniendo un conocimiento pleno con lo referente al estado actual del recinto estudiado.

4.5.2. Instrumentos de recolección de datos

En el apartado de los instrumentos Arias, F. (2012), lo define como: "Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información." (pág. 68) Por ende se puede ver que los mismos constituyen aportes del marco teórico, al poseer los datos que corresponden a los indicadores, variables, y conceptos utilizados, en el presente estudio se aplicaron los siguientes instrumentos de recolección de datos:

4.5.2.1. Ficha de observación

Se hará uso de la ficha de observación como instrumento de la técnica de la observación directa, este instrumento se emplea para conocer y documentar los elementos observados y registrar mediante un orden cronológico la información

4.5.2.2. Instrumentos de registro

Es aquel el cual permite el autor contar con un soporte guardado de información, con la finalidad de que si se necesita en un tiempo determinado dicha información se pueda acceder a ella. Se cuenta con la computadora y sus unidades de almacenaje, así como también software de simulación mediante el cual se hará la corrida del proyecto luminotécnico, a su vez, se posee el libro de nota, el cual dota al autor de la oportunidad de anotar todos los acontecimientos y datos observados con respecto tanto al actual sistema eléctrico y luminotécnico en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado, como a los demás datos observados para la propuesta final del proyecto tanto eléctrico como luminotécnico. Además de ello es

importante mencionar el teléfono móvil el cual permite tanto mantener un contacto directo con los entes encargados de diversas aprobaciones para las mediciones que se requieran realizar y dudas planteadas, como fungir de grabadora para la entrevista no estructurada a fin de poseer registro de la información en su totalidad.

4.6. Técnicas de análisis de resultados

El análisis e interpretación de los resultados según Hurtado J. (2010), “son las técnicas de análisis que se ocupan de relacionar, interpretar y buscar significado a la información expresada en códigos verbales e icónicos”(p,181) en ese sentido se expresan las técnicas de análisis de resultados como aquello que se hará con los datos obtenidos, para la presente investigación se considera pertinente el proceso de organización de los resultados luego de obtenidos, los mismos serán sistematizados y tabulados, para posteriormente proceder a presentar los mismos en cuadros, tablas, gráficos y la matriz FODA.

4.7. Fases metodológicas

Según Sabino, C. (2002) “toda labor de investigación requiere una metodología para desarrollarla, de manera tal que se pueda apreciar todas y cada una de los elementos que componen la acción investigativa” (p,56). Este trabajo trata precisa conocer a profundidad el estado actual del sistema de iluminación y eléctrico del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado, para con base a los resultados obtenidos poder investigar sobre las luminarias pertinentes a adicionar al sistema y las labores a realizar para el correcto funcionamiento de las mismas, labores en las cuales también se ameritan diversas acciones en el sistema eléctrico instalado, razón por la cual también se ha de profundizar en dicho aspecto

Fase I "Diagnóstico de la situación del actual del sistema tanto eléctrico como luminotécnico presente en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado"

En ésta primera fase se iniciará con el estudio de la situación actual en la cual se encuentra el sistema tanto eléctrico como luminotécnico ya instalado en el campo de estudio, esto será ejecutado mediante una profunda observación y revisión principalmente por medio de una entrevista no estructurada focalizando las luminarias instaladas en el campo y una ficha de observación en la cual se anotarán los valores actuales del sistema de iluminación el cuál será medido en conformidad con el proceso oficial de la CONMEBOL

Fase II “Identificación de los puntos críticos los cuales afectan el correcto funcionamiento del sistema eléctrico y luminotécnico del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado y los puntos aprovechables de los sistemas”

Posterior a la revisión planteada y diagnosticado el estado actual del sistema eléctrico y luminotécnico, se procederá a establecer aquellas directrices las cuales afectan el correcto funcionamiento de los sistemas, para seleccionarlos como aquellas debilidades o factores para ser mejorados en la propuesta y las fortalezas que aportarán en la reestructuración del sistema actual.

Fase III “Diseño un sistema eléctrico y luminotécnico garantizando el cumplimiento con las normas de iluminación de la CONMEBOL y la seguridad del sistema eléctrico como propuesta para el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado”

Ya habiendo sido estudiados aquellas directrices las cuales requieren de una mejora o modificación, se procederá a la etapa de diseño, en la cual se mejoren aquellos factores determinados en la fase II y se realicen: Los planos de la ruta de canalización del actual sistema eléctrico, los diagramas unifilares, el diseño de los tableros de encendido de las torres con todos los componentes de un sistema de instalación eléctrica y el diseño de un sistema luminotécnico en el software fael lighting, en donde se puedan obtener los resultados de los niveles de iluminación tanto horizontal como vertical y los niveles de uniformidad y confort visual, así como el renderizado del proyecto.

Fase IV “Realización de un estudio de factibilidad técnica y operativa; estimación de costos de los reacondicionamientos propuesto para el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado”

Por último, también se realizará un estudio a profundidad del diseño propuesto para evaluar su factibilidad principalmente a nivel económico, estableciendo la importancia de un estudio de factibilidad limitante a lo técnico y operativo mediante una estimación de costos, es por ello que se realizará una lista de las diversas luminarias y los diversos componentes pertinentes para el sistema eléctrico con la finalidad de establecer el costo unitario de cada uno de ellos y tener una cifra estimada del costo de la implementación de la propuesta.

En este apartado además de indicar la luminaria más idónea para la propuesta del proyecto luminotécnico, se mostrarán también el precio estimado para la realización de las modificaciones las cuales el sistema eléctrico actualmente instalado amerite, esto por medio de un análisis de partidas para las actividades de obra requeridas.

4.8. Cuadro de Operacionalización de Variables

Cuadro 1: Cuadro técnico metodológico

Objetivos específicos	VARIABLES	Dimensión	Indicadores	Ítems	Fuente de información
Describir toda la información concerniente al actual sistema de iluminación e instalaciones eléctricas del estadio del fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado.	Estudio del actual sistema eléctrico y luminotécnico	Estudio de las luminarias	Estado de las luminarias	1,2,3,7	Técnica: Entrevista estructurada
			Nivel de iluminación	4,5,6,7	
		Componentes eléctricos	Estado de los cables	8,9,10,11	
			Estado de los sistemas de protección	8,9,10,11	
			Estado de la ruta de bancada	8,9,10,11	

Fuente: Martínez A. 2023

Cuadro 2: Preguntas de inicio para la entrevista

INSTRUCCIONES PARA EL INICIO DE LA ENTREVISTA
Indique la labor que desempeña vinculante con el caso de estudio
Lea detenidamente cada una de las preguntas.
Responda las preguntas de manera objetiva con base en su conocimiento empírico
Si tiene alguna duda consulte con la persona encargada de aplicar el cuestionario.
Para el cuestionario, se hará referencia al campo de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado como “campo de estudio”

Fuente: Martínez A. 2023

Cuadro 3: Cuestionario de la entrevista

N°	Preguntas
1	¿Con qué luminarias cuenta el actual sistema de iluminación del campo en estudio?
2	¿Cuál es el estado actual de las luminarias instaladas?
3	¿Poseen los reflectores instalados en el campo de estudio la misma temperatura de color?
4	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación horizontal del campo en estudio?
5	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación vertical del campo en estudio?
6	¿Existe molestia visual en distintos puntos del campo de fútbol?
7	¿Qué cambiaría del actual sistema de iluminación del campo en estudio?
8	¿Cuáles son los factores en los cuales encuentra falencias del sistema eléctrico que alimenta la iluminación del estadio?
9	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema eléctrico del campo en estudio?
10	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema luminotécnico del campo en estudio?
11	¿Qué apartados considera urgentes que hay que cambiar en el sistema eléctrico del campo en estudio?

Fuente: Martínez A. 2023

4.9. Confiabilidad de la investigación

El presente trabajo de grado representa una investigación confiable dado que fundamenta su validez en la universidad José Antonio Pez, quien por medio de sus docentes capacitados se encargan de hacer una inspección continua en el proceso de redacción e investigación para el trabajo de grado, contando así con el apoyo de docentes, directores y coordinadores quienes dan su aporte para la correcta realización del proyecto de investigación.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1 Fase I "Diagnóstico de la situación del actual del sistema tanto eléctrico como luminotécnico presente en el estadio de futbol del complejo polideportivo Misael Delgado"

Para la correcta ejecución del proceso de diagnóstico del estado actual del sistema a estudiar, es imperante efectuar un conglomerado de pasos que avalen la información recolectada, partiendo de una serie de estudios de interés que proporcionan los elementos adecuados sostener los análisis desarrollados en los siguientes pasos de la investigación. El proceso de diseño debe de tomar el estado actual como punto de partida sobre el cual se estructurarán un conjunto de modificaciones, es por ello que se recalca la importancia de hacer una investigación bien sustentada, puesto que simplificará la toma de decisiones referentes a la propuesta de diseño

En la presente fase se estudió el estado actual del sistema con la finalidad de conocer el índice de agravio del mismo, y de ésta manera determinar la posibilidad de la reestructuración del sistema tanto eléctrico como luminotécnico sobre aquel que ya está creado o si se debe de exhortar la reestructuración completa del sistema, teniendo además en consideración, que para el cumplimiento de las exigencias CONMEBOL en el ámbito de la iluminación se posee un índice de holgura para su aprobación, dado que la confederación sudamericana de fútbol realiza la puntuación con base en un conjunto de variables, es por ello que existe la posibilidad de que un estadio no cumpla al 100% las exigencias pero que el mismo sea clasificado como un escenario deportivo apto para juegos televisados.

Merece la pena subrayar que en esta etapa se hizo uso de las técnicas de recolección de datos como son la observación directa, para ésta, se utilizó la técnica de recolección de datos "ficha de observación" elaborando de esta forma una lista de particularidades técnicas y operativas que fueron visualizados en las diversas visitas que se realizaron al campo. Otra técnica de recolección de datos empleada para la fase presente fue la entrevista estructurada, mediante la cual se tuvo información de personal especializado en el área con la finalidad de tener las mejores bases sobre las condiciones del actual sistema del caso de estudio.

5.1.1 Aplicación de entrev

Cuadro 4: expertos a entrev

Experto a entrevistar		
Nº	Nombre y apellido	Cargo
1	Ing. Yovanny Gonzalez	Director general
2	Ing. Carlos Castillo	Ingeniero Proyectista
3	Ing. Gabriel Torrealba	Ingeniero electricista encargado de las obras en el estadio

Fuente: Martínez A. 2023

Entre los expertos a entrevistar, se encuentra el Ing. Yovanny Gonzales, quien trabajó en las primeras obras tanto luminotécnicas como eléctricas en el estadio de futbol del complejo polideportivo Misael Delgado en el 2014, conociendo todo tipo de información sobre dichos sistemas, adicionalmente, se tiene al ing. Carlos Castillo, proyectista encargado de un sinnúmero de proyectos luminotécnicos, experto en la evaluación de sistemas de iluminación y reacondicionamientos de los mismos, por último, se tiene al Ing Gabriel, quien es el ingeniero electricista encargado de las obras eléctricas para el último período de desmantelamiento y reacondicionamiento del estadio

-Entrevista con el director general

Cuadro 5: Preguntas y respuestas de la entrevista con el director general

ENTREVISTA Nº 1 - RESULTADOS		
Experto: Director general		Fecha: 24- 03 - 2023
Nº	Preguntas	Respuestas
1	¿Con qué luminarias cuenta el actual sistema de iluminación del campo en estudio?	Posee una tropicalización de luminarias, existen dos modelos, en las torres principales se tienen un total de 140 lámparas lightmaster one, esta lámpara tiene un índice de reproducción cromática de 83 y una temperatura de color de 6100, además en los pórticos se sitúan un total de 64 luminarias Jet 2000, poseen un índice de reproducción cromática de 70 y una temperatura de color de 4500
2	¿Cuál es el estado actual de las luminarias instaladas?	Estado de degradación, lo idóneo es realizar cada 6 meses mantenimiento preventivo y correctivo a las luces, sin embargo, esto no se ha realizado, razón por la cual algunas luminarias se encuentran apagadas, otras con piezas faltantes, otras con bombillos quemados y otras con mucha polución

Continuación cuadro 5

3	¿Poseen los reflectores instalados en el campo de estudio la misma temperatura de color?	No, hay dos tipos de reflectores y cada uno tiene una temperatura de color distinta, cabe destacar que esto hace que el efecto visual de los espectadores sea menos confortable
4	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación horizontal del campo en estudio?	La iluminación promedia del campo es de 1060 lux, con unas uniformidades de 60% en la U1 y 72% en la U2
5	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación vertical del campo en estudio?	La iluminación de las cámaras de tribuna principal se encuentra en 1000 lux, tribuna opuesta en 950 lux, la iluminación de la cámara gol 1 está en 520 y la cámara gol 2 está en 510
6	¿Existe molestia visual en distintos puntos del campo de fútbol?	Subjetivamente (que es como se mide la molestia visual en el campo), en los diversos puntos que se han recorrido del campo no se ha notado molestia visual
7	¿Qué cambiaría del actual sistema de iluminación del campo en estudio?	La uniformidad de las luminarias, puesto que a nivel profesional se debe de tener una misma temperatura de color para todas las luminarias instaladas
8	¿Cuáles son los factores en los cuales encuentra falencias del sistema eléctrico que alimenta la iluminación del estadio?	El cableado desde la caja de encendido de las torres que se encuentra al pie de las mismas hasta la parte superior que es donde se ubican las luminarias, éste cableado por el pasar de los años, la corrosión, y los roedores, se ha visto muy afectado, generando a veces cortos porque choca el cable con la estructura y ocasionando que las luminarias se apaguen
9	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema eléctrico del campo en estudio?	Apagado de luminarias como consecuencia de cable comido por roedores
10	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema luminotécnico del campo en estudio?	Desplazamiento de la posición actual de las luminarias por factores naturales
11	¿Qué apartados considera urgentes que hay que cambiar en el sistema eléctrico del campo en estudio?	El cableado estructurado desde la caja de encendido a pie de torre hasta las luminarias, el cable posee una tubería EMT corrugada la cual posee diversas aperturas, razón por la que agua ha entrado en la tubería y los cables se encuentran sumergidos en ella, además, a veces en el encendido de las torres choca el cable con la caja metálica y genera fallas de corto, disparando el sistema de protección de esa luminaria

Fuente: Martínez A. 2023

-Entrevista con el ingeniero proyectista

Cuadro 6: Preguntas y respuestas de la entrevista con el ing. proyectista

ENTREVISTA N° 2 - RESULTADOS		
Experto: Ing. proyectista		Fecha: 29 - 03 - 2023
N°	Preguntas	Respuestas
1	¿Con qué luminarias cuenta el actual sistema de iluminación del campo en estudio?	El sistema cuenta con dos distintos tipos de luminarias, ambas tienen una fuente de emisión de luz compuesta por un bombillo tubular de doble contando de haluro metálico o "metal halide", ambos tienen distintas temperaturas de color y distintos CRI
2	¿Cuál es el estado actual de las luminarias instaladas?	Se encuentran en estado de degradación, ya que no se le ha realizado el mantenimiento preventivo y correctivo indicado cada 6 meses, razón por la cual no tienen el mismo índice de iluminación y algunas no pueden encender, ya que tienen malo el sistema de arrancado o el sistema electrónico de la luminaria
3	¿Poseen los reflectores instalados en el campo de estudio la misma temperatura de color?	No, la temperatura de color de la fuente de emisión de luz de los bombillos de los lightmaster son los adecuados para la utilización en ámbitos deportivos, y los exigidos por la CONMEBOL, mientras que la temperatura de color y el CRI de los jet2000 no son adecuados para el uso en ámbitos deportivos televisados
4	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación horizontal del campo en estudio?	Tiene un nivel de iluminación superior a los 1000 lux, varía dependiendo de la calidad de la diferencia de potencial de la electrificadora, tienen aproximadamente 1100 lux
5	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación vertical del campo en estudio?	Las tribunas cuentan con un nivel cercano a los 1000 lux, mientras que las cámaras gol tienen un nivel de iluminación cercano a los 600 lux
6	¿Existe molestia visual en distintos puntos del campo de fútbol?	Dependiendo de dónde se posicione el observador en el campo, tendrá un nivel un poco elevado de deslumbramiento, no obstante, es producto de los apuntamientos indebidos de ciertas ópticas de las luminarias, se debe tener en consideración que las luminarias no deben de levantarse más de 70° desde su apuntamiento hacia el eje de -Y, ya que esto ocasionará molestia visual, además, aquellos reflectores que tienen ópticas más cerradas (cercas a los 20° de apertura) son más propensos a causar deslumbramiento
7	¿Qué cambiaría del actual sistema de iluminación del campo en estudio?	El posicionamiento de las estructuras metálicas y correcto apuntamiento de los reflectores - estudio de haces de luz

Continuación cuadro 6

8	¿Cuáles son los factores en los cuales encuentra falencias del sistema eléctrico que alimenta la iluminación del estadio?	El cálculo de la caída de tensión hasta las luminarias situadas más lejos del cuarto de transformación, ya que existe una caída de tensión en dichas luminarias, además, el estado del cable de distribución, que ha sufrido degradación por factores naturales, esto sin contar que pese a que existe la conexión de tierra en el cuarto de distribución principal, ésta no posee circuito ramal
9	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema eléctrico del campo en estudio?	Cuando se pasan los breakers situados en la caja de distribución en pie de torre de la torre ubicada al lado de la tribuna opuesta, existen cortos circuitos, ocasionados por el contacto entre el calibre del conductor y la estructura metálica, razón por la cual se debe de pasar el sistema de protección para que no envíe energía hacia los reflectores que en él se encuentra conectados
10	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema luminotécnico del campo en estudio?	Se ha podido estar presente cuando diversos reflectores tenían distintos niveles de iluminación, exactamente, los reflectores que se encuentran en la tribuna opuesta, ya que los mismos se hayan más lejos del cuarto de transformación eléctrico, mientras que los reflectores que están en la tribuna principal tienen más flujo luminoso, esto ocurre como consecuencia de la caída de voltaje, los reflectores que están más cercanos al cuarto de transformación, poseen menos recorrido desde el alimentador hasta la carga, mientras que los que se encuentran más lejos tienen más recorrido, y al tener el mismo calibre de conductor calculado únicamente para la carga y no para la caída de voltaje pues llega menos diferencia de potencial a las cargas más lejanas
11	¿Qué apartados considera urgentes que hay que cambiar en el sistema eléctrico del campo en estudio?	El cableado estructurado desde la caja de conexiones a pie de torre hasta los reflectores, además, se puede considerar la reparación y mantenimiento de la planta de energía con la finalidad de que cuando se hagan los partidos y se realicen las mediciones, no existan fluctuaciones en el nivel de energía que puedan conllevar a fallas en el sistema de iluminación de la cancha

Fuente: Martínez A. 2023

Cuadro 6 Preguntas y respuestas de la entrevista con el ing. electricista

ENTREVISTA N° 3 - RESULTADOS

Experto: Ing. Electricista		Fecha: 8 - 04 - 2023
N°	Preguntas	Respuestas
1	¿Con qué luminarias cuenta el actual sistema de iluminación del campo en estudio?	Posee luminarias metal halide de 1500w, siendo la de los pórticos un diferente modelo que las luminarias que se encuentran en las torres
2	¿Cuál es el estado actual de las luminarias instaladas?	Si bien las luminarias se encuentran en funcionamiento, hay que hacer una revisión del sistema de arranque de ellas, puesto que algunas no están trabajando en su máximo potencial, del mismo modo a las luminarias no se les han realizado mantenimiento de limpieza a los vidrios ni a la carcasa
3	¿Poseen los reflectores instalados en el campo de estudio la misma temperatura de color?	No, de noche se aprecia como los reflectores de los pórticos tienen un color más azulado, mientras que los de las torres tienen un color más amarillento
4	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación horizontal del campo en estudio?	Aproximadamente de 1100 lux, fluctuando según la calidad del voltaje emanado por la electrificadora en el sistema de transformación de media tensión
5	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación vertical del campo en estudio?	Los niveles de iluminación vertical están entre los 1000 en las tribunas y 500 en las arquerías
6	¿Existe molestia visual en distintos puntos del campo de fútbol?	No existe mucho deslumbramiento en el campo
7	¿Qué cambiaría del actual sistema de iluminación del campo en estudio?	Si se desean cumplir los niveles pedidos por la federación se deben de añadir más luminarias
8	¿Cuáles son los factores en los cuales encuentra falencias del sistema eléctrico que alimenta la iluminación del estadio?	Hay un conjunto de puntos calientes formados por la falta de mantenimiento en las cajas de derivación en el pie de cada torre, esto causa que en algunos momentos falle el circuito ramal que sale de determinado borne, además el cableado desde las cajas de derivación de las torres hasta las lámparas se encuentra en estado de decadencia, razón por la cual algunas veces se apagan los reflectores y se tiene que corregir la falla en el tramo de cable afectado

Continuación cuadro 6

9	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema eléctrico del campo en estudio?	Mal funcionamiento de los reflectores como consecuencia de proveer un voltaje que no es el indicado, esto ocurre puesto que el voltaje suministrado por la electrificadora no es siempre constante, así pues, en determinada ocasión, el voltaje bajó tanto que algunos reflectores no pudieron encender por completo
10	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema luminotécnico del campo en estudio?	Reducción del nivel de iluminación como consecuencia de las fluctuaciones existentes en la red eléctrica, ya que no se posee un suministro de voltaje fijo, y esto casusa que en determinados momentos cuando se realizan las mediciones de iluminancia de una magnitud mayor o menor a la esperada. Hay que destacar el hecho de que en los reflectores que trabajan con sistema de encendido compuesto por condensadores y balastos, siempre va a haber un porcentaje alto de variación en los niveles de iluminación con respecto al esperado, Si hay más voltaje que el nominal esperado, habrá más nivel de iluminación en el campo
11	¿Qué apartados considera urgentes que hay que cambiar en el sistema eléctrico del campo en estudio?	Mantenimiento en los puntos de conexión para corregir puntos calientes, revisión del estado de los cables, para corregir rupturas de chaqueta, establecimiento de la planta eléctrica como fuente de alimentación en eventos para garantizar una diferencia de potencia fija

Fuente: Martínez A. 2023

-Análisis de las entrevistas realizadas

Cuadro 7: análisis de las respuestas obtenidas por los expertos en la entrevista

ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS		
Autor		Fecha: 18 - 04 - 2023
Nº	Preguntas	Respuestas
1	¿Con qué luminarias cuenta el actual sistema de iluminación del campo en estudio?	Los expertos indicaron que el actual sistema luminotécnico cuenta con dos tipos distintos de luminarias, de las cuales sólo el modelo lightmaster one es aprovechable en una propuesta de reacondicionamiento con la reutilización de luminarias, puesto que las jet2000 no cuentan ni con el índice de reproducción cromática ni con la colometría exigida por la CONMEBOL
2	¿Cuál es el estado actual de las luminarias instaladas?	Los expertos coincidieron en el hecho de que el estado actual es las luminarias es de deterioro, cada uno mencionó diversos niveles de deterioro, sin embargo, coincidieron en que existe una degradación del estado físico de las luminarias el cual afecta su rendimiento

Continuación cuadro 7

3	¿Poseen los reflectores instalados en el campo de estudio la misma temperatura de color?	Coincidieron los expertos en que no, ya que los lightmaster one poseen un índice de reproducción cromática de 83 y una temperatura de color de 6100, mientras que los Jet 2000, poseen un índice de reproducción cromática de 70 y una temperatura de color de 4500
4	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación horizontal del campo en estudio?	Promediando el resultado de los expertos se tiene conocimiento de que en la actualidad el estadio cuenta con un nivel de iluminación horizontal de 1100 lux, con uniformidades optimas en cumplimiento con lo exigido por la CONMEBOL. Para el conocimiento exacto de las magnitudes actuales de debe de realizar una medición en el campo
5	¿Cuál es el nivel actual en la iluminación vertical del campo en estudio?	Promediando los resultados de los expertos, se sabe que para las tribunas principal y opuesta se poseen más de 1000 lux, mientras que para las cámaras de gol 1 y gol 2 se tienen aproximadamente 500 lux. Para el conocimiento exacto de las magnitudes actuales de debe de realizar una medición en el campo
6	¿Existe molestia visual en distintos puntos del campo de fútbol?	Analizando las respuestas de los expertos se puede incidir existe un muy bajo índice de molestia visual, y es que uno de los expertos mencionó que sí había deslumbramiento pero sólo en algunos puntos del campo, mientras que los otros dos indicaron que el deslumbramiento percibido se encuentra dentro de los rangos que no causan molestia visual, se recalca el hecho de que no hay un equipo el cual índice exactamente el índice de deslumbramiento en cada punto, por lo que, si se desea mejorar el confort visual, se debe de generar un proyecto de iluminación en donde se vea expresado el mismo. El software de proyectos luminotécnicos permite medir el índice de deslumbramiento en determinados puntos del campo con vista hacia cada estructura que posea luminarias. Se resalta la recomendación de que para que no exista molestia visual, no se debe de elevar el reflector a más de los 70°

