

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**TEMA:**

**“PROPUESTA DE DISEÑO ELÉCTRICO DE LA ILUMINACIÓN DEL ESTADIO OLÍMPICO SANTA ROSA DE SAN GABRIEL EN EL CANTÓN MONTÚFAR DE LA PROVINCIA DEL CARCHI.”**

Trabajo de Grado previo a la obtención del título de Ingeniero (a) Eléctrico (a)

**AUTOR (A):**

Jefferson Vinicio Romero Erazo

**DIRECTOR (A):**

Olger Gilberto Arellano Bastidas

Ibarra, 2025



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA**

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

<b>DATOS DE CONTACTO</b>			
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	040150877-5		
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Romero Erazo Jefferson Vinicio		
<b>DIRECCIÓN:</b>	Montúfar-Carchi		
<b>EMAIL:</b>	Jeffoerazo123@gmail.com /jvromeroe@utn.edu.ec		
<b>TELÉFONO FIJO:</b>	S/N	<b>TELÉFONO MÓVIL:</b>	0994446052
<b>DATOS DE LA OBRA</b>			
<b>TÍTULO:</b>	PROPUESTA DE DISEÑO ELÉCTRICO DE LA ILUMINACIÓN DEL ESTADIO OLÍMPICO SANTA ROSA DE SAN GABRIEL EN EL CANTÓN MONTÚFAR DE LA PROVINCIA DEL CARCHI		
<b>AUTOR (ES):</b>	Jefferson Vinicio Romero Erazo		
<b>FECHA DE APROBACIÓN:</b> DD/MM/AAAA	03/09/2025		
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> <b>PREGRADO</b> <input type="checkbox"/> <b>POSGRADO</b>		
<b>TITULO POR EL QUE OPTA:</b>	<b>Ingeniero(a) Eléctrico(a)</b>		
<b>ASESOR /DIRECTOR:</b>	Ing. Olger Arellano, MSc Ing. Gerardo Collaguazo PhD.		



## 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 3 días del mes septiembre del 2025

EL AUTOR:

Jefferson Vinicio Romero Erazo

**CERTIFICADO DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR**

Yo, Olger Gilberto Arellano Bastidas en calidad de director del señor estudiante Jefferson Vinicio Romero Erazo, certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del Trabajo de Integración Curricular con el tema: **PROPUESTA DE DISEÑO ELÉCTRICO DE LA ILUMINACIÓN DEL ESTADIO OLÍMPICO SANTA ROSA DE SAN GABRIEL EN EL CANTÓN MONTÚFAR DE LA PROVINCIA DEL CARCHI.**

Para la obtención del título de Ingeniero(a) Eléctrico(a), aprobado la defensa, impresión y empastado.

Ing. Olger Gilberto Arellano Bastidas MSc.

**DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR**



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**TABLA DE CONTENIDOS**

RESUMEN.....	13
ABSTRACT.....	14
CAPITULO I.....	15
INTRODUCCIÓN .....	15
Tema.....	15
El problema .....	15
1.1    Problema de investigación.....	15
1.1.1  Problemática a investigar.....	15
1.1.2  Formulación de la pregunta de investigación.....	16
1.2    Objetivos.....	16
1.3    Alcance y delimitación .....	16
1.4    Justificación .....	17
CAPÍTULO II .....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
2.1    Antecedentes .....	18
2.2    La iluminación y su relación con la visión humana.....	19
2.3    Espectro visible para el ojo humano .....	20
2.4    Magnitudes y unidades principales de la iluminación .....	20
2.4.1  Intensidad luminosa .....	21
2.4.2  Flujo luminoso .....	21
2.4.3  La iluminancia .....	21
2.4.4  Luminancia .....	22
2.4.5  Eficiencia Luminosa .....	22
2.5    Iluminación en exterior para estadios de fútbol.....	22