Continuación cuadro 7

7	<p>¿Qué cambiaría del actual sistema de iluminación del campo en estudio?</p>	<p>Los expertos indicaron tres modificaciones pertinentes, la primera de ella, se basa en la uniformidad del tipo de luminarias, puesto que se tiene una mezcla de distintas temperaturas de color y distintos índices de reproducción cromática, ocasionando una mala estética a nivel visual y además en incumplimiento con lo exigido por la Conmebol. La segunda recomendación pertinente es el aumento de la cantidad de luminarias, ya que si se desea tener un mayor nivel de iluminancia es pertinente aumentar la cantidad de luminarias en función de la cantidad de luz que se desea obtener, asimismo, es subraya el hecho indicado por el ingeniero proyectista, de que se debe de realizar un estudio de cuáles aperturas del lente óptico son más indicadas para instalar, asimismo, tener un estudio de a qué zonas deben de apuntar cada lente óptico, aquellas ópticas más concentradas deben de ser apuntadas más lejos de la torre, mientras que las ópticas difundentes pueden ser apuntadas más cerca de la torre. Por último, se hace la acotación de que es recomendable una movilización de las estructuras metálicas para el soporte de luminarias, y es que en la posición actual de las torres no se tiene incidencia de luz por detrás de las arquerías, razón por la cual las cámaras gol no van a tener buenos resultados ni de uniformidad ni de niveles de iluminación</p>
8	<p>¿Cuáles son los factores en los cuales encuentra falencias del sistema eléctrico que alimenta la iluminación del estadio?</p>	<p>Los expertos concuerdan en que el principal factor problemático para el sistema eléctrico es el correspondido por el cableado estructurado que va desde la caja de encendido en pie de torre hasta los reflectores, las fallas presentadas son como consecuencia de la falta de mantenimiento en el cableado, puesto que la tubería en la que se encuentran tiene aperturas el interior se llena de agua, además, los roedores inmiscuyen en el buen funcionamiento del cable, porque los cortan, todo esto causa que cuando se encienden los reflectores y el cable con falla toca la estructura metálica se generen cortos. Sumado a esto, se menciona que las fluctuaciones de energía del servicio eléctrico que provee la electrificadora ocasionan que no siempre se tenga el mismo nivel de iluminación en el campo, dado que el nivel de iluminación será linealmente proporcional al nivel de voltaje que por los balastos pasen, siempre y cuando no se super el valor nominal del balasto ni del bombillo.</p>

9	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema eléctrico del campo en estudio?	Los expertos coinciden en que las principales fallas son las ocasionadas por la degradación del cableado estructurado para la alimentación de los reflectores, por ello, es recomendable hacer un chequeo general del estatus del cable, para aprovechar el mismo mediante el empalme de aquellas zonas que se encuentra afectadas y la reparación de la chaqueta mediante el uso de material adhesivo aislante
10	¿Cuáles fallas ha presenciado en el sistema luminotécnico del campo en estudio?	Los expertos mencionan que las fallas que han podido presentar son fluctuaciones en los niveles de iluminación como consecuencia de las varianzas eléctricas de la diferencia de potencial suministrada por la electrificadora, la solución que para esto se puede indicar es que se tenga un generador secundario de voltaje, el cual otorgue un voltaje fijo y que cuando se requiera hacer la medición se encienda éste sistema secundario
11	¿Qué apartados considera urgentes que hay que cambiar en el sistema eléctrico del campo en estudio?	Mencionaron los expertos que los apartados urgentes son el cableado estructurado desde las cajas de conexión hasta los reflectores y la fluctuación del nivel de voltaje en la red eléctrica, así mismo, se considera pertinente la realización de una revisión completa de las tuberías que llevan el cable, puesto que las mismas pueden tener fracturas que ocasionen que no cumplan con su función de proteger el cable

Fuente: Martínez A. 2023

Una vez ejecutado el análisis de los resultados de las entrevistas, se procede a exponer los datos observados en las visitas al campo, para corroborar lo mencionado por los expertos y enriquecer la información hasta el momento obtenida

5.1.2. Revisión de la ficha de observación

El instrumento de registro permite gestionar un conjunto de elementos de interés observador en la inspección del campo, se redactaron anotaciones e ideas las cuales conllevan a un aporte significativo en la investigación, se tiene un conjunto de anotaciones en la ficha de observaciones las cuales permiten construir los cimientos del proyecto luminotécnico a realizar, así como las magnitudes de los niveles de iluminancia presentes en el campo con el actual sistema de alumbrado. A continuación, se presenta el instrumento mencionado (ver cuadro 8)

Cuadro 8: Anotaciones del autor en ficha de observación

Nº	Fecha	Anotación	Observaciones
1	24/03/2023	Existen un conjunto de reflectores apagados en la zona sobre la tribuna principal	Exactamente, se encuentran apagadas 25 unidades de reflectores en las torres ubicadas en la tribuna principal, y 1 reflector ubicado en el pórtico de la tribuna principal
2	24/03/2023	Algunos reflectores han perdido su direccionamiento original	Se nota que el diseño del sistema de iluminación contaba con una apertura en abanico de los reflectores, estando aquellos situados en los pórticos apuntando hacia el medio de la cancha, no obstante, se ha visto cómo muchos reflectores no siguen el patrón de apertura en abanico ni de apuntamientos correspondientes según la arquitectura visualizada
3	24/03/2023	De noche, cuando se encienden los reflectores, se nota una gran diferencia entre la temperatura de color de los reflectores de las torres y la de los pórticos	Los reflectores ubicados en los pórticos tienen una temperatura de color más fría, viéndose una notoria diferencia con los reflectores de las torres. Si se desea reutilizar el sistema ya instalado para la propuesta se tienen que desmantelar por completo los reflectores de los pórticos y utilizar únicamente los lightmaster one
4	24/03/2023	Cuando se fue a encender la torre de la tribuna opuesta, se generó un chispazo en la parte de abajo, se tuvo que bajar el breaker que llevaba ese cableado porque estaba haciendo chispas	Realizando la prueba de encendido se notaron cortocircuitos en algunas estructuras, la solución para esto es empalmar el cable en las partes más afectadas, y aquellas en donde sólo se haya degradado un poco la chaqueta se puede utilizar material adhesivo dieléctrico, con la finalidad de aprovechar ese cable, además se recomienda la colocación de espuma para sistemas eléctricos en las zonas que están más propensas a tener un contacto entre el conductor y las estructuras metálicas

Continuación cuadro 8

5	24/03/2023	La ubicación de las torres no permite la incidencia de luz en la parte trasera de la arquería	Para poder tener buenos valores de iluminancia y uniformidad en las cámaras gol, se debe de tener luz desde atrás de las arquerías, esto permite que las cámaras situadas allí puedan captar bien las imágenes, con la posición actual de las torres, es imposible que entre luz en ésta dirección, no obstante, se sabe que se pueden tener algunas fallas en el cumplimiento de lo evaluado por la CONMEBOL y aún estar en cumplimiento
6	24/03/2023	Las tuberías de la canalización de los cables alimentadores de los reflectores retienen líquido	Cuando se inspeccionaron las tuberías corrugadas que llevan los conductores hacia la carga, se encontró que retenían mucha cantidad de líquido como consecuencia de fracturas a lo largo de la misma, para corregir esto, es indispensable el remplazo del tramo de tubería afectado.
7	24/03/2023	Sistema eléctrico de tipo radial	Se tiene una sola ruta sin retorno sobre la que pasa la corriente para la alimentación del sistema de iluminación, la corriente es distribuida por los cables de manera ramal, y tiene solo una subestación, la desventaja es que una falla en el cuarto de transformación o el cuarto eléctrico principal constituiría la afección de todo el sistema. No obstante, esto es una acción que ahorra mucha energía y disminuye los puntos de fallas, además se tiene un máximo aprovechamiento de la instalación, por lo que se considera ideal dejar esta arquitectura de distribución
8	07/04/2023	El voltaje entre las líneas RST que llegan al breaker principal ubicado en el cuarto de eléctrico principal no es el mismo	Se hizo la medición del voltaje en las líneas mediante el uso de una pinza voltiamperimétrica, y se halló que los voltajes son: en la línea R= 465v, en la línea S=469V y en la línea T=474. El desbalance de las cargas se puede deber a que cada línea maneja una carga de magnitud distinta, por ello, en la recomendación de la reestructuración del sistema se debe de realizar un balance de cargas

Continuación cuadro 8

9	07/04/2023	Los transformadores cilíndricos en el cuarto de transformación se encuentran en buen estado	No es necesario el remplazo ni la reestructuración de ningún apartado de la transformación de media tensión
10	07/04/2023	El cuarto eléctrico principal posee componentes de protección eléctrica en buen estado	No es necesario el remplazo de ningún componente eléctrico como consecuencia de la degradación, sin embargo, puede que se deban de colocar componentes con la capacidad de manejar más carga, ya que lo más probable es que se requieran de más luminarias
11	07/04/2023	Los reflectores desmantelados se encuentran en mal estado	Algunos no tienen bombillo, no tiene el flex metálico y la goma protectora se encuentra suelta. Están llenos de polvo y mugre, se requiere de una limpieza profunda con limpiavidrios para que se pueda reutilizar el reflector
12	07/04/2023	El sistema de arranque del reflector se encuentra en mal estado	Algunos componentes del sistema de arranque del reflector están en mal estado, ciertos balastos manejan una carga máxima de 8.8Amps, no recomendable para bombillos de 2000w, además, algunos condensadores estaban explotados y habían perdido el líquido
13	07/04/2023	Contaminación en los sistemas de protección de las cajas de distribución en pie de torre	Como no se hace un correcto mantenimiento, hay presencia de muchos agentes contaminantes dentro de los sistemas eléctricos, está lleno de polvo y otros elementos, se debe de hacer un mantenimiento en todo el sistema de protecciones
14	07/04/2023	Existencia de dos puntos eléctricos	Dado que no se hacen los mantenimientos en toda el área en los tiempos recomendados, muchos puntos de conexión se aflojan, y al aflojarse un punto de conexión en una bornera se empieza a crear un punto caliente, hay que asegurarse de que todas las tuercas se encuentran bien apretadas para evitar estas fallas

Fuente: Martínez A. 2023

5.1.3 Observación directa

Mediante el presente proceso se logró ejecutar la correcta recolección de los datos pertinentes para los análisis requeridos, siendo éstos tomados directamente del campo de estudio, destacando que la información fue obtenida mediante procesos investigativos en campo. El estadio de fútbol del complejo polideportivo cuenta con un total de 8 estructuras metálicas para el posicionamiento de luminarias, 4 de éstas son torres con alturas de 36 metros desde el suelo hasta el punto medio de la cesta, localizadas casi de forma lineal con la arquería de la cancha, mientras que las otras 4 son estructuras denominadas pórticos, las cuales cuentan con una altura de 30.5 metros desde el suelo hasta el punto medio de la cesta, estos pórticos se encuentran ubicados sobre el techo de las gradas, y están situados linealmente con el medio de la cancha.

Se menciona adicionalmente que las torres tienen una ubicación uniforme con respecto al campo, quiere decir que las localizaciones de las torres que están en una mitad de la cancha son paralelas a las localizaciones de las torres en la otra mitad. Es importante mencionar que la altura del techo de las gradas es de 20 y que las torres están situadas al lado de las gradas, razón por la cual no se tendrá el problema de obstrucción de haz de luz en los apuntamientos cerca de las líneas del campo donde no se requiere mucha elevación de los reflectores. Cabe mencionar que el campo de fútbol cuenta con unas medidas de 105 metros por 68 metros delimitadas por la línea de cal.

5.1.4 Análisis del recurso fotográfico

Por medio del uso del recurso fotográfico se pretende añadir elementos de interés los cuales sustenten la presente investigación, aportando un aval de lo mencionado en el desarrollo del texto redactado, de la misma manera, logra aclarar de manera visual diversas dudas y mejorar el entendimiento de lo escrito. a continuación, se mostrarán en los siguientes apartados un conjunto de figuras las cuales ayuden a comprobar lo obtenido por la aplicación de las encuestas, asimismo, aclarará algunos puntos mencionados en el texto.

Los aportes más significativos que se obtendrán del análisis fotográfico será la diferenciación a nivel de físico de los diferentes lentes ópticos presentes en las luminarias, del mismo modo, se logrará presenciar de manera fehaciente el estado actual de las luminarias, se dará aval de lo mencionado con respecto a las temperaturas de color disperejas en el sistema de iluminación, se estudiará el estado del sistema eléctrico mediante el análisis de las imágenes del cableado, de las cajas de conexión, las tuberías, y de los elementos de protección. Por último, se logrará certificar mediante el recurso visual la correcta aplicación de los procedimientos para la medición de los niveles de iluminancia en el campo.

5.1.5 Labores de campo para la inspección del sistema

- Chequeo de conexiones superiores y desmantelamiento de los reflectores

Se contó con el personal de la empresa para la realización de la inspección de campo del actual sistema instalado en el estadio, primeramente, se hizo el chequeo de las conexiones eléctricas para el encendido de los reflectores en la parte superior de la torre, además, se verificó el estado de la instalación, determinando así que algunos soporte se encontraban mal fijados, razón por la cual es reflector sufrió modificaciones de su direccionamiento original, ya que no contaba con una base firme a lo largo del tiempo que impidiera su desplazamiento, en la Figura 17 se puede verificar el personal de la empresa en la parte superior de la torre



Figura 17. Inspección de las conexiones superiores en la torres

Fuente. Martínez A. (2023)

Una vez realizada las revisiones superiores, se procedieron a desmantelar los reflectores, para chequear su estado y clasificarlos según su funcionamiento y sus lentes ópticos, tal como se aprecia en la figura 18



Figura 18. Organización de luminarias desmanteladas según su lente óptico

Fuente. Martínez A. (2023)

En la figura 18 se aprecian las luminarias lightmaster one desmanteladas de una de las torres, todas las luminarias son del mismo modelo, no obstante, se puede apreciar que poseen diferencias a nivel de la estructura metálica interna y del brillo del vidrio protector, y es pues, que aquellas luminarias que poseen una estructura metálica interna estriada, así como la que se aprecia en el costado izquierdo de la imagen, son reflectores con ópticas difundentes, que emanan haces de luz con un ángulo de apertura ancho, y aquellas luminarias que tienen un vidrio protector más brillante, son luminarias con un lente óptico concentrado, cuyo haz de luz posee un ángulo cerrado, como se puede ver en la imagen 18 el reflector en el costado derecho es el que tiene la óptica más concentrada, aquellos que le siguen van abriendo su ángulo de haz de luz, mientras más opaco sea el vidrio, mas ancho será su haz de luz, osea, tendrá una óptica más difundente. A continuación, se mostrará una imagen más detallada de los reflectores con ópticas difundentes y ópticas concentradas



Figura 19. Luminaria desmantelada con lente óptico difundente

Fuente. Martínez A. (2023)



Figura 20. Luminaria desmantelada con lente óptico concentrado

Fuente. Martínez A. (2023)

-Chequeo del estado de las luminarias desmanteladas

Estando abajo los reflectores se procedió con la evaluación de los mismos, enfocándose en el estado del sistema de encendido y estado de los distintos elementos que componen la luminaria, los resultados obtenidos son mostrados en las siguientes figuras;



Figura 21. Luminaria desmantelada con lente óptico vidrio protector sucio

Fuente. Martínez A. (2023)

Como se puede apreciar en la figura 21, el vidrio protector de la luminaria se encuentra totalmente sucio, ocasionando una opacidad en el mismo, el cual impide que pase la totalidad de flujo luminoso emanado por la fuente de emisión de luz de la luminaria. A continuación, se expondrá la figura 22, en la cual se visualiza Las virutas situadas en puntos de conexión de la carcasa de la luminaria.



Figura 22. Suciedad presente en luminarias desmanteladas

Fuente. Martínez A. (2023)

Las virutas en sí, no constituyen un factor degradante de la calidad de flujo luminoso, sin embargo, son un fuerte indicativo de la falta de mantenimiento de las luminarias a través del tiempo. Se procederá a la exposición de la figura 23, en donde se pueden apreciar dos cosas fundamentales, la primera de ellas, es la mala ubicación de la goma protectora del vidrio de la luminaria, esto ocasiona que al reflector entre humedad y manche el vidrio protector por dentro, y la segunda, es la mala posición de instalación del flejes anti-deslumbramiento, recalando que un mal posicionamiento de éste fleje puede ocasionar molestia visual o deslumbramiento en el punto al cual la luminaria está apuntando, cabe destacar que también se encontraron luminarias las cuales no poseen el fleje anti-deslumbramiento, razón por la cual se puede sufrir de molestia visual en algunos puntos del campo



Figura 23. Luminaria desmantelada la cual no posee bien instalado el feje ni la goma
Fuente. Martínez A. (2023)

A continuación, se muestra en la figura 24 un ejemplar el cual no cuenta con el aparato emisor de luz, no se tiene registro exacto de cómo pudo extraviarse el bombillo tubular de la lámpara, fue el único ejemplar sin fuente de emisión de luz que se encontró en el desmantelamiento de los reflectores.



Figura 24. Luminaria desmantelada la cual no posee bien instalado el fleje ni la lámpara
Fuente. Martínez A. (2023)

- Chequeo de componentes del sistema de arranque de las luminarias

Fueron bajadas las cajas con el sistema de arranque de las luminarias, cabe destacar que cada luminaria tiene una caja de sistema de arranque, el estado general de esta caja como se puede apreciar en la figura 24 es de gran suciedad el todo el sistema, en las borneras de conexión, los empalmes, y los componentes; la cantidad de polvo y agentes contaminantes que posee sin duda interfieren en el buen funcionamiento del sistema eléctrico, esto resulta como consecuencia de la falta de mantenimientos correctivos



Figura 25. Sistema de encendido de las luminarias

Fuente. Martínez A. (2023)

Mediante el proceso de desmantelamiento de éstos equipos se pudo tener conocimiento de las magnitudes de los componentes con los cuales el sistema está compuesto, a continuación, en la figura 24, se puede apreciar el voltaje nominal del balasto, que es de 480 V AC. Del mismo modo den la figura 25 se pueden apreciar las magnitudes del arrancador del sistema, así

como la arquitectura de conexión que el mismo posee, dando a conocer que está unido en paralelo con la luminaria, el balasto, y los condensadores.

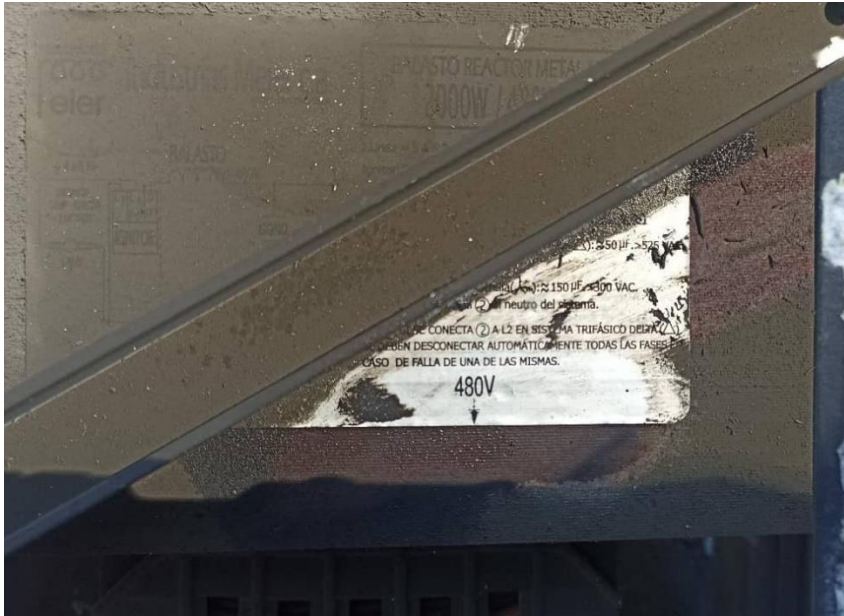


Figura 26. Características técnicas del balasto de las luminarias

Fuente. Martínez A. (2023)



Figura 27. Características técnicas del arrancados de las luminarias y modo de conexión

Fuente. Martínez A. (2023)

- Chequeo del cuarto de transformación de media tensión

Se procedió a estudiar al cuarto de transformación el cual está situado en la zona noreste del estadio de fútbol, el mismo está compuesto por una edificación en buen estado de 50 metros cuadrados, dicha edificación se puede visualizar en la figura 26



Figura 28. Cuarto de transformación del campo de estudio

Fuente. Martínez A. (2023)

Dentro de éste, se hallan tres transformadores tipo botella con capacidad de transformación de media a baja tensión, con una potencia nominal cada uno de 100 Kva, contando con una arquitectura de conexión en serie de la cual se obtiene un arreglo con una capacidad nominal total de 300 Kva, asimismo, éstos poseen un voltaje de línea de 240 V AC, siendo obtenible un voltaje de 480 V AV mediante un arreglo de conexiones. dichos transformadores son visibles en la figura 26.

El sistema anteriormente mencionado se encuentra en los registros del estadio, el cual fue proveído al autor para la rectificación de las magnitudes del transformador, el calibre de conductor, y las magnitudes de los sistemas de protección, dicha documentación se puede visualizar en la figura 27



Figura 29. Transformadores de media a baja tensión presentes en el cuarto eléctrico

Fuente. Lubin M. (2014)

- Chequeo del tablero de distribución de alimentación de torres ubicados en cuarto eléctrico o centro de mando principal

Se logró tener acceso al denominado centro de mando principal, al cual llegan los cables directos del sistema de transformación trifásico, el tablero es de tipo NAB con un voltaje de operación de 480v y 12 circuitos, en el mismo, se ubica un breaker principal de 3x800 Amps categoría A, marca shihlin, con una intensidad máxima de interrupción de cortocircuito (ICC) de 50/60 kA a un voltaje de operación (Ue) de 440 V, las características técnicas fueron obtenidas del campo tal como se puede verificar en la figura 28



Figura 30. Breaker principal ubicado en el cuarto de transformación

Fuente. Martínez A. (2023)

Dicho breaker protege los 12 circuitos del tablero, el cual está compuesto por un total de cuatro breakers trifásicos, cada breaker secundario se encarga de proteger la alimentación distribuida a cada una de las torres (Un breaker por torre), éste sistema de protección es de 3x250 A marca shihlin, categoría A , con una intensidad máxima de interrupción de cortocircuito (ICC) de 50/42 kA a un voltaje de operación (Ue) de 440 V, las características técnicas fueron obtenidas del campo tal como se puede verificar en la figura 29 y 30



Figura 31. Breakers secundarios ubicados en centro de mando principal

Fuente. Martínez A. (2023)



Figura 32. Breakers secundarios ubicados en centro de mando principal

Fuente. Martínez A. (2023)

Acto seguido, se continuó con la inspección del voltaje de línea que maneja el sistema, para ello, fue desenchufado el sistema por medio del desmontaje de la capa metálica, para luego hacer la medición del voltaje con el uso de un multímetro, siendo conectado el terminal positivo hacia cada una de las barras de líneas y el terminal negativo hacia la barra de neutro, de manera como se muestra en la figura 31

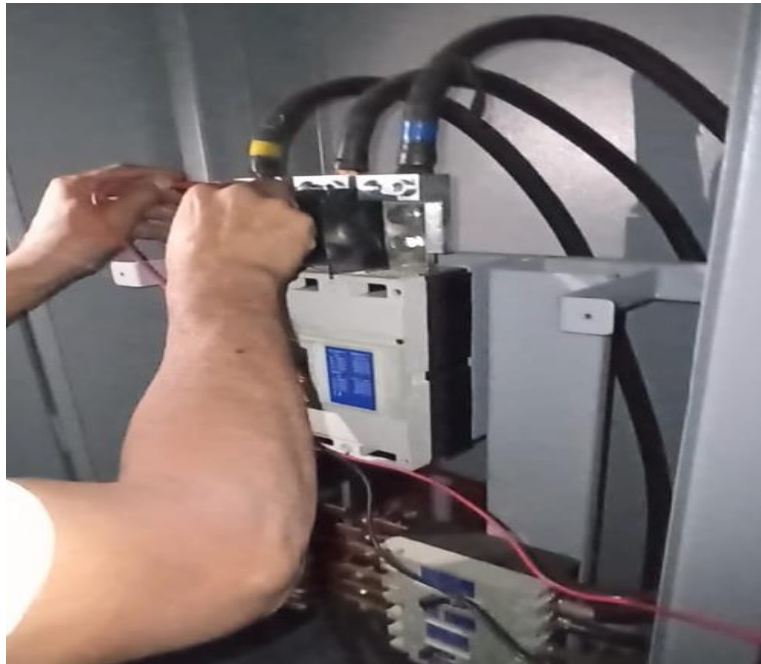


Figura 33. Medición de voltaje en barras de breaker principal en cuarto de mando principal

Fuente. Martínez A. (2023)

Los voltajes obtenidos fueron: en la línea R= 465 V, en la línea S=469 V y en la línea T=474 V. Tal como se puede visualizar el sistema actual posee un desbalance de cargas, es por ello que para la ejecución del proyecto se deberá de realizar un balance de la totalidad de las cargas añadidas al sistema. A continuación, se muestra en la imagen 32 la confirmación del proceso de medición mediante el multímetro, apreciando el voltaje de 469 V presente en la línea S



Figura 34. Resultado en multímetro de medición de voltaje

Fuente. Martínez A. (2023)

- Chequeo de los tableros de distribución de alimentación de luminarias ubicados a pie de torre

De los breakers secundarios ubicados en centro de mando principal se distribuye con cable de calibre 2/0 AWG tipo TTU a través de bancada la carga hacia los tableros de distribución situados a pie de torres, dicho tablero se muestra en la figura 33. Como se puede visualizar, es un tablero de tipo NAB con un voltaje de operación de 480v y 24 circuitos, cuenta con barras de distribución de 225 Amp y un breaker principal.