2.5.1	Iluminancia horizontal .....	23
2.5.2	Uniformidad .....	23
2.5.3	Temperatura de color .....	23
2.5.4	Reproducción de color .....	23
2.5.5	Niveles de calidad iluminación .....	24
2.5.6	Método de Lúmenes .....	24
2.6	Suministro de energía eléctrica .....	25
2.6.1	Cálculos técnicos y componentes para el suministro de energía eléctrica en escenarios deportivos .....	25
2.6.1.1	Demanda .....	25
2.6.1.2	Caída de voltaje .....	25
2.6.1.3	Conductores .....	26
2.6.1.4	Transformador de distribución .....	27
2.6.1.5	Protecciones para red aérea de medio voltaje .....	28
2.6.1.6	Protecciones para red en bajo voltaje .....	30
2.6.1.7	Puesta a tierra .....	31
2.6.1.8	Obra civil .....	31
2.7	Normativa .....	32
2.7.1	Catalogo Digital -Unidades de Propiedad y Construcción .....	33
2.7.2	NEC-SB-IE .....	33
2.7.3	UNE-EN12193 .....	33
2.7.4	FIFA .....	34
<b>CAPÍTULO III .....</b>		<b>34</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>34</b>
3.1	Enfoque y tipo de investigación .....	35
3.2	Población y muestra .....	36
3.3	Levantamiento de datos .....	36



3.4	Materiales, equipos y software .....	37
3.5	Descripción del Lugar.....	38
3.6	Metodología del cálculo luminotécnico.....	39
3.6.1	Normativa y criterio de diseño.....	39
3.6.2	Dimensiones del estadio .....	39
3.6.3	Ubicación de luminarias .....	40
3.6.4	Sistema de iluminación lateral .....	40
3.6.5	Selección de tipo de fuente luminosa.....	41
3.6.6	Altura de montaje de luminarias .....	41
3.6.7	Coefficiente de utilización .....	42
3.6.8	Factor de mantenimiento.....	42
3.6.9	Cálculo del flujo luminoso.....	43
3.6.10	Cálculo de numero de proyectores.....	43
3.6.11	Distribución de luminarias en postes .....	43
3.7	Red eléctrica existente .....	44
3.8	Medidores y tableros de distribución.....	45
3.9	Procedimiento y análisis de datos.....	45
CAPITULO IV.....		47
RESULTADOS Y ANÁLISIS .....		47
4.1	Diseño del sistema de iluminación .....	47
4.1.1	Normativa aplicable .....	47
4.1.2	Ubicación de postes .....	47
4.1.3	Selección del flujo luminoso.....	48
4.1.4	Selección de fuente luminosa.....	48
4.1.2.1	Sports LED floodlight model FLC1200FW.....	48



4.1.2.2	Reflector modular 18000W.....	49
4.1.2.3	Omniblast Gen2 .....	49
4.1.5	Selección de número de proyectores.....	50
4.2	Selección de número de proyectores en cada poste .....	51
4.3	Altura de montaje.....	51
4.4	Soporte para luminarias .....	53
4.5	Simulación DIALux.....	52
4.6	Análisis resultados de simulaciones.....	53
4.7	Selección de datos.....	54
4.8	Diseño de suministro eléctrico.....	55
4.8.1	Características del Proyecto.....	56
4.8.2	Cálculo de la Demanda Energética.....	57
4.8.3	Extensión de la red de medio voltaje.....	57
4.8.3.1	Estructuras.....	58
4.8.3.2	Transformador.....	59
4.8.3.3	Selección Protecciones en Medio Voltaje .....	60
4.8.3.4	Fusible NH .....	60
4.8.3.5	Pararrayos.....	61
4.8.3.6	Caída de voltaje en la red primaria .....	61
4.8.3.7	Transición de red de medio voltaje a bajo Voltaje .....	62
4.9	Distribución de energía en bajo voltaje.....	63
4.9.1	Selección de conductores para bajo voltaje .....	63
4.9.2	Cálculo de caída de voltaje .....	65
4.9.3	Protecciones para red de bajo voltaje.....	65
4.9.4	Tablero de distribución .....	66



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
 APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



4.10 Elección poste de iluminación .....	67
4.11 Obra Civil.....	67
4.15.1 Pozos de revisión .....	67
4.15.2 Zanjas y ductos .....	68
4.15.3 Base de concreto para poste.....	68
Conclusiones .....	69
Recomendaciones .....	70
Referencias .....	71
Anexos.....	76