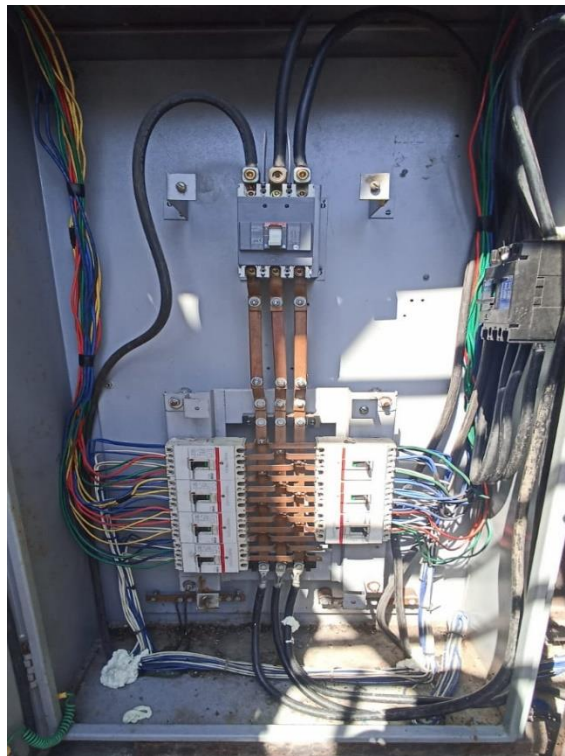


Figura 35. Tablero de distribución en pie de torre

Fuente. Martínez A. (2023)

Dicho tablero está protegido por un breaker principal trifásico de 3x225 Amps, marca ABB modelo sace A2, con una intensidad máxima de interrupción de cortocircuito (ICC) de 25 kA a un voltaje de operación (Ue) de 480 V, las características técnicas fueron obtenidas del campo tal como se puede verificar en la figura 34



Figura 36. Breaker de tablero de distribución en pie de torre

Fuente. Martínez A. (2023)

El sistema de protección mostrado en la figura 32, se encarga de proteger 24 circuitos, los cuales están formados por un sistema de 7 breakers secundarios, la arquitectura de conexión se fundamenta en que a cada breaker se le conecta un total de 5 luminarias, para un resultante de 35 luminarias protegidas en el circuito. Los breakers secundarios son trifásico de 3x40 Amps, marca btcino nema AB1, con una intensidad máxima de interrupción de cortocircuito (ICC) de 20 kA a un voltaje de operación (Ue) de 480 V, certificados por la norma IEC 60947-2, dichas características son comprobables en la figura 35 mostrada a continuación

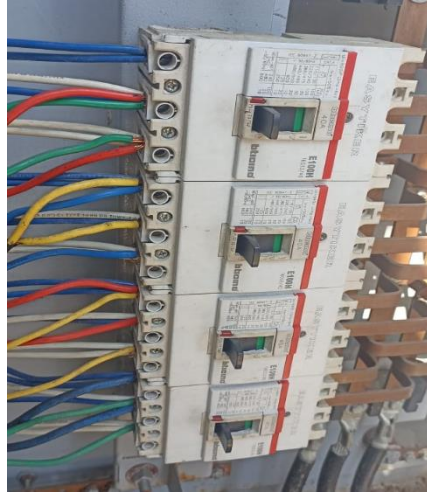


Figura 37. Breakers secundarios de tablero de distribución en pie de torre

Fuente. Martínez A. (2023)

Adicionalmente, se destaca el hecho de que el tablero de distribución situado a pie de torre, también se encarga de tener el sistema de protección para las luminarias situadas en el pórtico más cercano, tomando en consideración que son 4 torres y 4 pórticos, el sistema queda simétricamente distribuido en cuando al diseño de la ubicación de los tableros y protecciones, a continuación, en la figura 34, se puede visualizar cómo de la parte inferior de las barras se conectan cables 2/0 AWG tipo TTU mediante terminales de ojo, para alimentar la entrada de un breaker situado en el costado del chasis del tablero (ver figura 38)

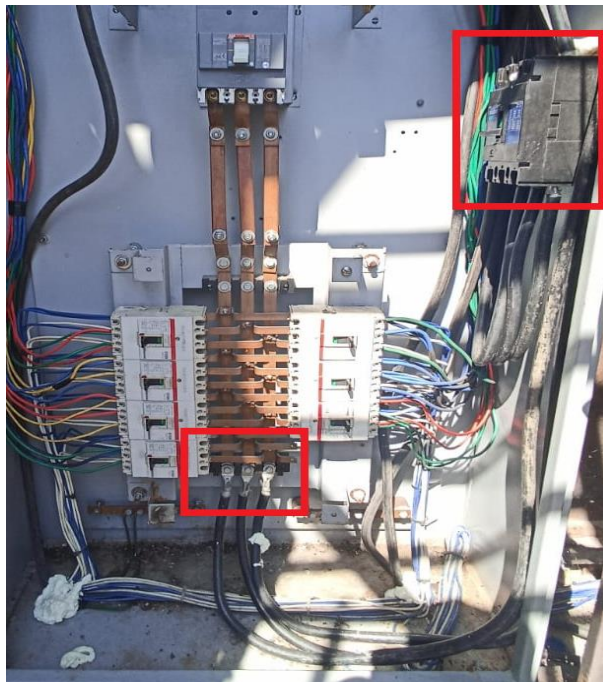


Figura 38. Arquitectura de ubicación de breaker para pórtico.

Fuente. Martínez A. (2023)

Por medio del estudio de campo se pudo ver que el breaker situado en el costado del chasis es un breaker trifásico de 3x200 Amps, modelo NF250-CS, con una intensidad máxima de interrupción de cortocircuito (ICC) de 15 kA a un voltaje de operación (Ue) de 460 V tal como se puede visualizar en la figura 39



Figura 39. Sistema de protección para luminarias en pórtico.

Fuente. Martínez A. (2023)

5.1.6 Información técnica de las luminarias instaladas aprovechables

Con base en la información encontrada del fabricante mediante el estudio de las luminarias en campo, se procede a investigar las características técnicas y todas las especificaciones posibles de la misma, limitándose al estudio de las luminarias que son aprovechables para su reutilización en el proyecto luminotécnico que se propondrá, esto con la finalidad de conocer los datos de las luminarias con las cuales se realizará el proyecto, ya que se debe de tener correctamente especificado todas las características tales como el flujo luminoso, la potencia, la eficiencia y sobre todo la curva fotométrica de la luminaria.

-Temperatura de color e índice de reproducción cromática de la luminaria

Las luminarias a reutilizar, las lightmaster one, tienen una temperatura de color de 6100 °K, y un índice de reproducción cromático de 83, destacando el hecho de que la Conmebol solicita una temperatura de color entre 4000 °K y 6500 °K puesto que son las temperaturas más similares a la luz solar tal como se es indicado en el manual de licencia de clubes de la Conmebol, del mismo modo, para la fecha de creación del presente estudio se solicita por parte

de la confederación un CRI igual o superior a los 80. Es por esto que las luminarias lightmaster one son indicadas para su reutilización en un nuevo proyecto luminotécnico

-Lente óptico

Mediante el estudio de campo fue hallado en el desmontaje de las luminarias que se poseen ópticas del reflector lightmaster: C1, C3 y C4, se continuó con la investigación de las ópticas de estas luminarias y fueron encontradas en el catálogo del fabricante (ver anexo A-1) a continuación, son mostradas las curvas de las ópticas situadas en el campo

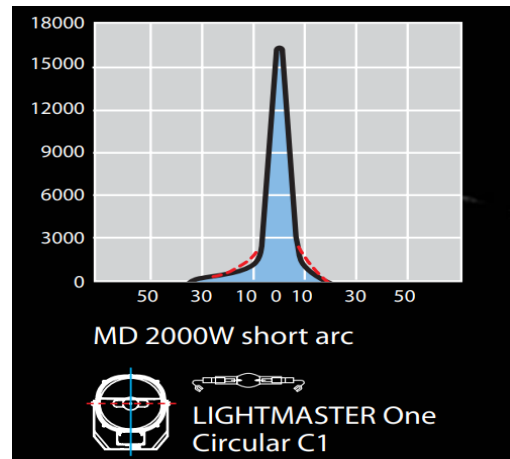


Figura 40. Curva de luminaria lightmaster one óptica C1

Fuente. Industrias Meier (2023)

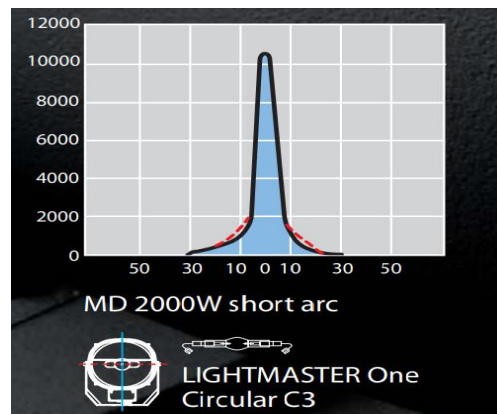


Figura 41. Curva de luminaria lightmaster one óptica C3

Fuente. Industrias Meier (2023)

La curva fotométrica mostrada en la figura 40 corresponde a una óptica concentrada, en ésta se puede visualizar que se logra una magnitud de aproximadamente 16000 cd/klm (candelas por kilo lumen) con un haz de apertura inicial de unos 30°, al igual que la curva mostrada en la figura 41 correspondiente a una óptica c3, a con la diferencia que se logra una cantidad máxima de aproximadamente 11000 cd/klm, lo cual indica que el reflector con óptica C1 está fabricado para apuntamientos lejanos, ya que concentra una gran cantidad de luz en un solo punto, mientras que el reflector C3 está fabricado para apuntamientos a medianas distancias, ya que pese a que concentra de forma similar el haz de luz, éste no posee una gran cantidad de candelas por kilo lumen

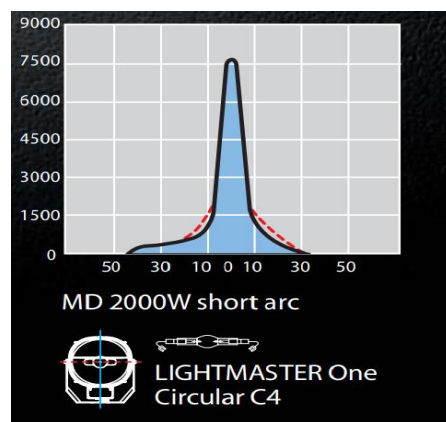


Figura 42. Curva de luminaria lightmaster one óptica C4

Fuente. Industrias Meier (2023)

En la curva mostrada en la figura 42 se puede apreciar una luminaria con una óptica difundente, la cual logra una magnitud de aproximadamente 7500 cd/klm, y posee un haz de luz con una apertura de aproximadamente 40°, a diferencia de las ópticas C1 y C3, ésta está fabricada para apuntamientos más cercanos, ya que abre mucho el haz de luz garantizando la uniformidad en un gran área a medir, asimismo, no cuenta con una gran cantidad de candelas kilo lumen como consecuencia de su gran apertura de haz de luz, ya que no concentra el flujo luminoso en un solo punto sino que lo distribuye uniformemente en un gran área.

Por medio del estudio de las ópticas del campo, se deduce que se pueden reutilizar para un nuevo proyecto luminotécnico, no obstante, se requiere que todo el proyecto se haga con el mismo tipo de luminaria, para cumplir con la estética arquitectónica del sistema de iluminación y para garantizar los mismos valores de las luminarias. Cabe destacar que las luminarias

funcionan mediante un sistema de arranque el cual posee un balasto que puede ser conectado a 440 V o a 480 V. Otras características de las luminarias se pueden visualizar en el Anexo A-2

5.1.7 Medición de los niveles de iluminación actual

Para efectuar las mediciones de iluminancia, se instaló en el campo de juego una retícula (HxV) de 10mx9m (88 Puntos) coincidente con el procedimiento realizado por la confederación sudamericana de fútbol tal como se muestra en la figura 43. El equipo utilizado para la medición de iluminancia vertical es un luxómetro LIGHTMETER, marca CEM, modelo DT-3809, N° de serie 161128505. Con certificado de calibración emitido por la firma certificaciones y Calibraciones SAC bajo el código de certificación CE-LM-030220. $\pm 3\%$ de error en las mediciones.

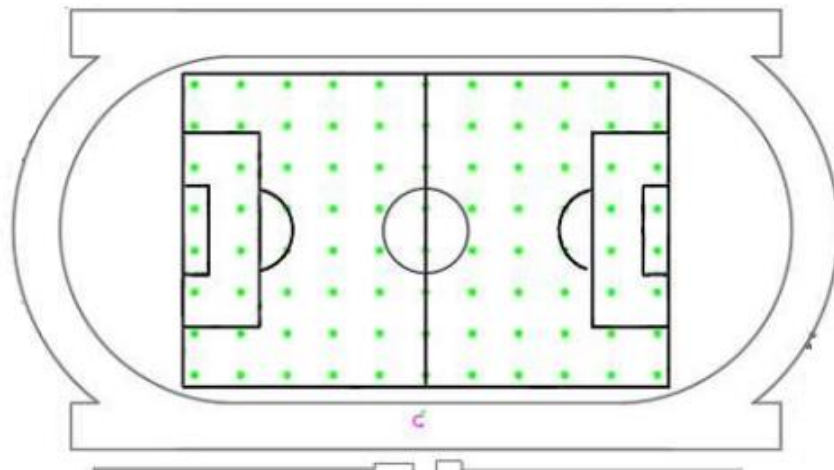


Figura 43. Puntos de medición en el campo

Fuente. Martínez A. (2023)

Las direcciones de medición corresponden a;

-Eh Iluminancia horizontal, con la sonda del luxómetro paralela al terreno y con su eje en la dirección de +Z.

-Ev-A Iluminancia Vertical, con la sonda del luxómetro perpendicular al terreno y con su eje en la dirección de +Y.

-Ev-B Iluminancia Vertical, con la sonda del luxómetro perpendicular al terreno y con su eje en la dirección de +X.

-Ev-C Iluminancia Vertical, con la sonda del luxómetro perpendicular al terreno y con su eje en la dirección de -Y.

-Ev-D Iluminancia Vertical, con la sonda del luxómetro perpendicular al terreno y con su eje en la dirección de -X

Las direcciones en las cuales apuntan y son ubicadas las cámaras explicadas anteriormente son visibles en la figura 44

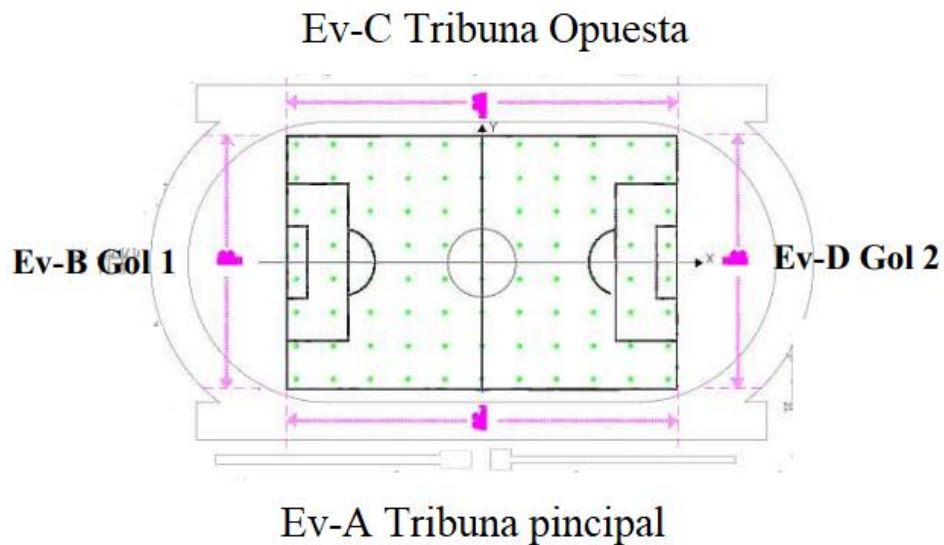


Figura 44. Posición y apuntamiento de las cámaras en el campo

Fuente. Martínez A. (2023)

Para las mediciones de Iluminancia Horizontal se empleó un trípode nivelador y se ajustó de tal forma que la sonda de medición del luxómetro estuviese a 0.25m del terreno de juego y paralelo al mismo, mientras que para las mediciones de iluminancia Vertical se empleó un trípode nivelador y se ajustó de tal forma que la sonda de medición estuviese a 1.5m del terreno de juego y perpendicular al mismo, todo lo anterior es expuesto en la figura 45 mostrada a continuación.

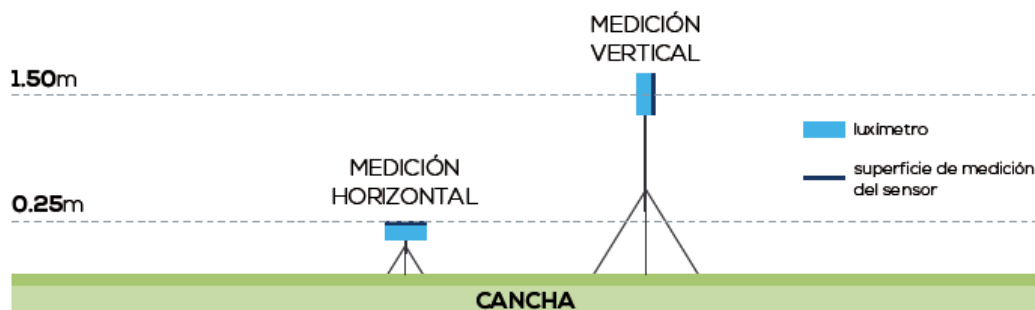


Figura 45. Altura y orientación del luxómetro para mediciones

Fuente. Martínez A. (2023)

Resultados de iluminación en planos de trabajos

-Iluminancia horizontal E_h , $Z=0,25$

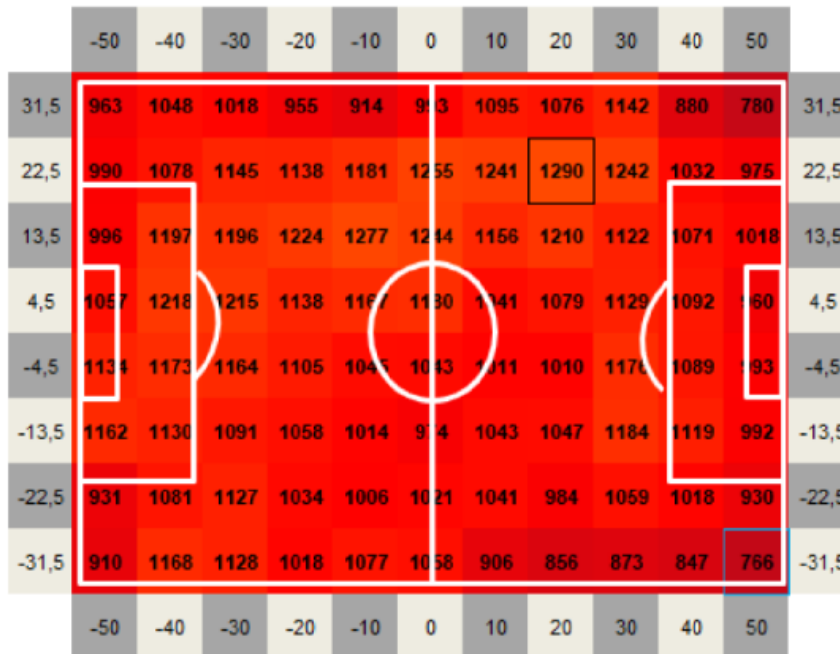


Figura 46. Resultados de medición horizontal E_h

Fuente. Martínez A. (2023)

-Iluminancia vertical E_v -A, $Z=1,5$

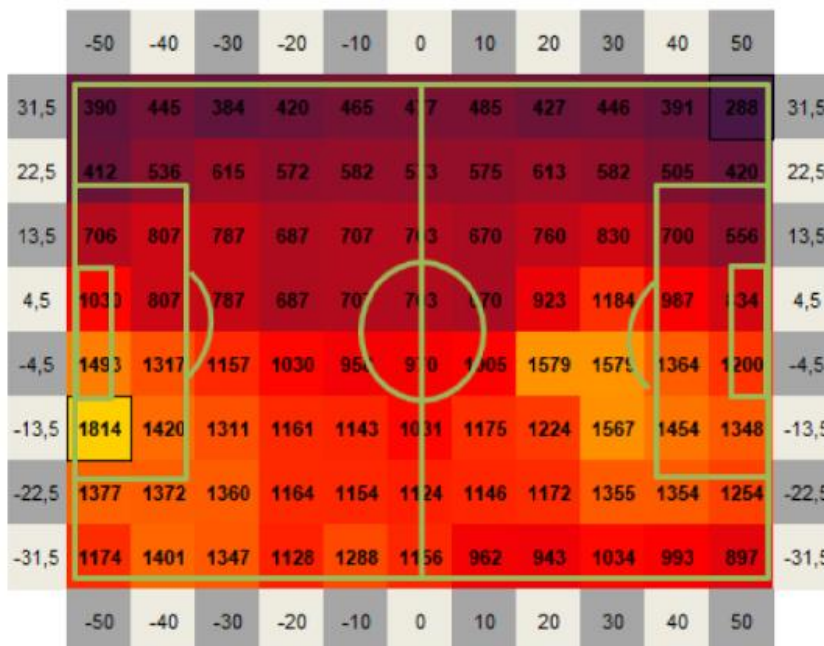


Figura 47. Resultados de medición vertical E_v -A

Fuente. Martínez A. (2023)

-Iluminancia vertical Ev-B, Z=1,5

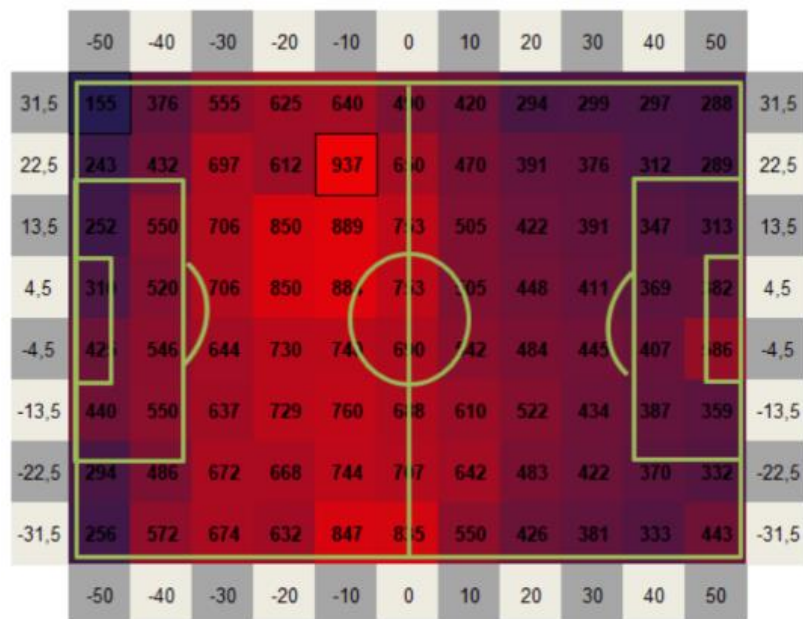


Figura 48. Resultados de medición horizontal Ev-B

Fuente. Martínez A. (2023)

-Iluminancia vertical Ev-C, Z=1,5

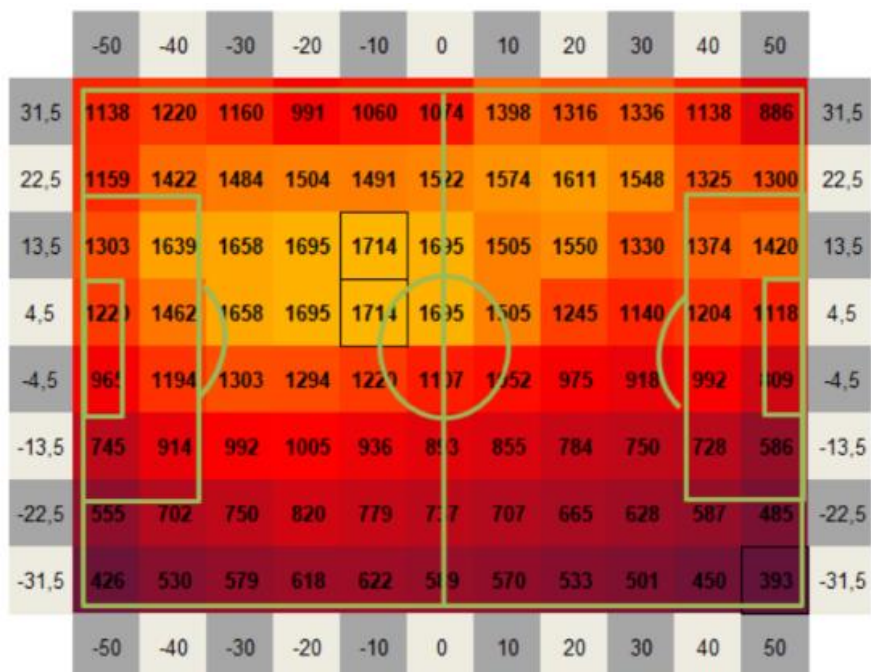


Figura 49. Resultados de medición horizontal Ev-C

Fuente. Martínez A. (2023)

-Iluminancia vertical Ev-D, Z=1,5

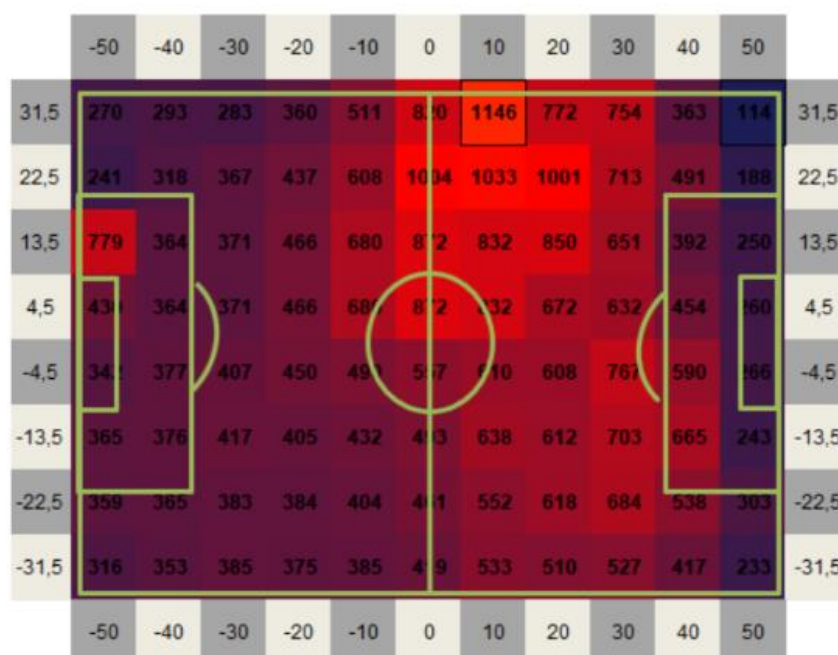


Figura 50. Resultados de medición vertical Ev-D

Fuente. Martínez A. (2023)

Tabla 3: Resultados luminotécnicos obtenidos en campo

DESCRIPCION	UND	RESULTADO
Iluminación vertical promedio (Lux) (Tribuna principal)	Ev- A	935
Uniformidad vertical U1 (V-A)	U1(V-A)	0,16
Uniformidad vertical U2 (V-A)	U2(V-A)	0,31
Iluminación vertical promedio (Lux) (Gol 1)	Ev- B	523
Uniformidad vertical U1 (V-B)	U1(V-B)	0,17
Uniformidad vertical U2 (V-B)	U2(V-B)	0,31
Iluminación vertical promedio (Lux) (Tribuna opuesta)	Ev- C	1085
Uniformidad vertical U1 (V-C)	U1(V-C)	0,23
Uniformidad vertical U2 (V-C)	U2(V-C)	0,36
Iluminación vertical promedio (Lux) (Gol 2)	Ev- D	511
Uniformidad vertical U1 (V-D)	U1(V-D)	0,1
Uniformidad vertical U2 (V-D)	U2(V-D)	0,22
Iluminación horizontal promedio (Lux)	Eh_{med.}	1068
Uniformidad vertical U1 (V-h)	U1(V-h)	0,59
Uniformidad vertical U2 (V-h)	U2(V-h)	0,72

Fuente: Martínez A. 202

5.2 Fase II “Identificación de los puntos críticos los cuales afectan el correcto funcionamiento del sistema eléctrico y luminotécnico del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado y los puntos aprovechables de los sistemas”

Con la finalidad de realizar la presente fase de la manera más pragmática posible sin omitir ningún detalle del sistema tanto eléctrico como luminotécnico, se procede a hacer uso del diagrama de Ishikawa, el cual permite sistematizar aquellas razones fundamentales por la cual se genera una problemática, para Silva A. y Oliveira E. (2018)

El diagrama de causa-efecto, también llamado diagrama de Ishikawa o de espina de pescado, es una herramienta simple muy utilizada en calidad. Kaoru Ishikawa fue quien creó el diagrama en 1943 y lo utilizó en entornos industriales para verificar la dispersión en la calidad de productos y procesos. Es una herramienta que permite identificar y analizar las posibles causas de variación en el proceso o la ocurrencia de un fenómeno, y las causas interactúan entre sí. También se usa ampliamente para analizar problemas organizacionales. El diagrama busca establecer la relatividad entre el efecto y todas las causas de un proceso (p,34).

A continuación, se presentan los diagramas de Ishikawa para la identificación de los puntos críticos del sistema los cuales han de ser adecuadamente atendidos en la fase III del proyecto, el primer diagrama, se encarga de generalizar las problemáticas que conllevan al planteamiento del objetivo general de la presente investigación, mientras que el segundo diagrama, se encarga de describir las problemáticas enfocándose en los niveles eléctricos y luminotécnicos del sistema (ver figuras 51 y 52).

Resaltando el hecho de que, en el segundo diagrama el cual se muestra en la figura 49, tiene como efecto o problema el mal funcionamiento del sistema de iluminación del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado, y es que, al delimitar la investigación al sistema eléctrico que se encarga de la iluminación del campo, se deduce que toda problemática ocasionada en el sistema de luces puede tener como piedra angular un problema en el sistema eléctrico, tal como una ruptura de cable o un cortocircuito el cual inevitablemente declina en el apagado de los reflectores.

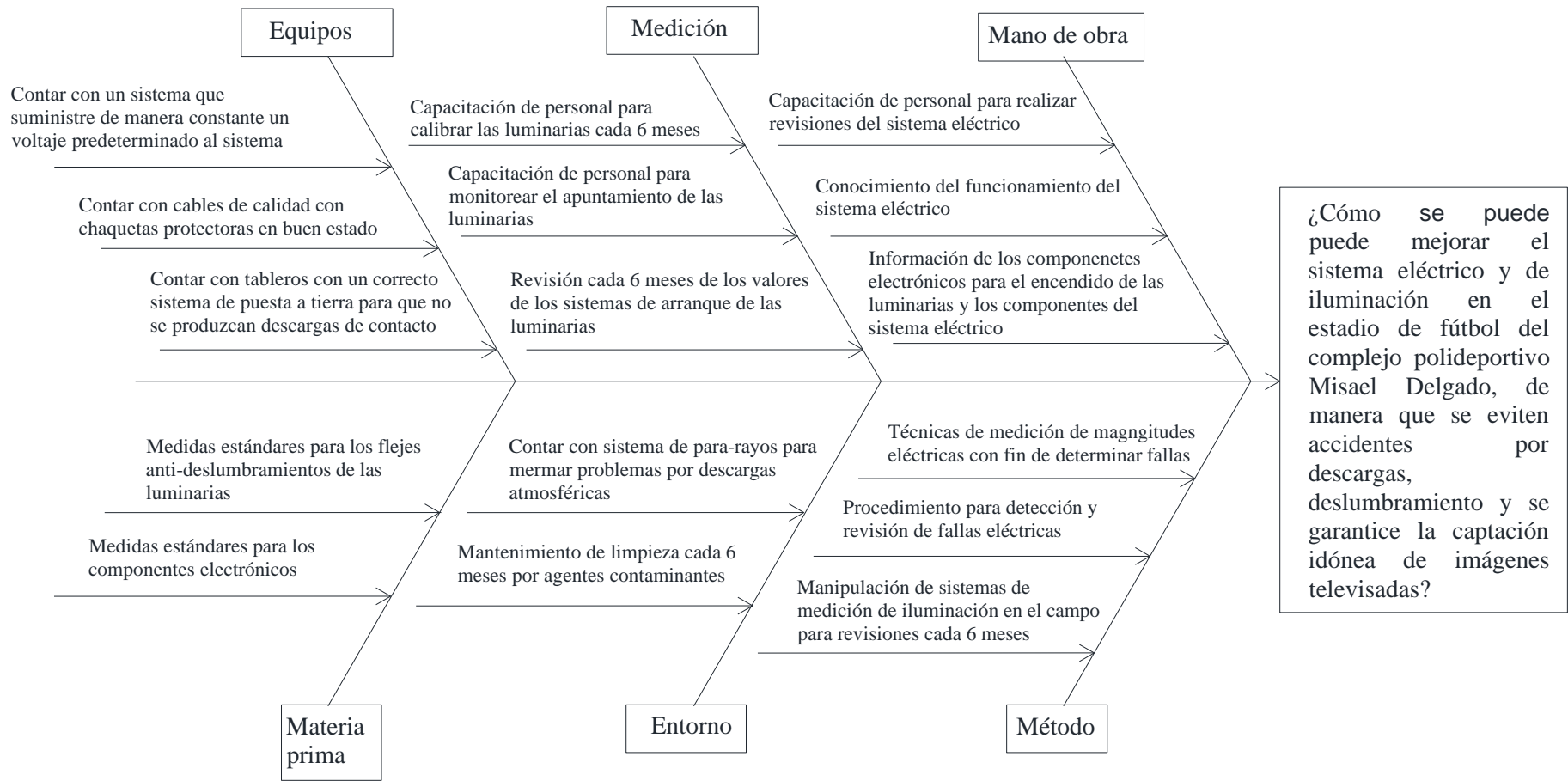


Figura 51. Diagrama de Ishikawa general del caso de estudio

Fuente. Martínez A. (2023)

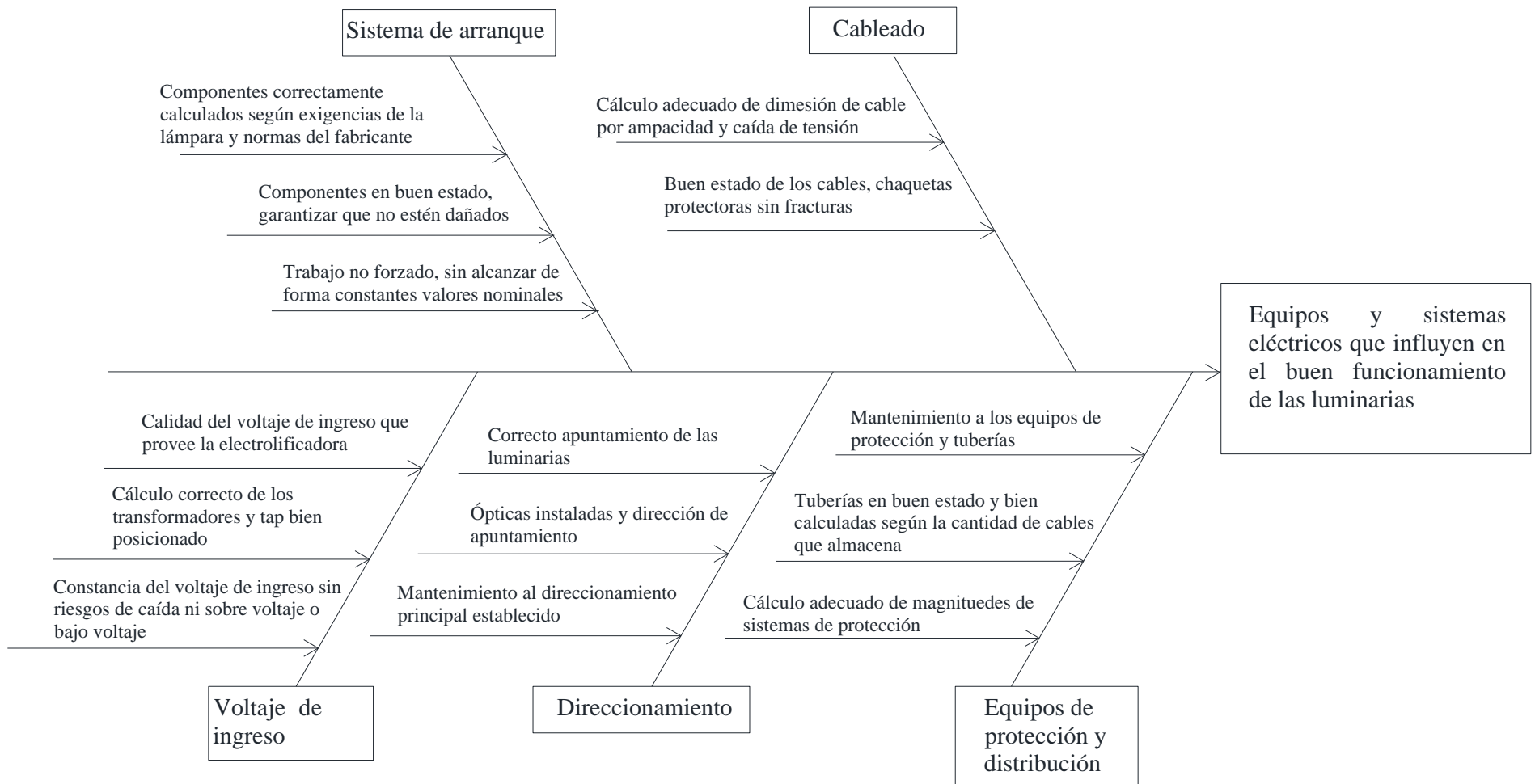


Figura 52. Diagrama de Ishikawa sobre problemas eléctricos y luminotécnicos

Fuente. Martínez A. (2023)

Por medio de la técnica metodológica del levantamiento de los diagramas de Ishikawa, se lograron esclarecer aquellos puntos críticos para el correcto funcionamiento del sistema y todos aquellos factores que contribuyen con los procesos realizados por el sistema eléctrico y el sistema luminotécnico. De esta manera, se puede focalizar que aquellos puntos críticos a atender en la realización de la propuesta del sistema eléctrico y luminotécnico son:

- Estado de los cables: Calcular el calibre de conductor idóneo según su ampacidad y caída de voltaje. Es necesario un chequeo del sistema de alimentación ya instalado para garantizar que la chaqueta protectora no esté desgastada.

- Estado de las tuberías para alimentación de reflectores: Calcular en número de cables que por la tubería pueden pasar. Es necesario un chequeo del estado de las tuberías.

- Componentes del sistema de arranque en buen estado: Hallar mediante el catálogo del proveedor, los componentes eléctricos y las magnitudes que los mismos deben de tener para el buen funcionamiento del sistema, entiéndase por componente eléctricos del sistema de arranque balastros, ignitores y condensadores.

- Apuntamientos de los reflectores: Las luminarias se encuentran mal direccionadas, es necesario un reajuste del sistema de apuntamientos considerando nuevas luminarias para poder alcanzar los niveles de iluminancia y que no exista deslumbramiento en el campo.

5.2.1 Identificación de las problemáticas a atender y las ventajas del sistema mediante una matriz FODA

Con la finalidad de determinar las debilidades y fortalezas que posee el sistema y visualizar cómo las mismas pueden ser aprovechadas mediante la realización de un proyecto eléctrico y luminotécnico, se procede a estructurar una matriz FODA con los datos obtenidos en la fase I. Una vez identificados los puntos críticos a tratar en el sistema y establecidas las estrategias para aprovechar las debilidades y fortalezas del sistema actualmente instalado, se procede a la creación del proyecto eléctrico y luminotécnico el cual será propuesto

Cuadro 9 Matriz FODA del sistema eléctrico y luminotécnico del estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado

	Fortalezas	Debilidades
Análisis matriz FODA del sistema eléctrico y luminotécnico del estadio de futbol del complejo polideportivo Misael Delgado	Diversos puntos para colocación de luminarias	Falta de mantenimiento que ha llevado a la degradación del cableado, las tuberías y los sistemas de protección
	Infraestructura rentable a largo plazo	Falta de mantenimiento que ha llevado a la degradación de las luminarias
	140 reflectores aprovechables para un proyecto luminotécnico, cumplen con todas las exigencias CONMEBOL	64 reflectores que no cumplen con las exigencias CONMEBOL
Oportunidades	Estrategia FO	Estrategia DO
Bajo coste del mercado de las luminarias de haluro metálico	Aprovechar las oportunidades de los inversionistas conjunto con el bajo costo del mercado de las luminarias para de invertir en el sistema puesto que el mismo está capacitado para una adecuación que le permita cumplir lo exigido por la CONMEBOL, además, se cuenta con un conjunto de obreros capacitados en la materia para las obras de reacondicionamiento, también se debe de tomar en cuenta el aprovechamiento de las luminarias ya existentes y del cableado para disminuir el costo de inversión	La degradación tanto del sistema de iluminación como del sistema eléctrico puede ser subsanada por las disposiciones de inversión en el estadio por parte de los patrocinantes con el fin de que se le pueda entregar la licencia de clubes al carabobo futbol club, aunado a esto, el costo para la adecuación implicaría la compra de luminarias a bajo costo por la tecnología que utilizan
Bajo costo en el mercado de los equipos eléctricos tanto de protección como de componentes electrónicos		
Existencia de mano de obra capacitada para realización de trabajos de reacondicionamiento		
Existen entes dispuestos a invertir en el polideportivo Misael Delgado		
Amenazas	Estrategia FA	Estrategia DA
La crisis económica que afecta al país se pronostica empeorar y puede causar recortes de presupuestos que impidan la inversión en los reacondicionamientos necesarios y la implementación de mantenimientos	La crisis económica y la inestabilidad del sector puede ser sobrellevada por la rentabilidad a largo plazo de la infraestructura, ya que una inversión inicial en las obras de reacondicionamiento implicarían dejar un sistema en cumplimiento con la CONMEBOL, razón por la cual se le entregará al equipo la licencia de clubes y podrán jugar partidos importantes televisados, asimismo, se merman las fallencias del sistema eléctrico de la electrificadora con el aprovechamiento del sistema ya existente, y es que el sistema cuenta con una planta la cual debe de ser mantenida para su correcta aplicación. Del mismo modo la existencia de	Para minimizar las debilidades y así tratar de evitar amenazas, se redactarán pasos recomendativos para la implementación de mantenimientos de los sistemas, con la finalidad de que una mayor cantidad de personas puedan tener una herramienta que les ayude a fácilmente poder realizar mantenimientos y que no se prolonge la degradación de sus componentes, de ésta manera se merma la amenaza de que hay poco personal con el conocimiento suficiente para hacer un mantenimiento adecuado a las estructuras.
Fluctuaciones de voltaje por parte de la empresa electrificadora		
Poco personal capacitado para la realización de un buen proyecto luminotécnico		

Fuente: Martínez A. 2023

5.3 Fase III Diseño un sistema eléctrico y luminotécnico garantizando el cumplimiento con las normas de iluminación de la CONMEBOL y la seguridad del sistema eléctrico como propuesta para el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado

Una vez expuestos los diversos puntos que se deben de tratar en la presente fase, se procede a calcular la cantidad de luminarias requerida para alcanzar los valores solicitados según el método de lúmenes, posterior a ello, se diseñará el proyecto luminotécnico en el software fael luce para garantizar el cumplimiento de los valores requeridos, posterior a esto, se ejecutarán los cálculos necesarios para el dimensionado de los componentes requeridos en la alimentación del sistema luminotécnico propuesto

5.3.1 Criterio de desarrollo del sistema luminotécnico

La presente propuesta pretende enfocarse al cumplimiento de las magnitudes exigidas por la Conmebol en iluminancia horizontal, uniformidad horizontal e iluminancia vertical con base en las cámaras de tribuna principal y opuesta, esto debido a que las cámaras en el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado en la emisión de partidos televisados únicamente colocan cámaras en las direcciones de las tribunas.

Para el cumplimiento de lo anteriormente expuesto, el presente proyecto pretende amortizar el impacto económico que los reacondicionamientos del sistema eléctrico y luminotécnico pueden generar en sí, es por ello, que se insta a la reutilización de los reflectores ya instalados en el campo, por ésta razón, lo más idóneo es añadir luminarias exactamente del mismo modelo, puesto que a nivel de diseño arquitectónico es errado el colocar dos o más luminarias de diferentes modelos y/o potencias en un mismo sistema de iluminación, y es que esto además de ser estéticamente incorrecto puede generar problemas de falta de uniformidad en la colimetría de los reflectores como se puede visualizar en el sistema actualmente instalado en el campo de estudio.

-Cálculo de la cantidad de iluminación requerida

Es por ello que para la presente propuesta serán reutilizadas las luminarias lightmaster one que el sistema de iluminación actual posee, además, se añadirán más luminarias del mismo modelo y ópticas diferentes según lo requerido. Para calcular la cantidad de luminarias que el sistema requiere, se procede a hacer uso de la ecuación 7 (ver ecuación 7)

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

Las magnitudes con las cuales se realizarán los cálculos son:

E: Nivel de iluminación = 1400 lux, magnitud obtenida en el reglamento de la licencia de clubes de CONMEBOL, en su Capítulo 4, referente a la infraestructura de los estadios, artículo 4.2.4, donde indica que el nivel de iluminación para el período del año 2023 debe de ser superior a los 1300 lux, y que para el año 2024 debe de ser mayor a los 1400 lux.

S: Superficie = 7140 m², magnitud indirecta obtenida de la medición directa en el campo, en la fase I, se determinó que la cancha de juego tiene unas dimensiones de 105x68 metros delimitados por la línea de cal, para la obtención del área en metros cuadrados se procede a obtener el múltiplo de 105 y de 68, indicando, además, que estas medidas están en concordancia con lo expuesto en el reglamento de la licencia de clubes de CONMEBOL, en su Capítulo 4, referente a la infraestructura de los estadios, artículo 4.1, cuadro 2 “instalaciones deportivas”, donde se indican los requerimientos de las instalaciones y las medidas del campo.

Fm: Factor de mantenimiento = 0,56. Para ésta cálculo, primeramente, se hizo base en el artículo 3.1.45 de la norma COVENIN 3126, referente al alumbrado público, en dicho artículo se obtiene la definición del factor de mantenimiento de una luminaria, en donde se indica que el mismo está compuesto por el múltiplo de 3 variables que son: el factor de depreciación del flujo luminoso de la lámpara (FDFL), el factor de supervivencia de la lámpara (FSL) y el factor de depreciación de la luminaria (FDLU). Las magnitudes de las variables que componen el factor de mantenimiento de una luminaria, son obtenidas en el real decreto 1890/2008, a continuación, se muestra la tabla 4, 12, y 13, de donde se seleccionan las magnitudes requeridas.

Tabla 4: Factor de depreciación del flujo luminoso de las lámparas

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

Fuente: R.D. 1890/2008

Para la selección de la magnitud indicada, se toma en cuenta que la fuente de emisión de luz de las luminarias es un bombillo tubular de halogenuros metálicos, y posee más de 12.000 horas de funcionamiento, por lo que se selecciona la magnitud de 0,73

Tabla 5: Factor de supervivencia de las lámparas

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

Fuente: R.D. 1890/2008

Para la selección de la magnitud indicada, se toma en cuenta que la fuente de emisión de luz de las luminarias es un bombillo tubular de halogenuros metálicos, y posee más de 12.000 horas de funcionamiento, por lo que se selecciona la magnitud de 0,88

Tabla 6: Factor de depreciación de las luminarias

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.

Fuente: R.D. 1890/2008

Para la selección de la magnitud indicada, se toma en cuenta que la luminaria posee un grado de protección del sistema tipo IP66 tal como es indicado en el catálogo de la luminaria disponible en el anexo A-2, y posee un grado de contaminación medio, por lo que se selecciona la magnitud de 0,87. De esta manera se tiene que el múltiplo de las tres magnitudes seleccionadas da como resultado 0,59 que es el valor selecto para el factor de mantenimiento

Cu: Coeficiente de utilización= 0,61. El coeficiente de utilización es definido por el artículo 3.1.48 de la norma COVENIN 3126, referente al alumbrado público, como la relación numérica existente entre el flujo directo que llega a una superficie y el flujo total emitido por

las lámparas, para el cálculo del factor de utilización se procede a utilizar la fórmula ### (ver fórmula) la cual indica su magnitud a dependencia de las medidas del campo de trabajo

$$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$$

Siendo a el área frontal del campo de fútbol el cual tiene un valor de 68 metros, b el área lateral del campo que tiene un valor de 105 metros, y h la altura de instalación de reflectores, la cual posee una distancia de 35 metros, se procede a ejecutar la ecuación;

$$k = \frac{68 \cdot 105}{35 \cdot (68 + 105)} = 1.179$$

Al no poseer reflexión ni en techos ni en paredes, se procede a ubicar la última fila de la tabla del coeficiente de utilización situada en la tabla a continuación presentada en la figura 53, la cual es obtenida de informes de medición en laboratorios de la empresa “Industrias Meier Perú” para la luminaria lightmaster one de 2000w

K	7771	7753	7553	7751	7551	7731	7331	7711	7111	5551	5531	5331	5511	5111	3331	3311	1111	0000
0.60	638	618	618	591	591	560	560	539	538	585	558	557	537	537	555	536	535	528
0.80	680	673	673	636	636	606	605	583	583	629	602	602	581	581	598	579	578	570
1.00	714	722	722	676	675	648	648	627	626	667	643	643	624	624	638	621	618	610
1.25	740	764	763	707	707	682	682	662	662	698	676	675	658	658	670	654	650	643
1.50	758	794	794	729	729	706	706	688	687	719	699	699	683	683	692	678	673	666
2.00	785	843	843	764	763	746	746	731	731	752	737	737	724	724	729	718	711	704
2.50	801	875	874	785	785	771	771	759	759	773	761	761	751	751	751	743	735	728
3.00	812	897	897	800	799	788	788	779	779	787	778	778	770	769	767	761	752	745
4.00	822	922	921	813	813	805	805	798	798	800	793	793	787	787	782	777	767	760
5.00	828	936	936	821	821	815	815	809	809	807	802	802	797	797	790	786	775	768
10.00	838	968	968	837	836	835	835	833	833	821	820	820	818	818	805	804	791	784

Figura 53. Tabla de coeficiente de utilización de luminaria lightmaster one

Fuente. Base de datos industrias Meier (2018)

Así pues, se obtiene el coeficiente de utilización de la luminaria que es de 0.61, y se procede a implementar la ecuación 7

$$\Phi_T = \frac{1400 \text{ lux} \cdot 7140 \text{ m}^2}{0,56,0,62} = 29262295.08 \text{ lm}$$

-Selección de bombillo e identificación de flujo luminoso

Para la selección de la correcta fuente de emisión de luz, se debe de hacer base primeramente en el modelo de luminaria la cual se está utilizando, ésta fue identificada en la

fase I mediante la aplicación de la entrevista y la inspección de campo, obteniendo que las luminarias instaladas son lightmaster one de 2000w, por ende, se procede a buscar el catálogo de la luminaria e identificar el tipo de bombillo que debe de utilizar, el catálogo puede ser visualizado en el anexo A-1, en él se indica que el bombillo para el reflector a utilizar es el MD 2000W arco corto, código HDI-TS 2000 D/S, por ende, se procede a buscar la ficha técnica de ésta fuente de emisión de luz, disponible en el anexo A-3, en él se puede visualizar que posee un flujo luminoso de 200.000 lm

-Selección de cantidad de luminarias mínimas necesarias

Ya teniendo el flujo luminoso de la fuente de emisión de luz a utilizar y el flujo requerido por el campo, se procede a emplear la ecuación 8 del método de lúmenes (ver ecuación 8)

$$NL = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L} \quad (8)$$

$$NL = \frac{29262295.08}{1 \cdot 200000} = 146.31$$

De esta manera se sabe que para el diseño del proyecto luminotécnico se tendrán en consideración 146 luminarias o más según lo requiera el proyecto, tomando en cuenta la capacidad máxima de 35 reflectores en la cesta de las torres de iluminación, se procederán a colocar 35 reflectores por torres, los pórticos serán utilizados para la instalación de luminarias según las necesidades que se presenten en el proyecto.

Es imperante realizar la aclaratoria de que, el cálculo anteriormente realizado corresponde a una medida recomen dativa la cual es usado comúnmente para el diseño de iluminación en interior, fue empleado éste método dado que no existe en concreto un procedimiento para el cálculo de la cantidad exacta de luminarias necesaria para alcanzar un nivel de iluminación específico en un recinto deportivo abierto.