**INDICE DE FIGURAS**

Fig. 1 Espectro Electromagnético y luz visible .....	20
Fig. 2 Representación de la intensidad luminosa .....	21
Fig. 3 Representación del Flujo Luminoso .....	21
Fig. 4 Representación de la iluminancia .....	22
Fig. 5 Representación luminancia .....	22
Fig. 6 Polideportivo Santa Clara. ....	23
Fig. 7 Bobina de Cable ASCR 1/0. ....	27
Fig. 8 Seccionador portafusible unipolar abierto 15 kV.....	28
Fig. 9 Portafusible y tirafusible 25T.....	29
Fig. 10 Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV.....	30
Fig. 11 Clasificación de interruptores automáticos. ....	30
Fig. 12 Interruptor termomagnético bifásico 100A.....	31
Fig. 13 Estructura de la normativa del sector eléctrico ecuatoriano .....	32
Fig. 14 Diagrama de bloques del diseño de investigación. ....	35
Fig. 15 Estadio Santa Rosa.....	39
Fig. 16 Ubicación de postes eventos no televisados clase II.....	40



Fig. 17 Altura estimada para torres .....	41
Fig. 18 Carga del transformador 3C45T .....	44
Fig. 19 Medidor bifásico electrónico del estadio .....	45
Fig. 20 Tablero de distribución principal para camerinos .....	45
Fig. 21 Postproceso de georreferenciación .....	46
Fig. 22 Georreferenciación AutoCAD .....	47
Fig. 23 Sports LED Floodlight model FLC1200FW .....	49
Fig. 24 Reflector modular 1800W .....	49
Fig. 25 Omniblast Gen2 1740W .....	50
Fig. 26 Diseño de cruceta perfil L 2,4 m .....	54
Fig. 27 Simulación 1, para reflector sports led floodlight model FLC1200W ...	52
Fig. 28 Simulación 2, para luminaria, Reflector Modular 1800W .....	53
Fig. 29 Simulación 3, para el proyector Omniblast Gen2, 1740 W. ....	53
Fig. 30 Red de Emelnorte existente. ....	56
Fig. 31 Extensión de red MV y montaje de transformador 75 kVA.....	59
Fig. 32 Montaje de transformador trifásico convencional 75kVA .....	59
Fig. 33 Seccionador portafusible SPT-3S100 en estructura 3VR. ....	60
Fig. 34 Estructura SPT-3P para montaje de transformador .....	61
Fig. 35 Transición de red de medio voltaje a bajo Voltaje. ....	62
Fig. 36 Diagrama tablero de distribución principal. ....	64
Fig. 37 Diagrama unifilar circuitos secundarios. ....	66
Fig. 38 Diseño de tablero principal. ....	67
Fig. 39 Diseño Zapata para poste metálico de 25 metros. ....	69



### INDICE DE TABLAS

Tabla I Niveles de iluminación eventos no televisados.....	24
Tabla II Límite caídas de voltaje .....	26
Tabla III Clasificación material aislante en red de bajo voltaje .....	27
Tabla IV Fusibles SF para transformadores .....	29
Tabla V Niveles de iluminación para estadios de fútbol .....	33
Tabla VI Niveles de iluminación para eventos no televisados .....	34
Tabla VII Población .....	36
Tabla VIII Lista de materiales, software y equipos.....	37
Tabla IX Dimensiones estadio Santa Rosa.....	40
Tabla XI Valores típicos Coeficiente de utilización .....	42
Tabla XII Valores típicos depreciación de luminaria .....	42
Tabla XIII Distancias para ubicación de postes .....	48
Tabla XIV Cálculo del número de reflectores.....	50
Tabla XV Cálculo del número de reflectores por poste .....	51
Tabla XVI Cuadro de valores de las simulaciones en DIALux. ....	54
Tabla XVII Selección de proyector.....	55
Tabla XVIII Datos de la red eléctrica .....	56
Tabla XIX Planilla para la determinación de Demanda.....	57
Tabla XX Planilla de estructuras en postes .....	58
Tabla XXI Fusibles NH.....	60
Tabla XXII Distribución de energía bajo voltaje. ....	63
Tabla XXIII Distribución de energía bajo voltaje. ....	65
Tabla XXIV Caídas de voltaje de circuitos .....	65
Tabla XXV Tipos Pozos de revisión .....	68
Tabla XXVI Resultados pozos de revisión .....	68