Es por ello que, se procederá a realizar una primera corrida del software con la cantidad de luminarias obtenida mediante la aplicación del método de lúmenes, una vez obtenida ésta cantidad, se procederá a evaluar si es necesario el añadir una mayor cantidad de luminarias para alcanzar los niveles deseados, siempre tomando como piedra angular el cumplimiento de los valores exigidos por la CONMEBOL en cuando a nivel de iluminación y uniformidad

5.3.2 Diseño del proyecto luminotécnico en el software

Para el diseño del proyecto se emplea el software de iluminación profesional “litelac” desarrollado por la prestigiosa empresa italiana de iluminación “fael luce”, es selecto éste programa puesto que da mayor fiabilidad de resultados en iluminación deportiva profesional. Primeramente, se exporta el plano visible en el anexo ### el cual está en formato DWG a formato DXF mediante el uso de las herramientas de AutoCAD, posterior a eso, se exporta éste plano como fondo del programa, así pues, se garantiza que la ubicación de las torres sea la real en función del plano, asimismo, se garantiza el correcto dimensionado del campo y la posición de las gradas, el proceso descrito es visible en la figura 54

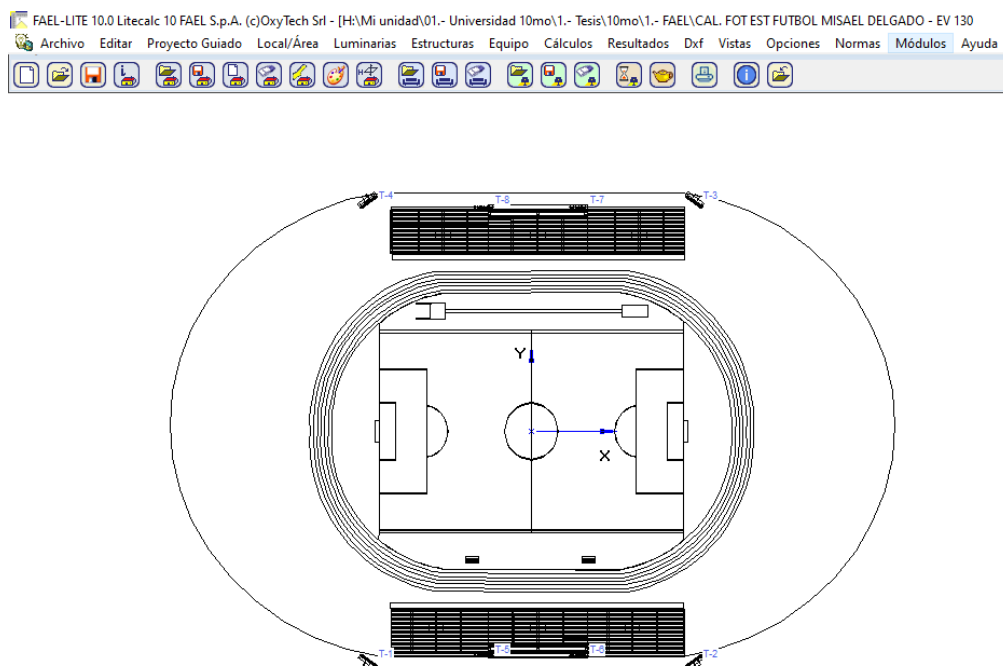


Figura 54. Ubicación de plano en software litelac de fael luce

Fuente. Martínez A. (2023)

Una vez posicionado el plano en el software, se procede a crear el plano de trabajo, el cual es definido como aquel espacio en donde se realizarán las mediciones de iluminación, fuera de esta área, no se considerará ninguna magnitud de luz. El plano de trabajo será correspondido por el área de juego de fútbol, que es de 105x68 metros delimitados por la línea de cal, esta delimitación de área es visible en la figura 50. Se indica en el software que el plano de trabajo tiene un color verde el cual es el color del césped y, además, en concordancia con lo expuesto en la norma técnica venezolana COVENIN 160-2000 se indica que éste plano tendrá

un índice de reflexión de 25%, la introducción de éste valor en el software es visible en la figura 56

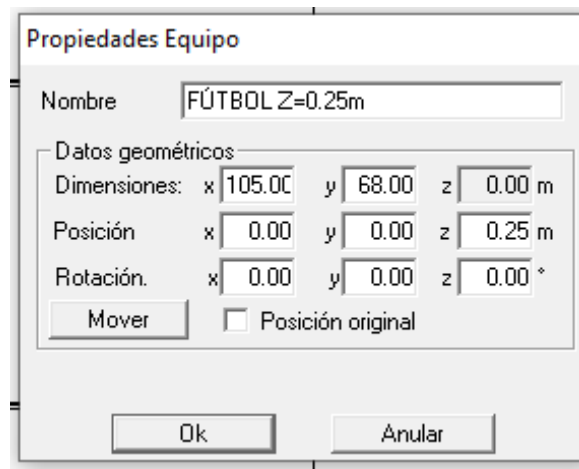


Figura 55. Delimitación de área en software litelac de fael luce

Fuente. Martínez A. (2023)

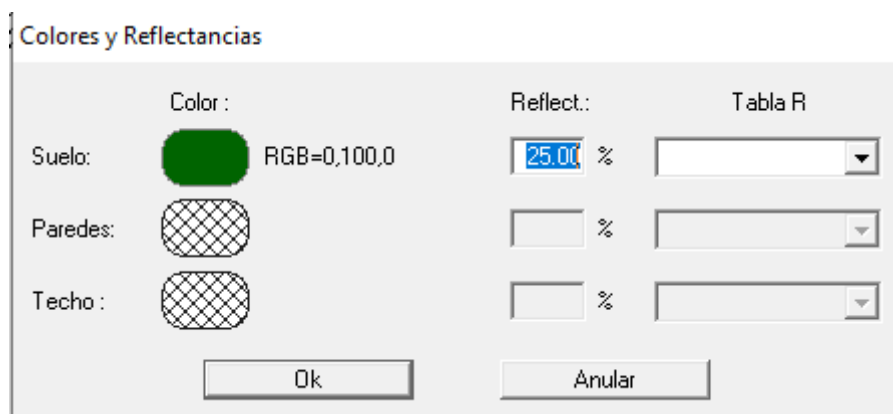


Figura 56. Establecimiento de reflectancia en software litelac de fael luce

Fuente. Martínez A. (2023)

Luego de ello, se procede a realizar la ubicación de las torres con base en la posición que las mismas tienen en el plano de AutoCAD, a continuación, se refleja en la tabla 3 las coordenadas de ubicación de las torres tomando como punto de origen el centro del campo de fútbol

Tabla 7: Posición de las torres en el plano con el centro del campo como origen

Torres	Ubicación en plano		
	X (mts)	Y (mts)	Altura (mts)
Torre 1	-56	-79	36
Torre 2	56	-79	36
Torre 3	56	79	36
Torre 4	-56	79	36
Pórtico 1	-16,41	-77,26	30,5
Pórtico 2	16,41	-77,26	30,5
Pórtico 3	16,41	77,26	30,5
Pórtico 4	-16,41	77,26	30,5

Fuente: Martínez (2023)

Asimismo, siguiendo las recomendaciones de los expertos, se procede a ubicar las luminarias iniciando con aquellas que posean ópticas difundentes en la parte inferior de la torre, posterior a eso, se van situando luminarias con ópticas más concentradas, por ésta razón serán situadas en la cesta de todas las torres en la parte inferior ópticas C4 para las primeras dos filas, luego, serán instaladas ópticas C3 en la tercera fila, en la cuarta fila serán instaladas ópticas C2 y en la quinta fila serán instaladas ópticas C1, así como se muestra en la figura 57

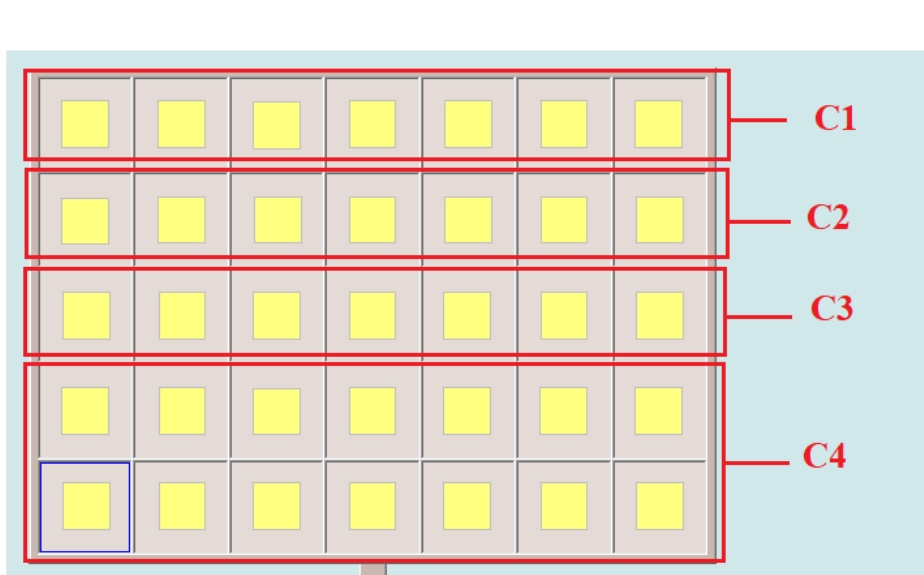


Figura 57. Posición de ópticas de reflectores en torres

Fuente. Martínez A. (2023)

Mediante éste proceso, fueron obtenidos resultados los cuales no cumplían en su totalidad con lo establecido por la federación sudamericana de futbol en cuando a niveles de iluminación y uniformidades, los resultados de este primer montaje son visibles en la figura 58, esto como consecuencia de que el método de lúmenes no es totalmente efectivo y aumenta su porcentaje de error cuando se implementa en sitios abiertos con grandes alturas de instalación, por esto, con la finalidad de mermar los problemas visualizados y cumplir con los objetivos planteados, fueron aprovechados los pórticos para la colocación de luminarias, situándose el él los 56 reflectores lightmaster one que sobran del estadio

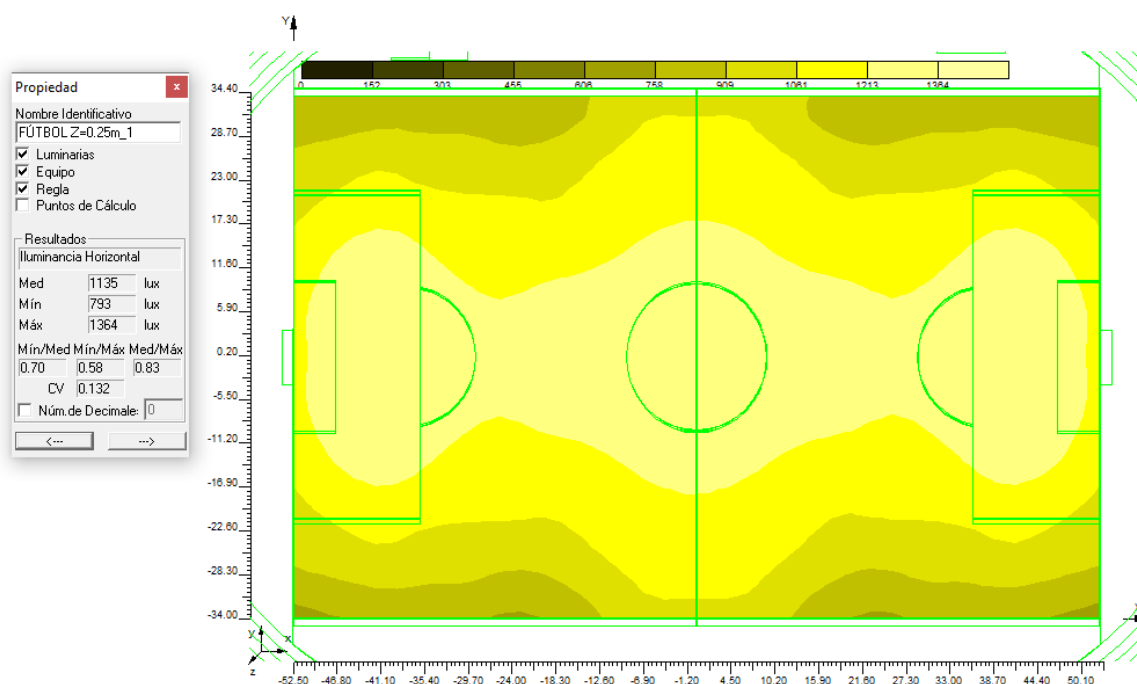


Figura 58. Resultados luminotécnicos para sistema de iluminación con 140 reflectores situados en las torres principales

Fuente. Martínez A. (2023)

Posterior a la colocación de la totalidad de las luminarias a considerar, se continuó con el proceso de diseño de renderizado disponible en la figura 59, situando en él, distintos objetos que permitieron tener un diseño gráfico que exprese la realidad de las estructuras del estadio, obteniendo el resultado visible en la figura 60

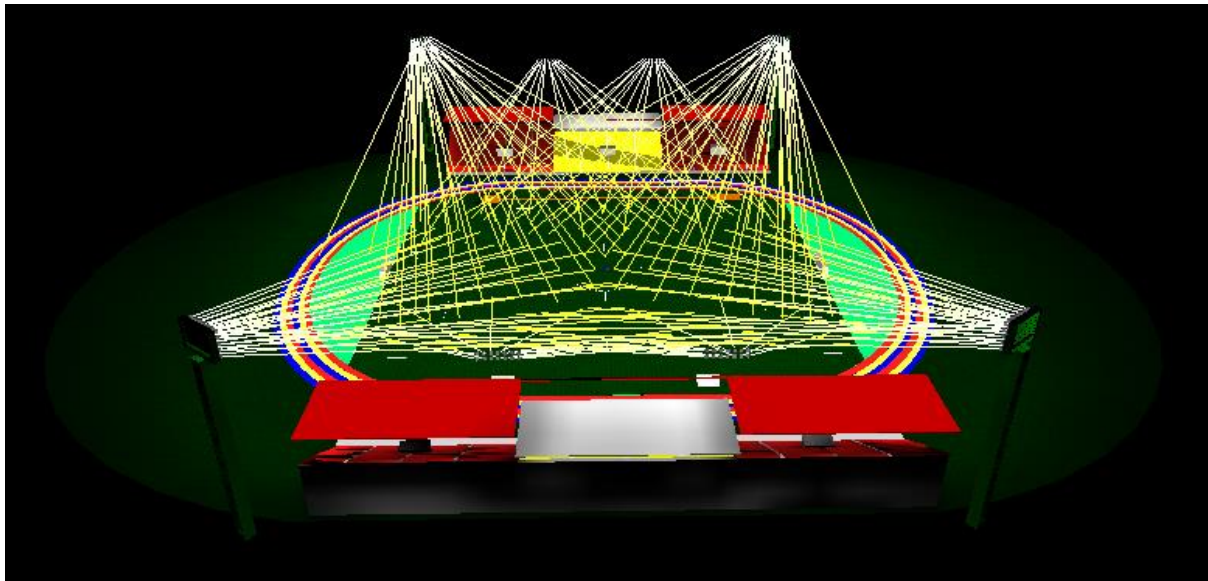


Figura 59. Renderizado del sistema luminotécnico propuesto

Fuente. Martínez A. (2023)

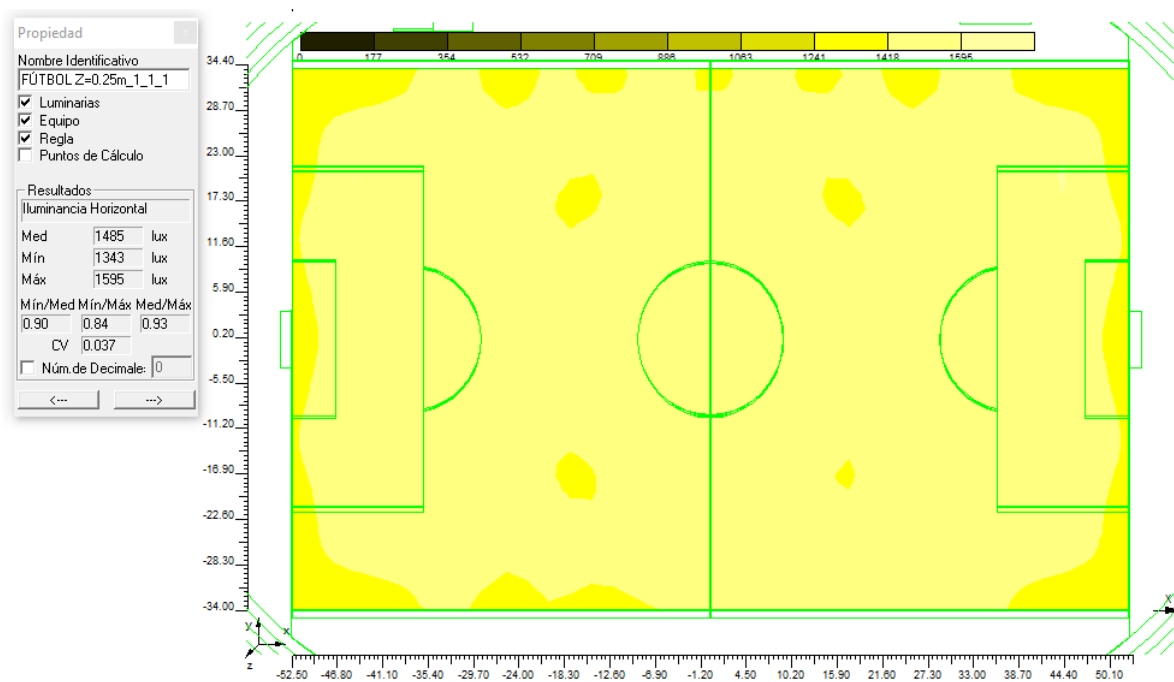


Figura 60. Resultados luminotécnicos para sistema de iluminación con 196 reflectores

Fuente. Martínez A. (2023)

5.3.3 Modificaciones de las luminarias

Bien se sabe que el objetivo del sistema propuesto es el aprovechamiento de las luminarias lightmaster one situadas en el estadio para amortizar el costo de la inversión, es por esto que, una vez definido el sistema de iluminación que será propuesto, se procede a indicar las modificaciones que se deben de realizar a las luminarias que serán reutilizadas. Las luminarias desmanteladas muestran una gran contaminación en su lente óptico, esto como consecuencia de la mala instalación de ciertas partes del reflector como las gomas protectoras, razón por la cual la humedad entra al reflector y obstruye la salida del haz de luz, del mismo modo, el polvo y otros agentes presentes en el aire entran al reflector y esto ocasiona que se cree una película de agentes corrosivos en el vidrio protector del reflector, razón por la cual se ve severamente reducido el factor de potencia de la luminaria

Para el correcto funcionamiento de las luminarias ya existentes en el sistema de iluminación propuesto las mismas deben de ser limpiadas con productos químicos especializados para vidrio con la finalidad de quitar la opacidad que éstos poseen por las razones ya expresadas, asimismo, se debe de agregar un bombillo para una luminaria la cual no lo posee, y flejes anti-deslumbramiento para las luminarias que no cuentan con los mismos

5.3.4 Modificaciones del sistema de encendido de las luminarias

Se encontraron balastos de 8.8amp y condensadores quemados. Se tiene la información por parte del proveedor de las luminarias instaladas de que el bombillo doble contacto utilizado para el reflector lightmaster one es el HQI-TS 2000/D/S tal como se puede visualizar en el manual del reflector disponible en el anexo A-1 , éste debe de trabajar con un balastro el cual le otorgue un mínimo de 10.3 amp, tal como se visualiza en el manual del bombillo disponible en el anexo A-3 razón por la cual, al trabajar con balatos que le otorgan una corriente de operación de 8.8amp se ve incapacitado a llegar a su flujo luminoso nominal, es por esto que se debe de sustituir los balastos que suministran 8.8amp.

Del mismo modo, fueron encontrados condensadores explotados, con el químico regado, indicativo de que no está realizando su función, razón por la cual al encender el bombillo no se cuenta con el factor de corrección del condensador, es así como el consumo energético se incrementa y puede ocasionar que los sistemas de protección se disparen, puesto que están consumiendo mayor potencia de la nominal por falta de factor de corrección capacitivo, es así pues como es imperante el remplazo de los condensadores quemados.

5.3.5 Dimensionado y creación del proyecto eléctrico

En primera instancia, para el dimensionado del proyecto eléctrico, se aclara que se hace base completamente en las normas y tablas de los distintos artículos del código eléctrico nacional (CEN), de tal modo que este documento avala la información y los cálculos realizados, asimismo, con base en el diagrama unifilar suministrado y el estudio de campo, se determina que el voltaje de operación de todo el sistema de alimentación de los reflectores será de 480V AC dispuesto en un arreglo trifásico.

5.3.6 Totalización de la carga

Antes de continuar con los cálculos referentes a los conductores y protecciones, es imprescindible conocer la carga total que manejará el sistema, resaltando el hecho de que se hará enfoque únicamente el en apartado de la carga de los reflectores para el sistema de iluminación deportiva. Para obtener dicho número se clasifica primeramente la carga según su tipo y se totaliza y posteriormente según indique el CEN debe asignarse un respectivo factor de demanda.

El factor de demanda se define como la relación entre la demanda máxima de un sistema y la carga total conectada. El CEN muestra distintas tablas de factores de demanda para cargas de tomacorrientes, iluminación, cocinas, montacargas y ascensores, motores, iluminación de escenario, entre otros. Mediante el proyecto luminotécnico propuesto, se conoce que se tienen un total de 196 luminarias, cada una de ella, maneja una carga de 2000w, alimentadas por un sistema de 480 V AC dispuesto en un arreglo trifásico tipo estrella.

Se procede a realizar el cálculo de la potencia aparente total que manejará cada circuito, segmentando los mismos según las torres, considerando que el protector principal de cada torre también protegerá a las 14 luminarias que están ubicadas en el pórtico adyacente a la torre. Se tomará un factor de potencia de 0.9 según lo indicado por la ley de calidad del servicio eléctrico emitida por la Corporación Eléctrica Nacional (CORPOELEC). del mismo modo, se considera un 10% en las pérdidas ocasionadas por el balasto según lo establecido por el artículo 410.62(C) del NEC, Este artículo establece que los balastos deberán estar listados y deberán tener una eficiencia inicial mínima no inferior al 90 por ciento, destacando que este requisito se aplica a todos los balastos, incluidos los balastos magnéticos, los balastos electrónicos y los balastos de alta frecuencia, y que no se permite el uso de balastos que no cumplan con este requisito en un entorno comercial o residencial.