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS  
APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**INDICE DE ECUACIONES**

Ecuación 1 Altura de proyectores .....	41
Ecuación 2 Flujo lumionoso .....	43
Ecuación 3 Número de proyectores .....	43
Ecuación 4 Número de luminarias por poste .....	44
Ecuación 5 Corriente.....	64



## RESUMEN

El Estadio Olímpico Santa Rosa, ubicado en San Gabriel, cantón Montúfar, provincia del Carchi, es el único espacio deportivo de la zona con la infraestructura adecuada para albergar competiciones de fútbol profesional. Sin embargo, la falta de un sistema de iluminación limita su uso, lo que impide la realización de eventos en horarios nocturnos. En esta investigación se elaboró una propuesta de diseño eléctrico de la iluminación del estadio que permite su operatividad conforme a los criterios técnicos establecidos por las normativas vigentes.

Ante la problemática, el objetivo principal de la presente investigación es desarrollar un diseño lumínico que cumpla con las normativas internacionales establecidas por la FIFA y la UNE-EN 12193, las cuales definen criterios técnicos de calidad, niveles de iluminancia, y uniformidad para instalaciones deportivas. También, se consideran las normativas nacionales vigentes para el diseño del suministro eléctrico, en concordancia con las disposiciones de las instituciones reguladoras y de la empresa distribuidora EMELNORTE S.A. La metodología empleada incluyó el uso de herramientas computacionales especializadas para simulación luminotécnica, elaboración de planos eléctricos y georreferenciación del proyecto. A partir de los datos obtenidos y su análisis técnico, se desarrolló una propuesta integral con niveles adecuados de iluminancia, uniformidad y eficiencia energética. El resultado final fue un diseño funcional y técnicamente viable, que permite mejorar significativamente las condiciones operativas del estadio.

**Palabras clave:** Iluminación, Uniformidad, Suministro, FIFA



### ABSTRACT

The Estadio Olímpico Santa Rosa, located in San Gabriel, Montúfar canton, Carchi province, is the only sports facility in the area with the adequate infrastructure to host professional football competitions. However, the lack of a lighting system limits its use, preventing events from taking place during nighttime hours. This research developed an electrical lighting design proposal for the stadium that allows its operation in accordance with the technical criteria established by current regulations.

Given this problem, the main objective of this study is to design a lighting system that complies with international standards established by FIFA and UNE-EN 12193, which define technical criteria for quality, illuminance levels, and uniformity for sports facilities. National regulations for the design of the power supply system are also considered, in accordance with the provisions of regulatory institutions and the utility company EMELNORTE S.A. The methodology employed included the use of specialized computational tools for lighting simulation, electrical plan development, and project georeferencing. Based on the data obtained and its technical analysis, a comprehensive proposal was developed with appropriate levels of illuminance, uniformity, and energy efficiency. The final result is a functional and technically feasible design that significantly improves the operational conditions of the stadium, promoting the development of professional sports in the region.

**Keywords:** Lighting, Uniformity, Supply, FIFA.



## CAPITULO I

### INTRODUCCIÓN

#### Tema

Propuesta de diseño eléctrico de la iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa de San Gabriel en el cantón Montúfar de la provincia del Carchi.

#### El problema

##### 1.1 Problema de investigación

###### 1.1.1 Problemática a investigar

En la ciudad de San Gabriel existen diversas infraestructuras deportivas que son un espacio de gran importancia para la ejecución de actividades físicas y recreativas, como muestra de ello está el estadio olímpico Santa Rosa, en el cual se desarrollan partidos de fútbol profesional de segunda categoría, eventos de entretenimiento y competencias de juegos olímpicos institucionales; aun así, actualmente este carece de un sistema de iluminación, que reúna las condiciones técnicas necesarias para que pueda ser utilizado en horarios vespertinos y nocturnos. Desde 2014, este estadio alberga competiciones de fútbol profesional, tras la aprobación de la Federación Ecuatoriana de Fútbol (FEF), para la realización del torneo de ascenso en el Carchi. [1] Sin embargo, el estadio a la actualidad no cumple con uno de los requisitos establecidos en el reglamento general de competiciones de la FEF, que es la disponibilidad de iluminación.[2] Esta deficiencia ha limitado su capacidad operativa, el desarrollo deportivo y la implementación de nuevas tecnologías de iluminación en los últimos años. La investigación propuesta se rige a los parámetros y requisitos de las normativas vigentes para el diseño eléctrico de iluminación en espacios deportivos.



### 1.1.2 *Formulación de la pregunta de investigación*

¿Qué normativas y requisitos técnicos se deben aplicar para realizar la propuesta de diseño eléctrico de la iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa de San Gabriel en el cantón Montúfar de la provincia del Carchi?

## 1.2 **Objetivos**

### 1.2.1 *Objetivo General*

Realizar una propuesta de diseño eléctrico de la iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa de San Gabriel en el cantón Montúfar de la provincia del Carchi que cumpla con los parámetros y estándares planteados por normativas vigentes mediante herramientas computacionales y cálculos luminotécnicos para brindar una solución de iluminación integral.

### 1.2.2 *Objetivos Específicos*

- Describir los principios teóricos de la iluminación e instalaciones eléctricas para estadios de fútbol y normas asociadas.
- Realizar el diseño de iluminación del estadio olímpico Santa Rosa mediante cálculos luminotécnicos y simulaciones en el software DIALux.
- Realizar el diseño del suministro eléctrico para el sistema de iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa.

## 1.3 **Alcance y delimitación**

En este proyecto se realizará una propuesta de diseño eléctrico de la iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa, definiendo 3 etapas que se realizarán a lo largo de la resolución de los objetivos. La primera etapa se basa en realizar una investigación de los fundamentos principales de la luminotecnia para entender los conceptos básicos de la iluminación, se detallan los componentes de los sistemas eléctricos utilizados en la iluminación de estadios de fútbol y se



desarrolla la revisión de la normativa española UNE-EN 12193 y de la FIFA, normas que se aplicarán según las necesidades técnicas del estadio olímpico Santa Rosa.

En la segunda etapa se desarrolla el diseño del sistema de iluminación, empleando cálculos luminotécnicos que se basan en el método de lúmenes y punto a punto, que determinarán los niveles adecuados de iluminancia, para cumplir con los parámetros que definen la calidad de iluminación establecidos por las normas vigentes, como la distribución uniforme de la luz, el índice de deslumbramiento, temperatura y reproducción del color. También, se realizará simulaciones en el software DIALux para prever el comportamiento de la iluminación en el estadio, validar el cumplimiento de parámetros y visualizar el diseño de iluminación. En la etapa final, se tiene el diseño eléctrico que alimentará al sistema de iluminación, basado en las Unidades de Propiedad y Construcción para la homologación en las redes de distribución de energía eléctrica. Para el suministro de energía eléctrica, es necesario realizar la extensión de red de medio voltaje ubicada a 70 metros en el poste con numeración 139461, según la base de datos ArcGIS. Por lo tanto, se realiza el estudio de un proyecto eléctrico para el transporte de energía eléctrica al sistema de iluminación del estadio. Del mismo modo, para determinar y dimensionar la instalación eléctrica del estadio se consideran factores como la potencia del sistema de iluminación, el diseño de tableros eléctricos de protección y maniobra, el dimensionamiento de conductores, tuberías, pozos de revisión y la capacidad adecuada del transformador. Además, se utiliza el software AutoCAD para la elaboración de planos de la infraestructura del estadio y diagramas de los circuitos eléctricos y el software ArcGIS para la ubicación georreferenciada y la realización del plano del suministro eléctrico de la iluminación.