Así pues, se procede a hacer cálculo de la potencia aparente, se emplea la fórmula proporcionada en el Artículo 110.12 del Código Eléctrico de Filipinas (PEC) para

(9)

el cálculo de la potencia aparente con base en el factor de potencia y la potencia activa, fórmula visible en la ecuación 9 (ver ecuación 9)

$$fp = \frac{P}{S}$$

Donde

Fp= Factor de potencia

P= Potencia Activa

S= Potencia aparente

Se despeja la ecuación 9 y se sitúan los valores deseados para calcular la potencia activa correspondiente a una luminaria

$$S = \frac{2000}{0,9}$$

El resultado es que S es igual a 2222,22 (VA) magnitud a la cual, se le ha de multiplicar el 10% de la misma correspondiente a la pérdida del balasto, obteniendo un resultado de 2444,44 (VA) de potencia aparente para una luminaria. Una vez calculada ésta magnitud, se procede a la obtención de la carga total del sistema, aclarando que el mismo posee un arreglo trifásico con una conexión de transformadores en estrella y un voltaje de fase de 480 V AC para esto, se emplea la fórmula dispuesta en el artículo 240.2 de NEC referente al cálculo de la corriente en circuitos eléctricos trifásicos, dicha fórmula se encuentra disponible en la ecuación 10 (ver ecuación 10)

$$I(A) = \frac{S(VA)}{\sqrt{3} \times V_L(V)} \quad (10)$$

Destacando adicionalmente que, la potencia aparente considerada será la total de todo el sistema, conformado por 196 luminarias lightmaster one de 2000 W, puesto que se está estudiando la carga total de la carga

$$I(A) = \frac{196 * 2444,44 (VA)}{\sqrt{3} * 480 (V)} = 576,28 A$$

De esta manera se tiene la carga total del sistema, la cual es de 479,1 kVA y el consumo de corriente de consumo de la misma, la cual es de 576,28 A

Luego de los cálculos realizados, corresponde tomar en consideración un porcentaje de reserva, normalmente para permitir la futura conexión de cargas adicionales. Este margen de reserva usualmente se ubica entre 10% y 20% de la demanda, destacando el hecho de que el CEN no establece un porcentaje fijo. En este caso se considera un margen de reserva de 10%

que se traduce en 47,9 kVA, y al sumarse con la demanda previa, se obtiene una demanda total de 527 kVA, que produce un consumo de 633,91 A

Ahora, conociendo el valor de la demanda total del tablero en cuestión, es posible calcular el alimentador y su respectiva protección de sobre corriente, se conoce que el tablero alimentará cargas de un único tipo, razón por la cual se empleará únicamente un factor de demanda. Asimismo, se resalta el hecho de que la carga total obtenida supera la instalada en el sistema, razón por la cual es pertinente la instalación de un transformador trifásico de media tensión a baja tensión con salida de 480-277 V de tipo “Pad Mounted” con una carga máxima de 750 kVA

5.3.7 Distribución de cargas en tableros secundarios

El presente apartado corresponde al diseño de la arquitectura de conexión para la distribución de cargas presentes en los tableros secundarios, como se mencionó anteriormente en la fase I, se tiene un total de 4 tableros secundarios situados a pie de torre, los cuales alimentan 49 luminarias, 35 situadas en el techo y 14 situadas en el pórtico adyacente. Para la propuesta del diseño eléctrico se dejarán dichos tableros, pero se cambiará el calibre de los conductores y los sistemas de protección de sobre corriente

Es importante en esta parte destacar el hecho de que, a los terminales del balasto, debe de llegar un voltaje de fase de 480 V AC, razón por la cual, para hacer llegar dos líneas eléctricas a cada balasto de cada luminaria, se opta por hacer un arreglo de conexión delta conformado por tres luminarias tal como se muestra en la figura 61 además de ello, éste arreglo permite tener las bases correctamente balanceadas, obteniendo así un desbalance que no supere el 3% de la carga según lo recomendado en el artículo 215.2(A)(1) del (NEC)

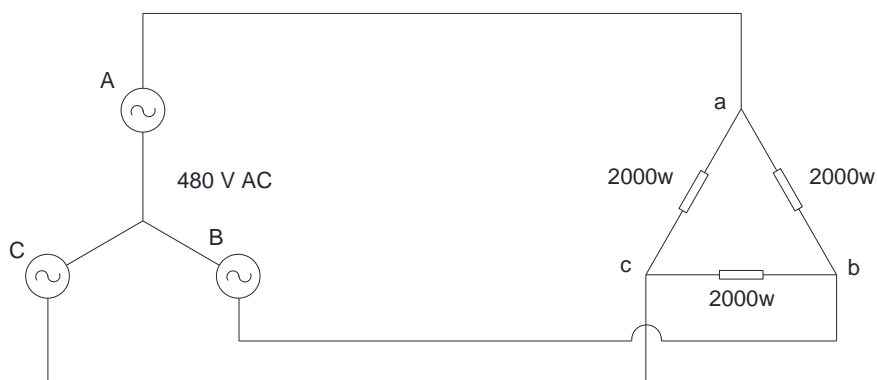


Figura 61. Sistema de conexión con alimentadores en arreglo delta y cargas en arreglo estrella

Fuente. Martínez A. (2023)

Para el cálculo de la intensidad de corriente de línea, es empleada la ecuación 11

$$P_T = V_L * I_L * \sqrt{3} \quad (11)$$

Donde

Pt= Potencia total

VL=Voltaje de línea

IL= Corriente de línea

A su vez, se debe de tener en consideración el criterio de que, en los sistemas de conexión delta, el voltaje de fase será igual al voltaje de línea, mientras que la corriente de línea será $\sqrt{3}$ por la corriente de fase, a diferencia de las conexiones en estrella, donde la corriente de línea y de fase son iguales mientras que el voltaje de fase es $\frac{1}{\sqrt{3}}$ por el voltaje de línea, lo anteriormente explicado se puede visualizar de manera gráfica en la figura 62

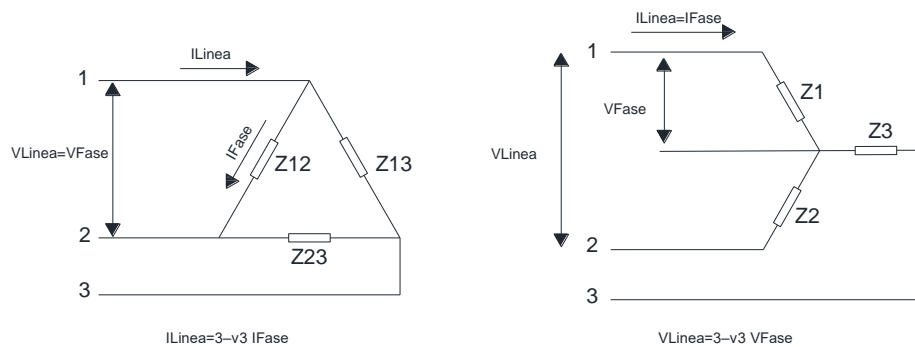


Figura 62. Comparativa entre conexión delta y conexión estrella

Fuente. Martínez A. (2023)

Se procede a calcular la corriente de línea de una conexión conformada por tres reflectores mediante el despeje de la ecuación 12

$$I_L = \frac{3(2444,44 \text{ (VA)})}{\sqrt{3} * 480 \text{ (V)}} = 8.8 \text{ A} \quad (12)$$

Ésta será la corriente utilizada para el posterior cálculo de las protecciones eléctricas y el calibre del conductor, aclarando nuevamente es la corriente de línea, no obstante, si se desea saber la corriente que existe entre los terminales del balasto que alimenta una sola luminaria, definida como corriente de fase, se procede a dividir el resultado por $\sqrt{3}$, obteniendo una magnitud de 5.08 A.

5.3.8 Cálculo y selección de protecciones

Es de suma importancia recalcar que, Para el dimensionado de los protectores de sobre corriente, se considera que todos serán de tipo tiempo inverso, razón por la cual no se considerarán para los cálculos la corriente de arranque que poseen los balastos en el momento del encendido, debido a que la misma se presenta por una fracción ínfima de segundos.

En primera instancia, se procede a calcular en una tabla mediante la herramienta de cálculo Microsoft Excel las corrientes necesarias en cada circuito para la selección de su protección, especificando que se tomarán en cuenta: protección principal de cuarto de distribución, protección para tableros secundarios en cuarto de distribución, protección principal de tableros secundarios y protección de sistema trifásico de luminarias en tablero secundario. Para el levantamiento de ésta tabla se aplica lo establecido en el artículo 210.20 del CEN referido a la protección de sobre corriente, donde indica que para el cálculo del elemento de protección se ha de calcular con base al 125% de la corriente nominal calculada. A continuación, es mostrada la tabla 8 con la información pertinente.

Tabla 8: Cómputos eléctricos

CIRCUITO	CANT DE REFLECTORES	POTENCIA ACTIVA UNITARIA (W)	POTENCIA APARENTE UNITARIA (VA)	POTENCIA APARENTE TOTAL (VA)	POTENCIA APARENTE TOTAL (KVA)	CORRIENTE TOTAL (A)	RESERVA 10%	CORRIENTE PROTECCIÓN (A)
TP	196	2000	2444,44	479111,11	479,11	576,28	633,91	792,39
T1	49	2000	2444,44	119777,78	119,78	144,07	158,48	198,10
T2	49	2000	2444,44	119777,78	119,78	144,07	158,48	198,10
T3	49	2000	2444,44	119777,78	119,78	144,07	158,48	198,10
T4	49	2000	2444,44	119777,78	119,78	144,07	158,48	198,10

Fuente: Martínez (2023)

Para la selección de dispositivo de protección contra sobre corriente, se hace base en el artículo 240.3(b) del CEN, el cual establece la selección del dispositivo de protección con una magnitud igual al valor o el inmediato superior nominal luego de aplicar el factor de corrección, seleccionando los dispositivos normalizados en la tabla 240.6(A) del NEC disponible en el anexo C-2, se establece que la magnitud del breaker principal ubicado en el tablero del cuarto de distribución será de 3x800 A, los breakers principales de los tableros secundarios serán de 3x200 A y los breakers que protegerán el arreglo de tres luminarias serán de 3x20 A

5.3.9 Cálculo y selección de conductores

El Código Eléctrico Nacional (CEN), en su última edición, presenta en la tabla 310.16, las ampacidades admisibles para conductores aislados, con tensiones de 0 a 2000V, con no más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, dicha tabla se encuentra disponible en el anexo C-1. Recalcando el hecho de que, para la selección de los conductores, se ha de tener en cuenta tanto las magnitudes el consumo de corriente como la distancia desde el alimentador hasta la carga, puesto que, por ampacidad, se puede tener un cable que de una gran caída de tensión, y se ha de proceder a aumentar su calibre.

Para la mayoría de los circuitos de distribución y/o ramales de tomacorrientes y cargas de iluminación, el CEN expresa en la Nota N°4, sección 210.19 (A1), que, una caída de tensión de 3% para circuitos ramales y de 5% para el alimentador y circuitos ramales, ofrecen una adecuada eficiencia de operación, a continuación, se procede a presenta la ecuación que permiten calcular la caída de tensión en conductores (ver ecuación 13)

$$\Delta E = \frac{\sqrt{3} * longitud * I * (R \cos \varphi + X \sen \varphi)}{ES} * 100 \quad (13)$$

Siendo la longitud medida en km, la resistencia (R) y la reactancia (X) medidas en ohms por km (Ω/km), “ φ ”, el ángulo del factor de potencia y “Es”, la tensión de operación. También es importante calcular la corriente en función del tipo de carga, tal cual como se muestra en el cálculo de capacidad de corriente. Para un mejor entendimiento de la aplicación de la fórmula, se procede a realizar el cálculo del porcentaje de caída de tensión hasta la torre 1, e conoce que la longitud estimada que tendrá el trayecto desde el tablero alimentador mediante las mediciones realizadas en AutoCAD de la ruta de bancada, disponible en el anexo B-2 se asume un factor de potencia de 0,9 y se extraen de la Tabla 9 del CEN, la resistencia y reactancia ($0,21 \Omega/\text{km}$) para el conductor seleccionado por ampacidad, el cual al tener una carga de 198,10 A corresponde a un conductor 4/0 AWG.

$$\Delta E = \frac{\sqrt{3} * 0,406 \text{ Km} * 198.1 \text{ A} * \left(0,203 * \frac{\Omega}{\text{Km}} \cos 25.84^\circ + 0,135 * \frac{\Omega}{\text{Km}} \sen 25.84^\circ\right)}{480} * 100$$

De esta manera se obtiene un resultado de 8,24% de caída de tensión desde el tablero alimentador hasta el punto más lejano de la carga del circuito ramal T1, excediendo los valores indicados por el CEN, es por ello que, a continuación, se procede a emplear le herramienta de

cálculo Microsoft Excel para levantar una tabla la cual realice el cálculo anteriormente mencionado para diversos calibres de conductor y así obtener aquel que de una caída de tensión menor o igual al 3%, además con base en la información anteriormente expresada y el valor de la corriente calculada en la tabla 8 para cada circuito, se procede a incluir en la tabla 9 el consumo de corriente de cada circuito, la distancia hasta la carga más lejana, el calibre del conductor seleccionado y la caída de tensión

Tabla 9: Cálculos para selección de calibre de conductor

CIRCUITO	CORRIENTE TOTAL (A)	RESERVA 10%	CORRIENTE PROTECCIÓN (A)	DISTANCIA DESDE CENTRO DE DISTRIBUCIÓN (M)	CALIBRE DE CONDUCTOR	CAIDA DE TENSIÓN (%)
TP	576,28	633,91	792,39	10,00	2000 MCM	0,18
T1	144,07	158,48	198,10	406,00	500 MCM	2,83
T2	144,07	158,48	198,10	247,00	250 MCM	2,81
T3	144,07	158,48	198,10	73,00	4/0 AWG	0,93
T4	144,07	158,48	198,10	184,00	4/0 AWG	2,18

Fuente: Martinez (2023)

Los calibres de los conductores fueron seleccionados tanto por ampacidad como por caída de tensión, para los tableros secundarios por ampacidad se requiere un cable 4/0 AWG, no obstante, por caída de tensión, fue necesario seleccionar cables más gruesos para algunos tableros, asimismo se aclara que el cable fue seleccionado con la corriente de protección, para que en caso de cortocircuito el mismo no sufra daños.

Lo primero que resalta al observar la tabla 9 es que el calibre del conductor del cable de alimentación que va desde los transformadores al breaker principal del cuarto de distribución (circuito TP) es muy elevado, razón por la cual se procede a aplicar el método de circuito derivado de dos hilos expresada en el artículo 220.4(A)(2) del NEC, éste dice que se puede dividir la corriente total entre 2 y seleccionar el calibre del conductor con base a esta nueva ampacidad y así considerar dos conductores por cada fase, método además avalado por el artículo 310.4 del CEN. Para el caso del alimentador del tablero principal sería 792,39 A dividido entre dos, lo cual resulta en 396,195 A, con ésta corriente se selecciona el calibre del conductor, resultando en dos cables 500 MCM TTU-cu de 90° por fase

Para el dimensionado del conductor de puesta a tierra de las luminarias se procede a hacer uso de la tabla 250.122 del CEN, en la cual indica el calibre del conductor para tierra con base en el breaker de protección. Para el caso de los reflectores es electo un conductor de

calibre 12 AWG THHN-cu, mientras que para cada tablero secundario es electro un conductor de 6 AWG THHN-cu. El tablero del cuarto de distribución principal posee un electrodo de puesta a tierra el cual está conectado mediante un cable 1/0 AWG TTU-cu. Según lo indicado en la tabla 250.66 del CEN.

5.3.10 Selección de tubería

Para la bancada se hace base en la norma norma CADAFE 61 87, estableciendo que la tubería debe de ser de 3 pulgadas de tipo PVC, se selecciona en la tabla c.8 del NEC disponible en el anexo C-4 la cantidad máxima de conductores que se pueden pasar por éste tipo de tuberías según el calibre de los mismo, por ello, se va a tener un total de 6 tubos PVC de 3 pulgadas, un tubo para cada torre con tres cables de fase y uno de tierra, y dos tubos de reserva

Para la tubería donde va a estar el cable de alimentación de los reflectores, que va desde los tableros secundarios hasta la cesta de la torre, se procede a calcular la tubería necesaria para 147 cables (dos cables de fase y uno de tierra para cada luminaria), sabiendo que el cable que alimenta cada reflector es de 10 AWG THHN-cu y el de tierra es de 12 AWG THHN-cu , se selecciona un tubo de $2\frac{1}{2}$ pulgadas para los cables que alimentan los reflectores de la torre (105 cables) y un tubo de 2 pulgadas para los cables que alimentan los reflectores de los pórticos (42 cables)

5.3.11 Diseño de tableros eléctricos

Después de tener la ubicación y nombre para cada panel eléctrico, se procedió a diseñar una tabla mediante la herramienta de cálculo Microsoft Excel. Esta tabla contiene información como el tipo de tablero, la descripción de cada una de las cargas, protección y conductores asociados a cada circuito ramal. Se recalca que, para la identificación de los tableros se utilizó una nomenclatura interna para su fácil identificación y, a su vez, se utilizó la nomenclatura impuesta en el artículo 5.2 de las normas COVENIN referente a la designación e identificación de los tableros.

Es de resaltar que, en el artículo 408.36 del CEN indica que un panel de distribución no debe tener más de 42 dispositivos de protección, considerando aquellos interruptores de tres polos como tres dispositivos, razón por la cual, dos de los dispositivos de protección en el presente diseño tendrán un arreglo de 6 y 7 luminarias en una (ver tabla de la 10 a la 14)

Tabla 10: Diseño de tablero de cuarto de distribución principal

TABLERO: TP				TIPO NLAB			NOMENCLATURA: TA4418AB800			UBICACIÓN: Centro de distribución principal								
VOLTAJE		480 (V)		3 fases - 1 neutro - 1 tierra			CALIBRE DE ALIMENTADOES			CAOACIDAD DE BARRAS		1000 (A)		TIPOS DE BARRAS		COBRE DESNUDO		
INT. PRINCIPAL	800 A		DEMANDA SIN RESERVA (kVA)		479,11 (kVA)		6x 500 MCM (2XF) - 2x 500MCM (N) - 1x 1/0 AWG (T)			DEMANDA TOTAL		527,022 (kVA)						
			RESERVA (kVA)		47,99 (kVA)							633,91 (A)						
SALIDAS					PROTECCIÓN		Cto				Cto	PROTECCIÓN		SALIDAS				
KVA	CARGA	MTS	Tipo	No. Cable	A.	A.						No. Cable	Tipo	MTS	CARGA	KVA		
119,78	TABLERO SECUNDARIO TORRE 1	406	Cu-TTU	3x 500 MCM (F)	3x200	1	2	3	4	5	6	3x200	3x 250 MCM (F)	Cu-TTU	247	TABLERO SECUNDARIO TORRE 2	119,78	
				1x 6 AWG (T)														1x 6 AWG (T)
119,78	TABLERO SECUNDARIO TORRE 3	73	Cu-TTU	3x 4/0 AWG (F)	3x200	7	8	9	10	11	12	3x200	3x 4/0 AWG (F)	Cu-TTU	184	TABLERO SECUNDARIO TORRE 4	119,78	
				1x 6 AWG (T)														1x 6 AWG (T)
				13														14
15	16	17	18															
17	18																	

Fuente: Martinez (2023)

Tabla 11: Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 1 y torre 1

TABLERO: T1				TIPO NLAB			NOMENCLATURA: TA4442AB200			UBICACIÓN: Pie de torre de la estructura torre 1						
VOLTAJE	480 (V)	3 fases- 1 tierra			CALIBRE DE ALIMENTADOES			CAPACIDAD DE BARRAS	250 (A)	TIPOS DE BARRAS		COBRE DESNUDO				
INT PRINCIPAL	200 A	DEMANDA SIN RESERVA (kVA)		119,77 (kVA)		3x 500 MCM (F) - 1x 6 AWG (T)			DEMANDA TOTAL		131,75 (kVA)					
	3	RESERVA (kVA)		11,9 (kVA)		158,4 (A)										
SALIDAS					PROTECCIÓN	Cto	R	S	T	Cto	PROTECCIÓN	SALIDAS				
KVA	CARGA	MTS	Tipo	No. Cable	A.		A.	No. Cable	Tipo		MTS	CARGA	KVA			
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	1	2	3	4	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			5	6	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	7	8	9	10	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			11	12	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	13	14	15	16	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			17	18	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	19	20	21	22	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			23	24	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	25	26	27	28	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			29	30	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	31	32	33	34	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			35	36	1x 12AWG (T)							
14,6	GRUPO DE 6 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x30	3x30	37	38	39	40	3x30	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 7 REFLECTORES	17,11
				1x 12AWG (T)			41	42	1x 12AWG (T)							

Fuente: Martinez (2023)

Tabla 12: Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 2 y torre 2

TABLERO: T2					TIPO NLAB			NOMENCLATURA: TA4442AB200			UBICACIÓN: Pie de torre de la estructura torre 2					
VOLTAJE	480 (V)	3 fases- 1 tierra				CALIBRE DE ALIMENTADOES			CAPACIDAD DE BARRAS		250 (A)	TIPOS DE BARRAS		COBRE DESNUDO		
INT PRINCIPAL	200 A	DEMANDA SIN RESERVA (kVA)		119,77 (kVA)		3x 250 MCM (F) - 1x 6 AWG (T)			DEMANDA TOTAL		131,75 (kVA)					
	3	RESERVA (kVA)		11,9 (kVA)		158,4 (A)										
SALIDAS					PROTECCIÓN	Cto	R	S	T	Cto	PROTECCIÓN	SALIDAS				
KVA	CARGA	MTS	Tipo	No. Cable	A.		A.	No. Cable	Tipo		MTS	CARGA	KVA			
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	1	2	3	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33	
				1x 12AWG (T)			4	5	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	7	8	9	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33	
				1x 12AWG (T)			10	11	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	13	14	15	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33	
				1x 12AWG (T)			16	17	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	19	20	21	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33	
				1x 12AWG (T)			22	23	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	25	26	27	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33	
				1x 12AWG (T)			28	29	1x 12AWG (T)							
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	31	32	33	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33	
				1x 12AWG (T)			34	35	1x 12AWG (T)							
14,6	GRUPO DE 6 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x30	3x30	37	38	39	3x30	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 7 REFLECTORES	17,11	
				1x 12AWG (T)			40	41	1x 12AWG (T)							

Fuente: Martinez (2023)

Tabla 13: Diseño de tablero secundario para alimentación de pórtico 3 y torre 3

TABLERO: T3					TIPO NLAB			NOMENCLATURA: TA4442AB200			UBICACIÓN: Pie de torre de la estructura torre 3					
VOLTAJE	480 (V)	3 fases- 1 tierra				CALIBRE DE ALIMENTADOES			CAPACIDAD DE BARRAS	250 (A)	TIPOS DE BARRAS		COBRE DESNUDO			
INT PRINCIPAL	200 A	DEMANDA SIN RESERVA (kVA)		119,77 (kVA)		3x 4/0 AWG (F) - 1x 6 AWG (T)			DEMANDA TOTAL		131,75 (kVA)					
	3	RESERVA (kVA)		11,9 (kVA)						158,4 (A)						
SALIDAS					PROTECCIÓN	Cto	R	S	T	Cto	PROTECCIÓN	SALIDAS				
KVA	CARGA	MTS	Tipo	No. Cable	A.		A.	No. Cable	Tipo		MTS	CARGA	KVA			
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	1	●	●	●	2	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)		3	●	●	●	4		1x 12AWG (T)				
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	7	●	●	●	8	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)		9	●	●	●	10		1x 12AWG (T)				
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	13	●	●	●	14	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)		15	●	●	●	16		1x 12AWG (T)				
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	19	●	●	●	20	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)		21	●	●	●	22		1x 12AWG (T)				
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	25	●	●	●	26	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)		27	●	●	●	28		1x 12AWG (T)				
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	31	●	●	●	32	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)		33	●	●	●	34		1x 12AWG (T)				
14,6	GRUPO DE 6 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x30	37	●	●	●	38	3x30	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 7 REFLECTORES	17,11
				1x 12AWG (T)		39	●	●	●	40		1x 12AWG (T)				
						41	●	●	●	42						

Fuente: Martinez (2023)

Tabla 14: Diseño de tablero secundario para alimentación de p^ortico 4 y torre 4

TABLERO: T4				TIPO NLAB			NOMENCLATURA: TA4442AB200			UBICACIÓN: Pie de torre de la estructura torre 4							
VOLTAJE	480 (V)	3 fases- 1 tierra			CALIBRE DE ALIMENTADOES			CAPACIDAD DE BARRAS		250 (A)	TIPOS DE BARRAS		COBRE DESNUDO				
INT PRINCIPAL	200 A	DEMANDA SIN RESERVA (kVA)		119,77 (kVA)		3x 4/0 AWG (F) - 1x 6 AWG (T)			DEMANDA TOTAL		131,75 (kVA)						
	3	RESERVA (kVA)		11,9 (kVA)		158,4 (A)											
SALIDAS					PROTECCIÓN	Cto	R S T			Cto	PROTECCIÓN	SALIDAS					
KVA	CARGA	MTS	Tipo	No. Cable	A.		A.	No. Cable	Tipo		MTS	CARGA	KVA				
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	1	●	●	●	2	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			3						4					1x 12AWG (T)	6
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	7	●	●	●	8	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			9						10					1x 12AWG (T)	12
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	13	●	●	●	14	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			15						16					1x 12AWG (T)	18
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	19	●	●	●	20	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			21						22					1x 12AWG (T)	24
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	25	●	●	●	26	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			27						28					1x 12AWG (T)	30
7,33	GRUPO DE 3 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x20	3x20	31	●	●	●	32	3x20	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 3 REFLECTORES	7,33
				1x 12AWG (T)			33						34					1x 12AWG (T)	36
14,6	GRUPO DE 6 REFLECTORES	35	Cu-THHN	3x 10AWG(F)	3x30	3x30	37	●	●	●	38	3x30	3x 10AWG(F)	Cu-THHN	35	GRUPO DE 7 REFLECTORES	17,11
				1x 12AWG (T)			39						40					1x 12AWG (T)	42

Fuente: Martinez (2023)

5.3.12 Diagrama unifilar

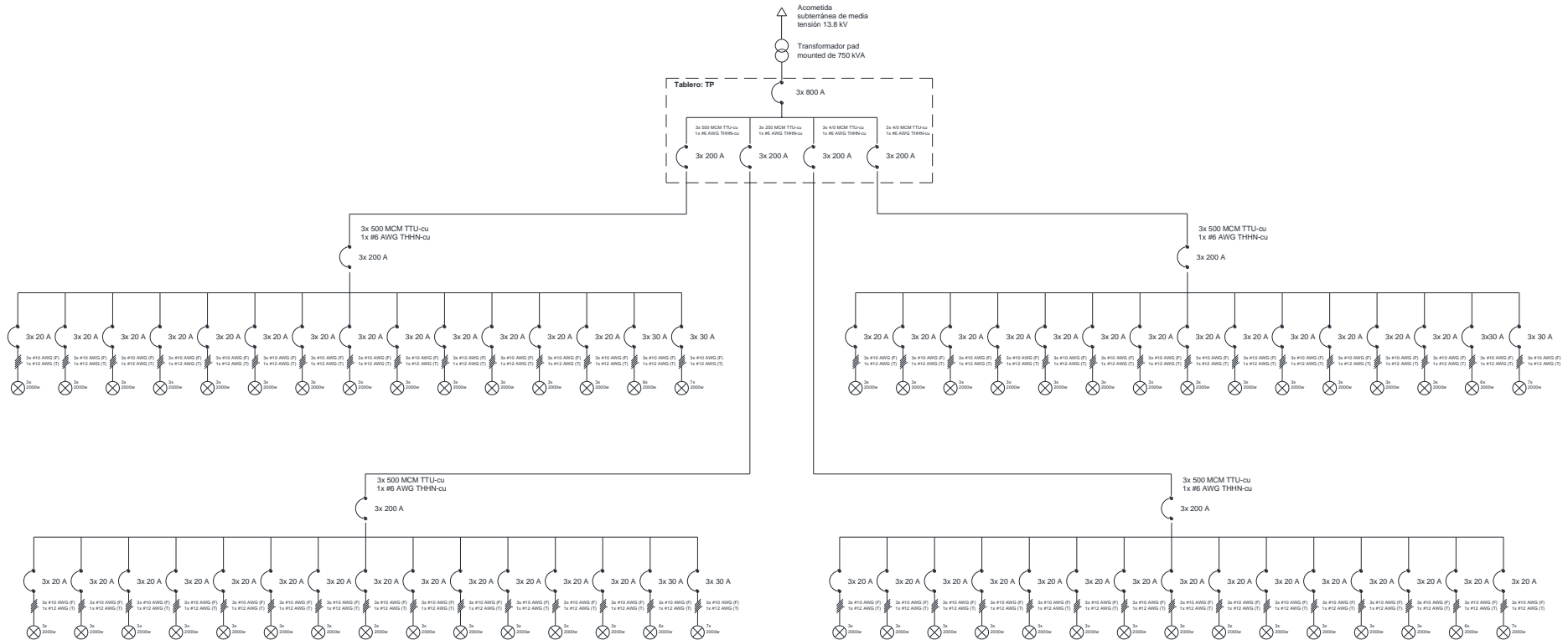


Figura 63: Diagrama unifilar del sistema propuesto

Fuente. Martínez A. (2023)

5.4 Fase IV “Realización de un estudio de factibilidad técnica y operativa; estimación de costos de los reacondicionamientos propuesto para el estadio de fútbol del complejo polideportivo Misael Delgado”

Durante la presente fase, se realizaron los diversos estudios de factibilidad con el objeto de establecer la viabilidad o no viabilidad de la propuesta diseñada, para ello fueron considerados tres estudios principales, el primero referente a un estudio de costos en el cual se determinó el costo final para el reacondicionamiento del sistema eléctrico y luminotécnico propuesto en la fase III con base en la comparación de la reutilización de las luminarias y la instalación de luminarias nuevas de tecnología led

El segundo estudio estuvo enfocado a la factibilidad técnica, la cual es referida a la viabilidad del sistema propuesto con base de los recursos técnicos disponibles, tales como herramientas, conocimientos, habilidades y experiencias. Es una medida de si el proyecto se puede completar utilizando la tecnología disponible. Fueron analizados los diferentes recursos técnicos necesarios al momento de la implementación de la propuesta, considerando la disponibilidad de los sistemas ya instalado como método para la reducción de costo del reacondicionamiento, se dedujo que se puede ahorrar un conjunto de materiales los cuales se adaptan con el sistema propuesto.