#### 1.4 Justificación

Los sistemas eléctricos para la iluminación de estadios deben ser diseñados para proporcionar niveles de iluminación apropiados en todas las áreas y según la exigencia de los eventos deportivos a desarrollarse, por lo que, esta propuesta técnica se rige a los requisitos generales y los parámetros fotométricos establecidos por normas vigentes, aplicar estas normativas es de suma importancia, ya que soluciona desafíos habituales en la iluminación, como el deslumbramiento, la falta de uniformidad, cambios bruscos de luz y aparición de



sombras, que afectan directamente a los usuarios de estos recintos deportivos. Además, el desarrollo planificado de un sistema de iluminación brinda eficiencia energética, lo que implica la reducción de costos operativos y menor consumo de energía. El Estadio Olímpico Santa Rosa de la ciudad de San Gabriel es el único espacio deportivo local con características de construcción adecuadas para competiciones de fútbol profesional, este no tiene sistema de iluminación y su uso se limita a la jornada matutina. Por eso, si se aplica la propuesta técnica, tendrá un impacto social significativo, ya que un estadio con buena iluminación puede promover la práctica deportiva, realizando torneos y desarrollando actividades recreativas fuera de la jornada laboral, beneficiando a la población y a los equipos de fútbol consolidados en la comunidad local. El equipo de fútbol profesional "Montúfar Fútbol Club" de la ciudad de San Gabriel, participa en el torneo provincial de segunda categoría del Carchi. En este contexto, el desarrollo del diseño de iluminación propuesto no solo contribuye al buen desempeño de los jugadores del club durante sus actividades deportivas, sino que también favorece al espectador al otorgar una visibilidad apropiada durante los eventos deportivos. Además, si se implementa el diseño iluminación propuesto, el estadio podrá considerarse como clase II, según la norma española UNE-EN 12193 y la FIFA, esta clasificación lo hace apto para competiciones de liga locales y regionales.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

La energía eléctrica puede ser generada en grandes cantidades, de forma concentrada en determinados lugares y transmitida fiable y económicamente a largas distancias, siendo finalmente adaptada de forma fácil y eficiente, principalmente para trabajo mecánico e iluminación [3]. En la iluminación, el uso de luz artificial es esencial para la visibilidad donde la luz natural está ausente de manera parcial o total.

Se ha verificado, que el ojo humano está habituado a la luz natural, la cual proporciona altos niveles de iluminación. Sin embargo, desde el punto de vista económico y dada la gran



capacidad de adaptación del ojo humano, no es recomendable producir unos niveles de iluminación tan altos como los de la luz natural [4]. Es por ello, que los niveles de iluminación en espacios públicos deportivos requieren de una intensidad lumínica idónea para facilitar la visualización de objetos, infraestructuras y personas.

Es importante agregar, que la mayoría de los deportes actuales tienen sus antecedentes en prácticas deportivas que surgieron cuando aún no se disponía de luz artificial suficientemente potente y barata como para poder ser utilizada. Por tanto, el ser humano debía aprovechar la luz solar para la práctica del deporte y muchas de las actividades deportivas se limitaban al realizarse en determinadas épocas del año [5]. En todo caso, el avance de nuevas tecnologías e investigaciones en los sistemas de iluminación ha permitido crear las condiciones técnicas necesarias para la implementación eficaz y económica de la luz artificial en espacios deportivos.

Por ejemplo, la ciudad de San Gabriel alberga una población de 20,576 habitantes [6], consolidándose como la parroquia urbana con la mayor densidad poblacional dentro del cantón Montúfar, lo que conlleva a una demanda constante de servicios públicos, entre estos servicios se destaca la necesidad de garantizar el suministro de electricidad e iluminación en los espacios públicos destinados a la práctica deportiva, en particular el fútbol, que destaca como una disciplina reconocida a nivel mundial y ampliamente conocida por el gran interés que suscita.

De la misma forma, la distribución de energía eléctrica debe realizarse de tal manera que el cliente reciba un servicio continuo, sin interrupciones, con un valor de tensión adecuado que permita operar dispositivos de manera eficiente y además soportar el crecimiento propio de la carga. [7]

## 2.2 La iluminación y su relación con la visión humana

Uno de los aspectos fundamentales en la teoría de la iluminación, es la visión humana y los mecanismos fisiológicos que permiten la captación y procesamiento de la luz. Ahora bien, para describir estos procesos es necesario definir primero el concepto de luz. La luz se define luz como una radiación electromagnética y que a su vez está compuesta por radiaciones no



detectables y detectables al ojo humano, a estas últimas se les conoce como espectro visible.

[8]

La luz está directamente relacionada con la visión humana, ya que, al detectarla el ojo percibe formas, colores y movimientos. El ojo humano está diseñado para captar la luz del espectro visible y transformarla en señales que el cerebro interpreta, lo que hace posible la visualización del entorno.