Referente a la factibilidad operativa, Urbina (2001) menciona que “se refiere a identificar las actividades que facilitan alcanzar la meta propuesta determinando los recursos humanos y procesos necesarios para poder ejecutarlo” (p.14) es por ello, que se procede a realizar un análisis de costo de la mano de obra para la realización de las modificaciones requeridas. A continuación, será mostrada el cuadro 10 la cual engloba los tres estudios anteriormente mencionados, estableciendo un costo de materiales y mano de obra en dólares americanos a fin de evitar la devaluación del análisis a través del tiempo, los precios reflejados son obtenidos de la información de los proveedores de las marcas, los precios internos de industrias Meier C.A. y los costos de mano de obra del personal obrero contratado por la empresa.

Cuadro 10: Análisis de costo de los reacondicionamientos necesarios

Nº	DESCRIPCIÓN	CANT	TIPO	PRECIO UNITARIO (\$)	TOTAL (\$)
1	DESMANTELAMIENTO DE SISTEMAS DE APROVECHABLES				
1.1	Desmantelamiento de sistema de transformación trifásica de media tensión situado en cuarto de distribución principal	1	Mano de obra	500	500
1.2	Desmantelamiento de reflectores jet 2000	64	Mano de obra	10	640
1.3	Desmantelamiento para reubicación de reflectores light master one	140	Mano de obra	10	1400
1.4	Desmantelamiento de cable conductores alimentador de tablero principal	1	Mano de obra	100	100
1.5	Desmantelamiento de cable conductores alimentador de tableros secundario	1	Mano de obra	800	800
2	REACONDICIONAMIENTO DE CUARTO DE DISTRIBUCIÓN PRINCIPAL (CDP)				
2.1	Transformador monofásico de 750 kVA tipo pad mounted con relación de transformación VP-13,8kV vs 480-277 V	1	Unidad	20648	20648
2.2	Instalación de banco de transformador de 750 kVA	1	Mano de obra	1000	1000
2.3	Suministro de protección principal de 800 A	1	Unidad	YA INSTALADO	
2.4	Suministro de protección de tableros secundarios de 200 A	4	Unidad	YA INSTALADO	
2.5	Suministro de sistemas de protección de reserva de 100 A	2	Unidad	YA INSTALADO	
2.6	Suministro de conductor (fases) desde transformador hasta tablero principal. Cable de cobre calibre de 500 MCM tipo TTU, dos conductores en paralelo por fase	100	Metros	42	4200
2.7	Instalación de conductor de 500 MCM	1	Mano de obra	200	200
2.8	Mantenimiento de tablero existente	1	Mano de obra	200	200
3	REACONDICIONAMIENTO DE TABLEROS SECUNDARIOS Y CANALIZACIÓN RELACIONADA				
3.1	Suministro de conductor (fases) desde CPD hasta torre 1. Cable de cobre calibre de 500 MCM tipo TTU	1550	Metros	42	65100

Continuación cuadro 10

3.2	Suministro de conductor (fases) desde CPD hasta torre 2. Cable de cobre calibre de 250 MCM tipo TTU	1000	Metros	24	24000
3.3	Suministro de conductor (fases) desde CPD hasta torre 3. Cable de cobre calibre de #4/0 AWG tipo TTU	300	Metros	20	6000
3.4	Suministro de conductor (fases) desde CPD hasta torre 4. Cable de cobre calibre de #4/0 AWG tipo TTU	700	Metros	20	14000
3.5	Suministro de conductor (Tierra) desde CPD hasta torre 3. Cable de cobre calibre de #6 AWG tipo TTU	1200	Metros	8,4	10080
3.6	Instalación de conductores para alimentación de tableros secundarios	1	Mano de obra	2000	2000
3.7	Suministro de protección principal de 3x200 A	4	Unidad	YA INSTALADO	
3.8	Suministro de protecciones de 3x20 para tableros secundarios	48	Unidad	15	720
3.9	Suministro de protecciones de 3x30 para tableros secundarios	8	Unidad	18	144
3.10	Mantenimiento y reacondicionamiento de tableros existentes	4	Mano de obra	250	1000
4	REFLECTORES Y ENCENDIDO				
4.1	Suministro de reflectores lightmaster one con bombillo incluido y sistema de arranque (condensadores, ignitor y balasto)	56	Unidad	2800	156800
4.2	instalación de reflectores lightmaster one	196	Unidad	20	3920
4.3	Suministro de conductor (fases) desde tableros secundarios hasta reflectores. Cable de cobre calibre #10 AWG tipo THHN	15000	Metros	YA INSTALADO	
4.4	Suministro de conductor (Tierra) desde tableros secundarios hasta reflectores. Cable de cobre calibre #12 AWG tipo THHN	7500	Metros	5,8	43500
4.6	Tubería de 2(1/2) para alimentación de 35 reflectores situados en la cesta	180	Metros	YA INSTALADO	
4.7	Tubería de 2(1/2) para alimentación de 35 reflectores situados en la cesta	240	Metros	YA INSTALADO	

Continuación cuadro 10

4.8	Mantenimiento de los 140 reflectores lightmaster one existente, incluye suministro de bombillos faltantes y flejes antideslumbramiento	140	Mano de obra	5	700
4.9	Suministro e instalación de balastos de 10.3 A para sustitución de equipos en mal estado en sistema de arranque del reflector	10	Unidad	60	600
4.10	Suministro e instalación de condensadores para sustitución de equipos en mal estado en sistema de arranque del reflector	10	Unidad	18	180
4.11	Desarrollo de ingeniería para apuntamiento de reflectores	196	Mano de obra	10	1960
				Total de costos	360392
				Utilizables y repuestos	10%
				Total inversión	396431,2

Fuente: Martínez (2023)

CONCLUSIONES

Por medio del desarrollo de la presente investigación se llevaron a cabo diversas acciones las cuales conjuntamente permitieron conformar la estructura final del trabajo de grado, dando como exitosamente cumplidos todos los objetivos planteados en la investigación, la cual tiene como objetivo general realizar una propuesta de reacondicionamiento del actual sistema eléctrico y de iluminación en el estadio de futbol del complejo polideportivo Misael Delgado ubicado en la ciudad de Valencia, Estado Carabobo. De igual modo, el objetivo general anteriormente mencionado fue posible de cumplir con base en el desarrollo de diversos objetivos específicos, a continuación, se procede a hacer mención de las conclusiones referente a los mismos;

Se logró en la fase I por medio de la recolección de datos por revisión bibliográfica, documental y observación directa, así como el análisis de las diversas entrevistas aplicadas, el cumplimiento del primer objetivo específico, el cual especificaba la completa descripción de todo el sistema eléctrico y luminotécnico del caso de estudio, dando base para la posterior investigación que indicaría los procedimientos a seguir para una correcta creación de un proyecto eléctrico y luminotécnico.

El segundo objetivo específico, relacionado a la realización de un proyecto luminotécnico con renderización el cual permita al recinto cumplir con las nuevas normativas de la CONMEBOL en iluminación, fue logrado mediante la aplicación de la fase III, de esta se pudo obtener un proyecto luminotécnico desarrollado en el software fael lightning el cual cumple con los requerimientos lumínicos solicitados por la CONMEBOL para el año 2023, en el proyecto se puede apreciar el renderizado de toda la cancha de futbol y los valores de las curvas isolux de programa.

Consecutivamente, el desarrollo de la fase III permitió el cumplimiento del tercer objetivo específico, dado que se realizaron cálculos de totalización de carga del sistema de iluminación, con base a los cuales fueron calculados tuberías, conductores, interruptores, tableros, protecciones, y fueron realizados las correspondientes tablas de carga, para posteriormente ser expresado todos estos valores en un diagrama unifilar y realizar la memoria descriptiva del sistema

Finalmente, fue realizado en la fase VI un estudio de factibilidad técnica y operativa, mediante la aplicación de estimación de costos de los reacondicionamientos expresados en las fases anteriores, estudio el cual representa el cumplimiento del cuarto objetivo específico, del mismo se concluye que el proyecto es factible a nivel económico, y es que el estadio posee un costo para la realización de reacondicionamiento y cumplimiento de las exigencias CONMEBOL en cuando a la iluminación de 396.431\$, monto el cual es fácilmente recuperable tomando en consideración que, cuando el equipo jugador de un estadio pasa a copa libertadores, se le es desembolsado una gran cifra de dinero destinado únicamente al reacondicionamiento del estadio.

Es sumamente importante recalcar que ésta cifra la cual cubre todo el presupuesto de reacondicionamiento es otorgada al equipo siempre y cuando el estadio posea un proyecto luminotécnico bien estructurado, si no lo posee y no cuenta con una iluminación en cumplimiento con las normas CONMEBOL entonces el dinero es retenido hasta que el estadio se encuentre dentro de las normas impuestas

RECOMENDACIONES

Mediante el planteo de una problemática y la realización de una propuesta para solucionarla, surgieron diversas recomendaciones las cuales ayudan al correcto funcionamiento del sistema eléctrico y luminotécnico tanto actual como el futuro en caso del desarrollo de la presente propuesta, es por ello que el autor;

Considera pertinente y sumamente importante la realización de un manual de mantenimiento del cableado estructurado destinado a la alimentación de cargas de iluminación y de las propias luminarias, integrando los procedimientos para la limpieza de las mismas y la revisión del cumplimiento de sus funciones, especificando acciones tales como la verificación de funcionamiento del sistema de encendido de la luminaria y la presencia de los componentes importantes de la misma como lo serían el fleje anti deslumbramiento, el bombillo y la goma protectora

Exhorta a los ingenieros de diversas áreas relacionadas a labores expuestas en el presente trabajo, así como a los encargados de la supervisión del correcto funcionamiento del sistema eléctrico y luminotécnico del caso de estudio, a apegarse a las normativas existentes tanto para el diseño eléctrico como para el diseño luminotécnico, de esta manera, se evita la degradación en el tiempo del sistema, al seleccionar todos los elementos de forma adecuada se garantiza su buen funcionamiento en el pasar de los años.

Recuerda la importancia de la correcta preparación requerida para la ejecución de una labor, puesto que, en el presente caso de estudio, se pudo notar que diversas consecuencias tuvieron como fuente la mala selección de algún componente o implementación de algún proceso, como bien podría ser la puesta de un balasto el cual le brinda menos corriente que la requerida por la fuente de emisión de luz.

Afirma que es importante poseer los catálogos de los diversos productos con los cuales se está trabajando, así como dejar una correcta documentación de los mismos para de esta manera facilitar las obras de mantenimiento y evaluación de fallas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

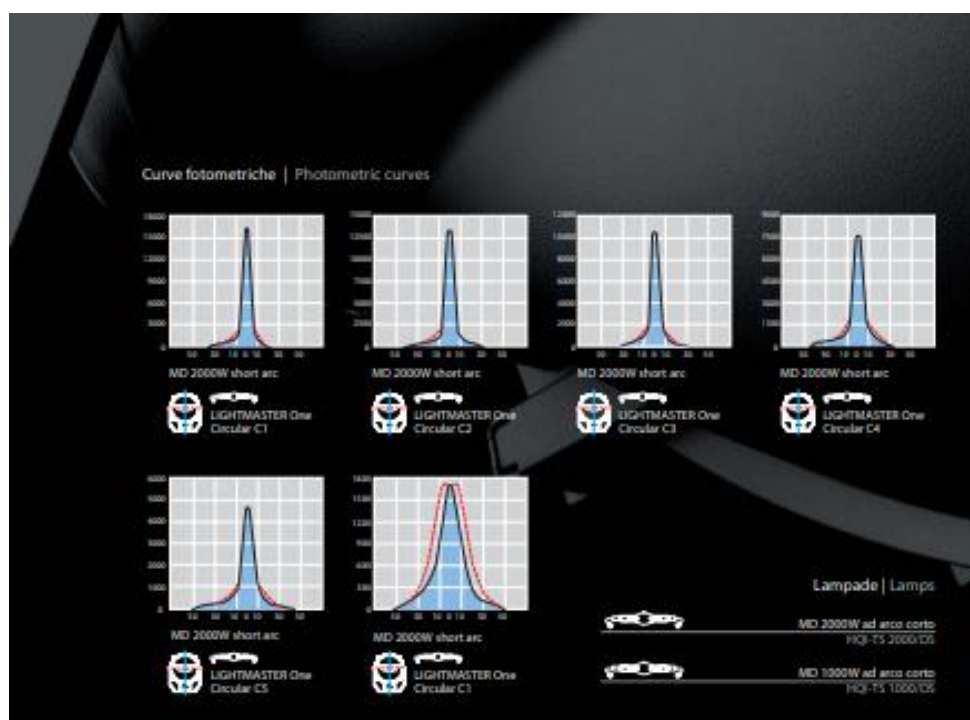
- Arias, F. (2006). **El proyecto de investigación**. Caracas, Venezuela: editorial Episteme. 5ta edición
- Arias, F. (2012). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas, Venezuela: editorial Episteme.
- Arias, F. (2013). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas, Venezuela: editorial Episteme.
- Arias, F. (2016). **El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica**. Caracas, Venezuela: editorial Episteme.
- Auer S. (2012). “**Todo sobre la intensidad luminosa, el flujo luminoso y la iluminancia**” [Documento en línea]. Disponible: <https://acortar.link/BMXoC6>
- Carpio B. (2019) “**Colores producidos por incandescencia**” [Documento en línea]. Disponible: <http://rsefalicante.umh.es/TemasColor/color05.htm>
- Carreño D. (2017) “**Evaluar la coordinación de protección para una red eléctrica de 115kv perteneciente al noreste del estado Carabobo del sistema eléctrico nacional**” [Trabajo de grado].
- Castilla N. (2011) **Luminotecnia: Cálculo según el método de los lúmenes**.
- Castillo C. (2022) “**Informe fotográfico de estudios en el departamento de ingeniería de industrias Meier C.A.**”
- Castro M. y Postigua M. (2015) “**Diseño de iluminación con luminarias tipo Led basado en el concepto eficiencia energética y confort visual, implementación de estructura para pruebas.**” [Trabajo de grado].
- Codelectra (1999). **Código eléctrico nacional**, Caracas, Venezuela
- CONMEBOL (2022) **Reglamento de la licencia de clubes / Manual de clubes** [Documento en línea]. Disponible: <https://www.conmebol.com/documentos/manual-de-clubes-reglamento-conmebol-libertadores-2022/>
- COVENIN (542-99). **Tableros eléctricos para alumbrado y artefactos de distribución hasta 600 Volt, 1600 Ampere y de máximo 42 circuitos ramales con interruptores de caja moldeada**.
- FONDONORMA (200-2009). **Código Eléctrico Nacional**. -Caracas: Comité de Electricidad de Venezuela. 2009. -999p

- Galvez, A (2001) **“La revisión bibliográfica”** edición digital
- González Y. (2007) **“Informe fotográfico de obras de industrias Meier C.A.”**
- Hurtado, J. (2002). **Metodología de la investigación**. Caracas, Venezuela: editorial Quirón.
[Documento en línea]. Disponible en:
https://issuu.com/jorgeleonardosalazarrangel/docs/jacqueline_hurtado
- Hurtado B. (2008) **“Cómo Formular Objetivos de Investigación”**, ediciones Quirón, Sypal. 2da edición. Caracas
- Hurtado, J. (2010). **Metodología de la investigación**. Caracas, Venezuela: editorial Quirón.
- IEEE (Std 141-1993). **Recommended practice for electric power distribution for industrial plants**. New York: Institute of Electrical and Electronic Engineers, Inc.
- Iluminet (2009) **“Los detalles de la iluminación deportiva”** [Documento en línea].
<https://www.iluminet.com/los-detalles-de-la-iluminacion-deportiva/>
- Kerlinger F. (2002) **“Investigación del comportamiento”**. Editorial McGRAW-HILL 4ta edición
- Lubín M. (2022) **“Informe fotográfico de obras de industrias Meier C.A.”**
- Malagón B. y Sánchez H. (2021) **“Diseño de un sistema de iluminación para el estadio Valeriano Gavinelli Bovio de la universidad politécnica salesiana sede cuenca utilizando tecnología led y sistemas fotovoltaicos”** [Trabajo de grado].
- Manual de referencia: **Low Voltage Breaker Division. How to Calculate Fault Currents**. Westinghouse Electric Corporation. Pennsylvania
- Marroquón O. (2015) **“Criterios de diseño de iluminación deportiva”** [Documento en línea].
Disponible: <https://acortar.link/ns2e48>
- Mijares, H. y García, L. (2007). **Manual de Investigación para trabajo especial de grado de la UJAP**. San Diego, Venezuela: editorial UJAP.
- Morente C. (2021) **“Iluminación deportiva”** [Documento en línea].
<https://grlum.dpe.upc.edu/manual/iluminacionDeportiva-implantacionesTipicas.php>
- Muñoz C, Carlos. Pulido, Elizabeth. **Protecciones en sistemas de baja tensión**. Comunicaciones Técnicas S.A. Caracas.
- Padrón A. (2018) **“Estudio de la factibilidad técnica del uso de luminarias con tecnología led en un estadio”** [Trabajo de grado].
- Palella S. (2010) **Metodología de la Investigación Cuantitativa**. Editorial fedupel 3era edición., Caracas – Venezuela.

- Penissi, Oswaldo. **Canalizaciones Eléctricas Residenciales**, Valencia: Edición del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, Universidad de Carabobo. 2010.
- Puebla M. (2020) “**Instalación eléctrica e iluminación de un estadio de fútbol**” [Trabajo de grado].
- Sabino C. (2002) “El proceso de investigación” Editorial Episteme, Guatemala
- Saade S. (2017) "**Proyecto de las instalaciones eléctricas para la nueva sede de polimallas c.a.**” [Trabajo de grado].
- Secom (2020) “**Iluminación de un campo de fútbol: estándares recomendados por la FIFA**” [Documento en línea]. Disponible: <https://blog.secom.es/criterios-iluminacion-de-un-campo-de-futbol/>
- Silva A. y Oliveira E. (2018) “**Implementación del diagrama de Ishikawa en el sistema de gestión de una empresa de fabricación de termoplásticos, para resolución y devolución de informes de incumplimiento presentados por el cliente**”
- Tarres C. (2023) “**Documentación administrativa de recursos humanos de industrias Meier C.A.**”
- Universidad Politécnica de Cataluña “**Curso online de iluminación**” [Documento en línea]. Disponible: <https://grlum.dpe.upc.edu/manual/index.php>
- Urbina, G. (2001). “**Evaluación de proyectos**”. Cuarta Edición. Editorial McGraw Hill, México.
- Valderrama S. (2017) “**Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cualitativa, cuantitativa y mixta**” Editorial San Marcos

ANEXO A
INFORMACIÓN TÉCNICA SOBRE LUMINARIAS Y SUS COMPONENTES

ANEXO A-1



ANEXO A-2

Campi di applicazione e caratteristiche tecniche Fields of application and technical features

Circolare
Circular

Circolare
Circular

APPLICAZIONI:
I proiettori **LIGHTMASTER ONE** sono stati progettati per:

- Illuminare grandi e medi stadi con riprese televisive.
- Palazzetti sportivi
- Grandi aree sportive coperte
- Eventi e shows in grandi aree aperte

L'installazione degli apparecchi può avvenire sia su pali che a disposizione filare sovrapposta, ad altezze fino a 50/70 mt. sopra le aree di gioco.

ENHANCED FUNCTIONS:
The **LIGHTMASTER ONE** floodlights have been designed for the lighting of:

- Medium and large stadiums with HD cameras
- Sports Halls
- Large indoor sports areas
- Events and shows in large open areas.

The projectors are suitable for installation on masts and line arrangements at heights up to 50/70 meters above and around the surface area.

CARATTERISTICHE

- Classificazione corpo IP 66
- Cassetta di derivazione IP 66
- Box alimentazione IP 65 Classe I
- Box alimentazione IP 66 Classe II
- Temperatura di esercizio -25 °C +35 °C
- Peso corpo kg. 17
- Peso box alimentazione:
 - in alluminio kg. 20,7
 - in termoplastico kg. 18,3
- Resistenza al vento a 70° 0,20 m².
- Certificazioni: ENEC conformità EN 60598-1-2-5

FEATURES

- IP Classification Luminaire IP 66
- Connection box IP 66
- Gear Box IP 65 for Class I
- Gear Box IP 66 for Class II
- Ambient working temp. -25°C +35°C
- Luminaire weight Kgs. 17
- Gear box weight:
 - in aluminium Kgs. 20.7
 - in thermoplastic material Kgs. 18.3
- Wind resistance at 70° 0.20 m².
- Certifications: ENEC the system complies with EN 60598-1-2-5 rules

ANEXO A-3

Datos Técnicos

Denominación para pedido	Corriente de lámpara A	Potencia con balasto aprox. W	Condensador de compensación 50 Hz $\mu F^{1)}$	Conexiones posibles núm. ²⁾	Flujo luminoso lm	Eficacia luminosa de la lámpara lm/W	Nivel de reproducción cromática	Temperatura de color K	Posición de funcionamiento de la lámpara ³⁾
HQI-TS 150/D ¹²⁾	1,8	170	20	2	11000	73	1 B	5200	p 45
HQI-TS 150/NDL ¹²⁾	1,8	170	20	2	11250	75	1 B	4200	p 45
HQI-TS 150/WDL ¹²⁾	1,8	170	20	2	11000	73	2 B	3000	p 45
HQI-TS 250/D ¹²⁾	3,0	275	32	2	20000	80	1 A	5100	p 45
HQI-TS 250/NDL ¹²⁾	3,0	275	32	2	20000	80	1 B	4200	p 45
HQI-TS 250/WDL ¹²⁾	2,8	275	32	2	22000	88	1 B	3200	p 45
HQI-TS 400/D ¹²⁾	3,6	385	35	2	31000	80	1 A	5600	p 45
HQI-TS 400/D ¹²⁾	4,1	440	45	2	37000	90	1 A	5200	p 45
HQI-TS 400/NDL ¹²⁾	4,1	440	45	2	35000	88	1 B	4200	p 45
HQI-TS 400/NDL ¹²⁾	4,1	440	45	2	90000	90	1 A	5900	p 15
HQI-TS 1000/D/S	9,6	1065	85	2	90000	90	1 B	4400	p 15
HQI-TS 1000/NDL/S	9,6	1065	85	2	90000	90	1 B	4400	p 15
HQI-TS 2000/D/S ¹⁾	11,3 ⁴⁾	2030	60	2/3	200000	100	1 A	5800	p 15
HQI-TS 2000/D/S/V	11,3 ⁵⁾	2030	60	2/3	200000	100	1 A	5800	s 15
HQI-TS 2000/NL ¹²⁾	9,8	2030	37	2/3	200000	102	2 B	4700	p 15
HQI-TS 2000/NL ¹²⁾	10,3	2180	60	2/3	225000	107	2 B	4100	p 15
HQI-TS 1000/D, HQI-TS 2000/D y HQI-TS 3500/D son tipos a extinguir									
HQL 50	0,6	59	7	1	1800	36	3	4200	cualquiera
HQL 50 DE LUXE	0,6	59	7	1	2000	40	3	3300	cualquiera
HQL 50 SUPER DE LUXE	0,6	59	7	1	1600	32	2 B	3000	cualquiera
HQL 80	0,8	89	8	1	3800	48	3	4100	cualquiera
HQL 80 DE LUXE	0,8	89	8	1	4000	50	3	3200	cualquiera
HQL 80 SUPER DE LUXE	0,8	89	8	1	3400	43	2 B	3000	cualquiera
HQL 125	1,15	137	10	1	6300	50	3	4000	cualquiera
HQL 125 DE LUXE	1,15	137	10	1	6500	52	3	3200	cualquiera
HQL 125 SUPER DE LUXE	1,15	137	10	1	5700	46	2 B	3000	cualquiera
HQL 250	2,15	266	18	1	13000	52	3	3900	cualquiera
HQL 250 DE LUXE	2,15	266	18	1	14000	56	3	3100	cualquiera
HQL 400	3,25	425	25	1	22000	55	3	3800	cualquiera
HQL 400 DE LUXE	3,25	425	25	1	24000	60	3	3000	cualquiera
HQL 700	5,4	735	40	1	42000	55	3	3550	cualquiera
HQL 1000	7,5	1045	60	1	57000	58	3	3550	cualquiera
HQL-B 50 SUPER DE LUXE	0,6	59	7	1	1600	32	2 B	2900	cualquiera
HQL-B 80 SUPER DE LUXE	0,8	89	8	1	3000	38	2 B	2900	cualquiera
HQL-R 80 DE LUXE	0,8	89	8	1	3000 ⁶⁾	38	3	3500	cualquiera
HWL 160 225 V	0,8	160 ⁷⁾	-	-	3100	19	2 B	3600	hs 30
HWL 160 235 V	0,8	160 ⁸⁾	-	-	3100	19	2 B	3600	hs 30
HWL 250 225 V	1,2	250 ⁹⁾	-	-	5600	22	2 B	3800	cualquiera ¹⁰⁾
HWL 250 235 V	1,2	250 ¹¹⁾	-	-	5600	22	2 B	3800	cualquiera ¹¹⁾
HWL 500 225 V	2,4	500 ¹²⁾	-	-	14000	28	2 B	4100	cualquiera ¹²⁾
HWL 500 235 V	2,3	500 ¹³⁾	-	-	14000	28	2 B	4100	cualquiera ¹³⁾
HWL-R 160 DE LUXE	0,8	160 ¹⁴⁾	-	-	2500 ¹⁴⁾	16	2 A	3200	hs 15
NAV-E 110 ¹⁵⁾	1,3	125	10	1	8000	73	4	2000	cualquiera
NAV-E 210 ¹⁵⁾	2,25	232	18	1	18000	86	4	2000	cualquiera
NAV-E 350 ¹⁵⁾	3,6	385	25	1	34000	97	4	2000	cualquiera
NAV-E 501 ¹⁵⁾	0,77	62	10	1	3500	70	4	2000	cualquiera
NAV-E 501 4Y ¹⁵⁾	0,77	62	10	1	3500	70	4	2000	cualquiera

1) Valor a tensión nominal con $\cos \phi = 0,9$

2) Esquema de conexiones, ver página 5.34

3) Ver página 5.35

4) Ver curva de distribución luminosa en página 5.34

5) No necesita balasto

6) Se recomienda hs 45

7) Las lámparas sólo pueden funcionar con balasto 10,3 A

8) Corriente de la lámpara medida en un balasto 10,3 A

B) Funcionamiento con balasto de 10,3 A

10) Funcionamiento con balasto de 6,8 A

11) Funcionamiento permitido sólo con balasto NAV[®]

12) Funcionamiento ventajoso con POWERTRONIC[®] ver capítulo 10

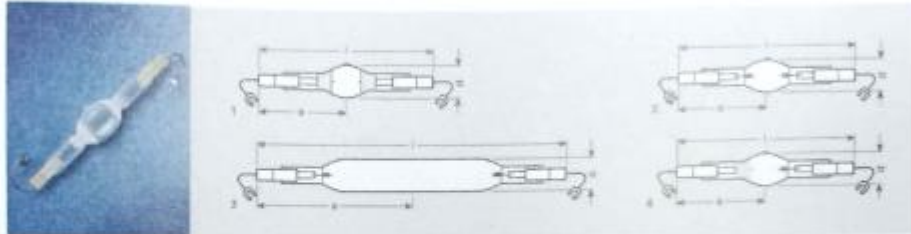
13) Funcionamiento con balasto HQI[®]

14) Funcionamiento con balasto NAV[®]

15) No necesita ignitor.

ANEXO A-4

Lámparas de halogenuros metálicos Tubular TS, conexión bilateral sin ampolla exterior Tecnología de cuarzo



POWERSTAR® HQI®-TS,
compacta y con
conexión bilateral.
Sólo para el
funcionamiento en
luminarias cerradas.

Denominación del producto	Número del producto	W	lm				LCL (mm)	No.		
POWERSTAR® HQI®-TS de arco corto										
HQI-TS 1000/NDL/S	4050300349916	1000	90000	cable	36	187	93	1	10	
HQI-TS 1000/D/S	4050300300092	1000	90000	cable	36	187	93	1	10	
HQI-TS 2000/D/S	4050300271682	1950	200000	cable	36	187	93	2	10	
POWERSTAR® HQI®-TS de arco corto para funcionamiento vertical										
HQI-TS 1000/D/S	4050300300092	1000	90000	cable	36	187	93	1	10	
HQI-TS 2000/D/S/V	4050300977232	1950	200000	cable	36	187	93	4	10	
POWERSTAR® HQI®-TS de arco largo										
HQI-TS 2000/N/L	4050300607344	2100	225000	cable	32	268	134	3	10	

POWERSTAR® HQI®-TS con conexión bilateral sin ampolla exterior.

POWERSTAR® HQI®-TS 2000/D/S

Ventajas:

- Mínimas dimensiones para proyectores compactos con baja resistencia al viento.
- Un arco extremadamente corto proporciona buena proyección de luz y mínimas pérdidas.
- Muy buena reproducción cromática.
- Funcionamiento con ignitor y balastos habituales en el mercado.

Es posible el reencendido de la lámpara en caliente con un ignitor especial.

Aplicaciones:

Campos de deporte, pabellones deportivos, grandes superficies, instalaciones con luz difusa, simulación solar, comprobación de materiales.

POWERSTAR® HQI®-TS 2000/N/L

Ventajas:

- Longitud del arco 120 mm.
- Ideal para proyectores compactos FLOOD.
- Funcionamiento con ignitores y balastos habituales en el mercado.

Aplicaciones:

Campos de deporte, campos de entrenamiento, iluminación de edificios, iluminación de zonas industriales.

Para la POWERSTAR® HQI®-TS 2000/D/S también han sido desarrollados unos focos muy compactos para la iluminación de estadios.



ANEXO A-5

LIGHTMASTER ONE - 1000W - CLI

CODICE	DESCRIZIONE	TIPO LAMPADA	PESO LORDO (KG)	CONF. (PZ.)	PALLET (PZ.)	VOLUME
75231	Corpo Silver - Riflettore circolare R1	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75232	Corpo Silver - Riflettore circolare R2	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75233	Corpo Silver - Riflettore circolare R3	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75234	Corpo Silver - Riflettore circolare R4	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75235	Corpo Silver - Riflettore circolare R5	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75236	Corpo Silver - Riflettore circolare R6	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75237	Corpo Silver - Riflettore circolare R7	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75238	Corpo Silver - Riflettore circolare R8	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75239	Corpo Silver - Riflettore circolare R9	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270

Esecuzione con doppio sezionatore di potenza; all'apertura del coperchio posteriore si interrompe l'alimentazione ai portalampada.

LIGHTMASTER ONE - 1000W - CLI

CODICE	DESCRIZIONE	TIPO LAMPADA	PESO LORDO (KG)	CONF. (PZ.)	PALLET (PZ.)	VOLUME
75281	Corpo Silver - Riflettore circolare R1	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75282	Corpo Silver - Riflettore circolare R2	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75283	Corpo Silver - Riflettore circolare R3	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75284	Corpo Silver - Riflettore circolare R4	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75285	Corpo Silver - Riflettore circolare R5	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75286	Corpo Silver - Riflettore circolare R6	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75287	Corpo Silver - Riflettore circolare R7	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75288	Corpo Silver - Riflettore circolare R8	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75289	Corpo Silver - Riflettore circolare R9	MD (JM-TS) 1000W arco corto	15,50	1	12	0,1270

Esecuzione con un sezionatore di sicurezza; per questa esecuzione è obbligatorio collegare un teleruttore ai poli del morsetto predisposti nella cassetta di connessione. All'apertura del coperchio posteriore l'interruttore di sicurezza interrompe l'alimentazione. Su richiesta è disponibile l'esecuzione con riaccensione a caldo nelle versioni con lampada arco corto con un sezionatore di sicurezza in CLI.

LIGHTMASTER ONE - 2000W - CLI

CODICE	DESCRIZIONE	TIPO LAMPADA	PESO LORDO (KG)	CONF. (PZ.)	PALLET (PZ.)	VOLUME
75031	Corpo Silver - Riflettore circolare R1	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75032	Corpo Silver - Riflettore circolare R2	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75033	Corpo Silver - Riflettore circolare R3	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75034	Corpo Silver - Riflettore circolare R4	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75035	Corpo Silver - Riflettore circolare R5	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75036	Corpo Silver - Riflettore circolare R6	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75037	Corpo Silver - Riflettore circolare R7	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75038	Corpo Silver - Riflettore circolare R8	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75039	Corpo Silver - Riflettore circolare R9	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270

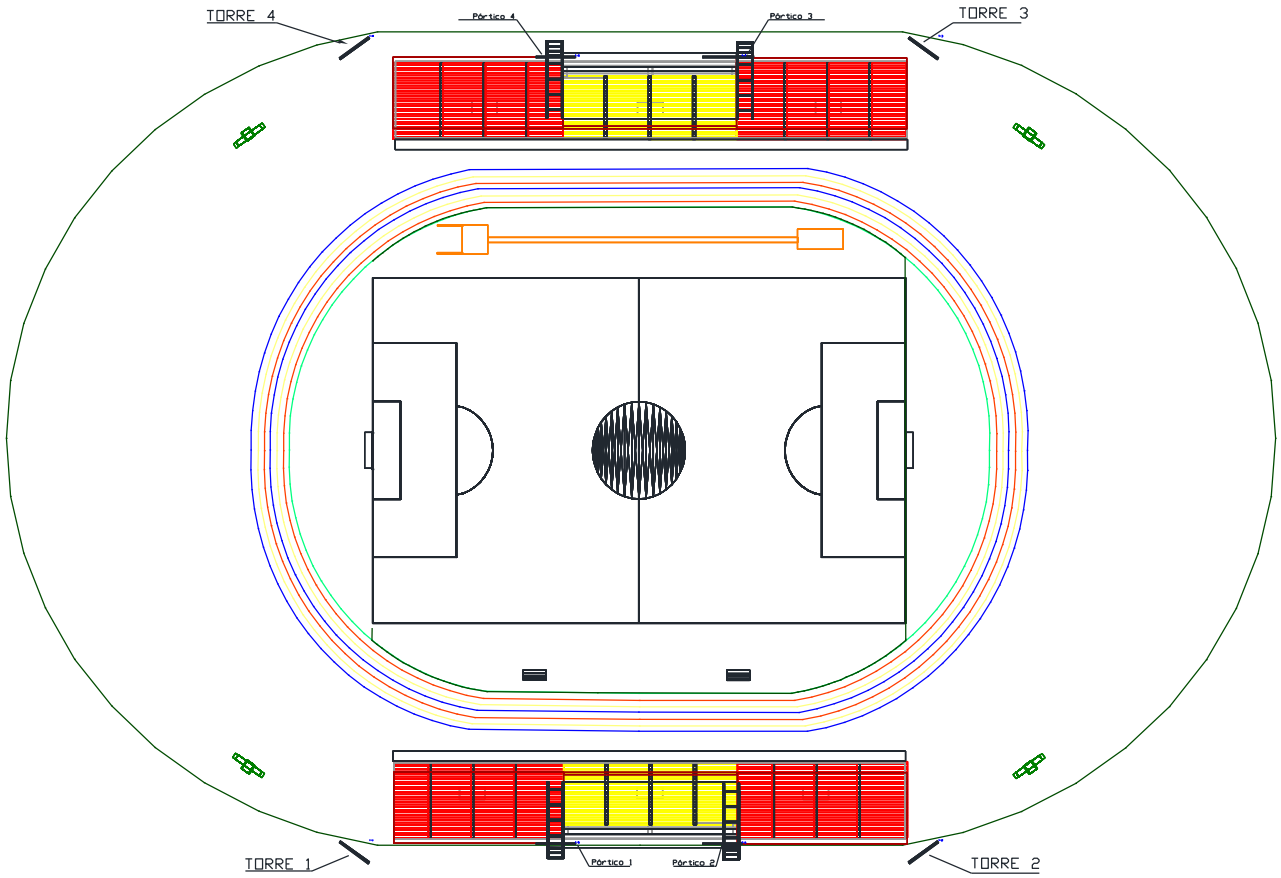
Esecuzione con doppio sezionatore di potenza; all'apertura del coperchio posteriore si interrompe l'alimentazione ai portalampada.

LIGHTMASTER ONE - 2000W - CLI

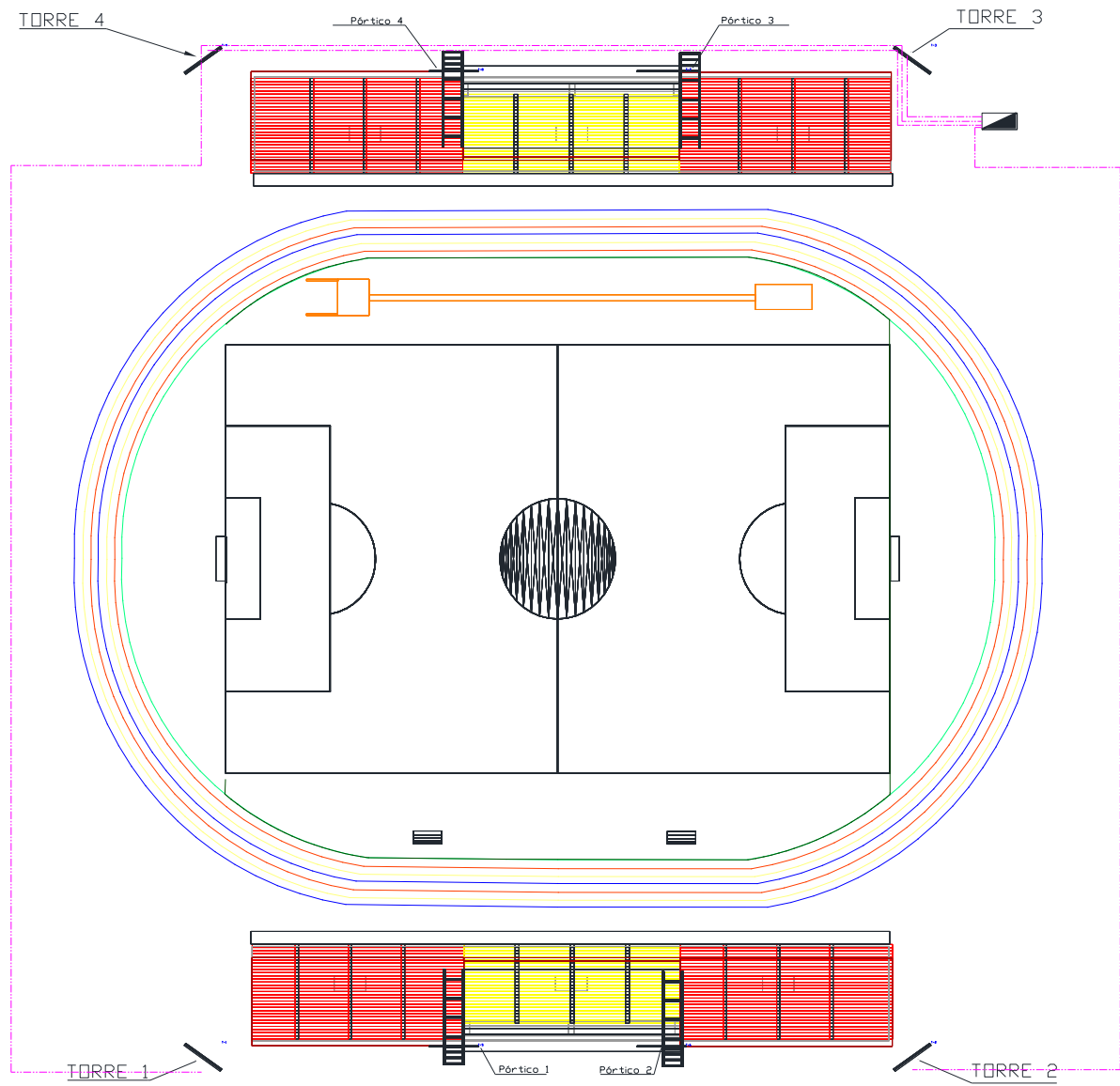
CODICE	DESCRIZIONE	TIPO LAMPADA	PESO LORDO (KG)	CONF. (PZ.)	PALLET (PZ.)	VOLUME
75081	Corpo Silver - Riflettore circolare R1	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75082	Corpo Silver - Riflettore circolare R2	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75083	Corpo Silver - Riflettore circolare R3	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75084	Corpo Silver - Riflettore circolare R4	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75085	Corpo Silver - Riflettore circolare R5	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75086	Corpo Silver - Riflettore circolare R6	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75087	Corpo Silver - Riflettore circolare R7	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75088	Corpo Silver - Riflettore circolare R8	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270
75089	Corpo Silver - Riflettore circolare R9	MD (JM-TS) 2000W arco corto	15,50	1	12	0,1270

Esecuzione con un sezionatore di sicurezza; per questa esecuzione è obbligatorio collegare un teleruttore ai poli del morsetto predisposti nella cassetta di connessione. All'apertura del coperchio posteriore l'interruttore di sicurezza interrompe l'alimentazione. Su richiesta è disponibile l'esecuzione con riaccensione a caldo nelle versioni con lampada arco corto con un sezionatore di sicurezza in CLI.

ANEXO B
PLANOS DEL ESTADIO
ANEXO B-1



ANEXO B-2



ANEXO C
TABLAS DEL CEN Y OTRO MEDIOS PARA CÁLCULOS
ANEXO C-1

NTF 200:2009

CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL

Tabla 310.16 Ampacidades Admisibles de los Conductores Aislados para Tensiones Nominales de 0 a 2000 Voltios y 60°C a 90°C (140°F a 194°F) con No Más de Tres Conductores Portadores de Corriente en Una Canalización, Cable o Directamente Enterrados, Basadas en Una Temperatura Ambiente de 30°C (86°F).

Calibre de los Conductores AWG/ kcmil	Régimen de Temperatura del Conductor [véase la Tabla 310.13(A)]						Calibre de los Conductores AWG/ kcmil
	60° C (140°F)	75° C (167°F)	90° C (194°F)	60° C (140°F)	75° C (167°)	90° C (194°)	
	TIPOS TW*, UF*	TIPOS FEPW*, RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*, ZW*	TIPOS TBS, SA, SIS, FEP*, FEPB*, MI, RHH*, RHW-2, THHN*, THHW*, THW-2*, THWN-2*, USE-2, XHH, XHHW*, XHHW-2, ZW-2	TIPOS TW*, UF*	TIPOS RH*, RHW*, THHW*, THW*, THWN*, XHHW*, USE*	TIPOS TBS, SA, SIS, THHN*, THHW*, THW-2, THWN-2, RHH*, RHW-2, USE-2, XHH, XHHW, XHHW-2, ZW-2	
COBRE			ALUMINIO O ALUMINIO RECUBIERTO DE COBRE				
18	....	....	14	....	....	....	....
16	....	....	18	....	....	....	....
14 *	20	20	25	....	....	....	....
12 *	25	25	30	20	20	25	12*
10 *	30	35	40	25	30	35	10*
8	40	50	55	30	40	45	8
6	55	65	75	40	50	60	6
4	70	85	95	55	65	75	4
3	85	100	110	65	75	85	3
2	95	115	130	75	90	100	2
1	110	130	150	85	100	115	1
1/0	125	150	170	100	120	135	1/0
2/0	145	175	195	115	135	150	2/0
3/0	165	200	225	130	155	175	3/0
4/0	195	230	260	150	180	205	4/0
250	215	255	290	170	205	230	250
300	240	285	320	190	230	255	300
350	260	310	350	210	250	280	350
400	280	335	380	225	270	305	400
500	320	380	430	260	310	350	500
600	355	420	475	285	340	385	600
700	385	460	520	310	375	420	700
750	400	475	535	320	385	435	750
800	410	490	555	330	395	450	800
900	435	520	585	355	425	480	900
1000	455	545	615	375	445	500	1000
1250	495	590	665	405	485	545	1250
1500	520	625	705	435	520	585	1500
1750	545	650	735	455	545	615	1750
2000	560	665	750	470	560	630	2000

Anexo C-2

Table 240.6(A) Standard Ampere Ratings for Fuses and Inverse Time Circuit Breakers

Standard Ampere Ratings				
15	20	25	30	35
40	45	50	60	70
80	90	100	110	125
150	175	200	225	250
300	350	400	450	500
600	700	800	1000	1200
1600	2000	2500	3000	4000
5000	6000	—	—	—

Anexo C-3

CORRECTION FACTORS							
Ambient Temp. (°C)	For ambient temperatures other than 30°C (86°F), multiply the allowable ampacities shown above by the appropriate factor shown below.						Ambient Temp. (°F)
21–25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	70–77
26–30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	78–86
31–35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	87–95
36–40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	96–104
41–45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	105–113
46–50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	114–122
51–55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	123–131
56–60	—	0.58	0.71	—	0.58	0.71	132–140
61–70	—	0.33	0.58	—	0.33	0.58	141–158
71–80	—	—	0.41	—	—	0.41	159–176

* See 240.4(D).

Anexo C-4

**Tabla 9.- Resistencia y reactancia en corriente alterna para los cables para 600 volts, 3 fases a 60 Hz y 75 °C.
Tres conductores individuales en un tubo conduit.**

Area mm ²	Tamaño (AWG o kcmil)	Ohms al neutro por kilómetro														
		X ⁱ (Reactancia) para todos los conductores		Resistencia en corriente alterna para conductores de cobre sin recubrimiento			Resistencia en corriente alterna para conductores de aluminio			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de cobre sin recubrimiento			Z eficaz a FP = 0.85 para conductores de aluminio			
		Conduit de PVC o Aluminio	Conduit de acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	Conduit de PVC	Conduit de Aluminio	Conduit de Acero	
2.08	14	0.190	0.240	10.2	10.2	10.2	—	—	—	8.9	8.9	8.9	—	—	—	
3.31	12	0.177	0.223	6.6	6.6	6.6	—	—	—	5.6	5.6	5.6	—	—	—	
5.26	10	0.164	0.207	3.9	3.9	3.9	—	—	—	3.6	3.6	3.6	—	—	—	
8.36	8	0.171	0.213	2.56	2.56	2.56	—	—	—	2.26	2.26	2.30	—	—	—	
13.30	6	0.167	0.210	1.61	1.61	1.61	2.66	2.66	2.66	1.44	1.48	1.48	2.33	2.36	2.36	
21.15	4	0.157	0.197	1.02	1.02	1.02	1.67	1.67	1.67	0.95	0.95	0.98	1.51	1.51	1.51	
26.67	3	0.154	0.194	0.82	0.82	0.82	1.31	1.35	1.31	0.75	0.79	0.79	1.21	1.21	1.21	
33.62	2	0.148	0.187	0.82	0.86	0.86	1.05	1.05	1.05	0.62	0.62	0.68	0.98	0.98	0.98	
42.41	1	0.151	0.187	0.49	0.52	0.52	0.82	0.85	0.82	0.52	0.52	0.52	0.79	0.79	0.82	
53.49	1/0	0.144	0.180	0.39	0.43	0.39	0.66	0.69	0.66	0.43	0.43	0.43	0.62	0.66	0.66	
67.43	2/0	0.141	0.177	0.33	0.33	0.33	0.52	0.52	0.52	0.36	0.36	0.36	0.52	0.52	0.52	
85.01	3/0	0.138	0.171	0.253	0.269	0.259	0.43	0.43	0.43	0.289	0.302	0.308	0.43	0.43	0.46	
107.2	4/0	0.135	0.167	0.203	0.220	0.207	0.33	0.36	0.33	0.243	0.256	0.262	0.36	0.36	0.36	
127	250	0.135	0.171	0.171	0.187	0.177	0.279	0.295	0.282	0.217	0.230	0.240	0.308	0.322	0.33	
152	300	0.135	0.167	0.144	0.161	0.148	0.233	0.249	0.236	0.194	0.207	0.213	0.269	0.282	0.289	
177	350	0.131	0.164	0.125	0.141	0.128	0.200	0.217	0.207	0.174	0.190	0.197	0.240	0.253	0.262	
203	400	0.131	0.161	0.108	0.125	0.115	0.177	0.194	0.180	0.161	0.174	0.184	0.217	0.233	0.240	
253	500	0.128	0.157	0.089	0.105	0.095	0.141	0.157	0.148	0.141	0.157	0.164	0.187	0.200	0.210	
304	600	0.128	0.157	0.075	0.092	0.082	0.118	0.135	0.125	0.131	0.144	0.154	0.167	0.180	0.190	
380	750	0.125	0.157	0.062	0.079	0.069	0.095	0.112	0.102	0.118	0.131	0.141	0.148	0.161	0.171	
507	1000	0.121	0.151	0.049	0.062	0.059	0.075	0.089	0.082	0.105	0.118	0.131	0.128	0.138	0.151	

Notas:

Anexo C-5

**Table C.1 Maximum Number of Conductors or Fixture Wires in Electrical Metallic Tubing (EMT)
(Based on Chapter 9: Table 1, Table 4, and Table 5)**

Type	Conductor Size (AWG/kcmil)	Trade Size (Metric Designator)													
		¾ (12)	½ (16)	¼ (21)	1 (27)	1¼ (35)	1½ (41)	2 (53)	2½ (63)	3 (78)	3½ (91)	4 (103)	5 (129)	6 (155)	
THHN, THWN, THWN-2	14	—	12	22	35	61	84	138	241	364	476	608	—	—	
	12	—	9	16	26	45	61	101	176	266	347	443	—	—	
	10	—	5	10	16	28	38	63	111	167	219	279	—	—	
	8	—	3	6	9	16	22	36	64	96	126	161	—	—	
	6	—	2	4	7	12	16	26	46	69	91	116	—	—	
	4	—	1	2	4	7	10	16	28	43	56	71	—	—	
	3	—	1	1	3	6	8	13	24	36	47	60	—	—	
	2	—	1	1	3	5	7	11	20	30	40	51	—	—	
	1	—	1	1	1	4	5	8	15	22	29	37	—	—	
	1/0	—	1	1	1	3	4	7	12	19	25	32	—	—	
	2/0	—	0	1	1	2	3	6	10	16	20	26	—	—	
	3/0	—	0	1	1	1	3	5	8	13	17	22	—	—	
	4/0	—	0	1	1	1	2	4	7	11	14	18	—	—	
	250	—	0	0	1	1	1	3	6	9	11	15	—	—	
	300	—	0	0	1	1	1	3	5	7	10	13	—	—	
	350	—	0	0	1	1	1	2	4	6	9	11	—	—	
	400	—	0	0	0	1	1	1	4	6	8	10	—	—	
	500	—	0	0	0	1	1	1	3	5	6	8	—	—	