### 2.3 Espectro visible para el ojo humano

Como se mencionó anteriormente, la luz es energía electromagnética que estimula la retina del ojo permitiendo la captación de color a través de fotorreceptores, a la separación de la luz en diferentes longitudes de ondas perceptibles a la visión humana, se denomina espectro visible.

[9] Las longitudes de onda que forman el espectro visible van desde 380 y 780 nm. Las ondas más largas del espectro visible corresponden la luz roja y las más cortas la luz violeta y entre estas se posicionan los colores del arcoíris.[10]

En la siguiente figura se presentan las regiones de frecuencias del espectro electromagnético.

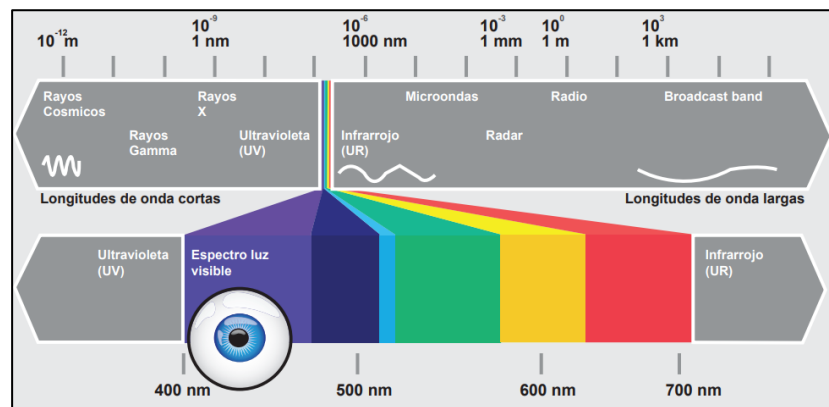


Fig. 1 Espectro Electromagnético y luz visible [9]

### 2.4 Magnitudes y unidades principales de la iluminación

Para poder entender el comportamiento y el uso de la luz, es esencial considerar las magnitudes y unidades que sirven para cuantificar los procesos de iluminación.



### 2.4.1 *Intensidad luminosa*

La intensidad luminosa ( $I$ ), es la cantidad de luz emitida por segundo en una sola dirección determinada. Su unidad es la candela (cd), que es aproximadamente la intensidad emitida por una vela. [11]

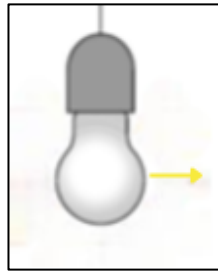


Fig. 2 Representación de la intensidad luminosa [12]

### 2.4.2 *Flujo luminoso*

El flujo luminoso ( $\Phi$ ) es la cantidad de luz que irradia una fuente de luz, dentro del espectro visible y en un determinado tiempo hacia todas las direcciones. Su unidad es el lumen (lm). [12]

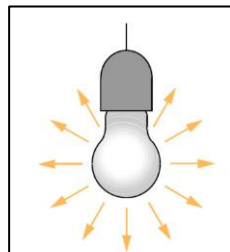


Fig. 3 Representación del Flujo Luminoso [12]

### 2.4.3 *La iluminancia*

La iluminancia ( $E$ ) es el flujo luminoso que cae sobre una superficie, la unidad es lux (lx), que equivale a un lumen de luz incidente por metro cuadrado de la superficie que recibe la luz. [12]

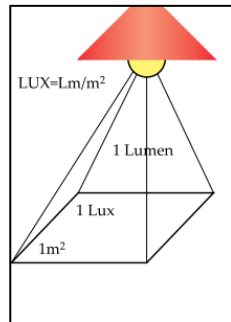


Fig. 4 Representación de la iluminancia [13]

#### 2.4.4 Luminancia

La luminancia se define como la cantidad de intensidad luminosa emitida por unidad de superficie, puede ser en Stilb ( $cd/m^2$ ) y el Lambert ( $lm/cm^2$ ). [9]

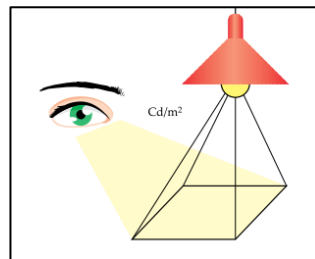


Fig. 5 Representación luminancia [13]

#### 2.4.5 Eficiencia Luminosa

La eficiencia o rendimiento luminoso es la relación entre flujo luminoso y la potencia eléctrica absorbida por la fuente luminosa. Su unidad ( $lm/W$ ). [14]

### 2.5 Iluminación en exterior para estadios de fútbol

El alumbrado en exteriores es fundamental para el desarrollo de actividades cotidianas en condiciones de baja iluminación natural. Por esta razón, las características de los componentes que conforman la iluminación exterior, tales como luminarias, reflectores, lámparas, estructuras de soporte, conductores, etc. Deben estar diseñados para resistir las condiciones ambientales adversas. En los siguientes apartados se describen los parámetros y conceptos principales para el diseño de la iluminación en exterior para estadios de fútbol.



Fig. 6 Polideportivo Santa Clara.

### 2.5.1 Iluminancia horizontal

La iluminancia horizontal es una medida de luz que se proyecta en un plano horizontal, a un metro de altura sobre la superficie de juego. [15] Es importante en los escenarios deportivos, para garantizar una buena visibilidad tanto para los jugadores como para el público.

### 2.5.2 Uniformidad

La uniformidad se puede representar como la relación entre la iluminancia mínima e iluminancia máxima, o a su vez la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media. Su símbolo es (U). [10] Una buena uniformidad evita zonas con deslumbramiento o con poca visibilidad, lo cual mejora la visibilidad uniforme del entorno.

### 2.5.3 Temperatura de color

La temperatura del color describe la sensación de caliente o rojo y frío o azul, que produce una determinada fuente de iluminación. Se mide en grados Kelvin (K). La temperatura de color aceptable para estadios al aire libre, para toda clase de competiciones, es  $TK \geq 4,000$ . [15]

### 2.5.4 Reproducción de color

La reproducción de color es la capacidad que tiene una fuente de iluminación artificial de reproducir una iluminación natural. Un color de buena calidad producido por un sistema de iluminación artificial deberá tener un índice  $Ra \geq 65$ , tanto para eventos televisados como no televisados. [15]



**2.5.5 Niveles de calidad iluminación**

El nivel de iluminación adecuado depende de las condiciones y del entorno al que esté expuesto el ojo humano. En este caso, la iluminación es para exteriores y para escenarios deportivos de fútbol. Por lo tanto, el nivel de iluminación debe corresponder a las normas UNE 12193 y a las directrices de la FIFA, que brindan calidad de iluminación y cuyos valores se presentan en las siguientes figuras.

Tabla I Niveles de iluminación eventos no televisados [15]

Nivel de calidad	Iluminancia horizontal	Uniformidad	Temperatura de color de lámpara	Reproducción de color de lámpara
<i>Clase</i>	<i>E<sub>h</sub> (lux)</i>	<i>U<sub>2</sub></i>	<i>TK</i>	<i>R<sub>a</sub></i>
<b>Clase I</b> <i>Partidos nacionales</i>	750	0,7	>4000	≥65
<b>Clase II</b> <i>Partidos de liga y clubes</i>	500	0,6	>4000	≥65
<b>Clase III</b> <i>Entrenamientos</i>	200	0,5	>4000	≥65

Para la propuesta, se consideró la Clase 2 en la norma FIFA con 500 luxes de iluminancia y 200 en la norma UNE-EN 12193.

**2.5.6 Método de Lúmenes**

El método de lúmenes es uno de los más útiles, utilizado en exteriores e interiores, donde se requiera una iluminación media. En este método se puede calcular el número de proyectores,



el flujo total, la altura de las luminarias etc. En el proyecto se utilizó el método de lúmenes ya que se busca determinar una iluminancia media que se acoja a las normas asociadas.[16]

## 2.6 Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica comprende a todos los elementos que facilitan la distribución de electricidad, desde las centrales generadoras hasta los usuarios finales. Este proceso abarca la producción de electricidad en plantas de energía, su transporte a través de redes de alto voltaje, la adaptación a diferentes voltajes para la distribución en redes locales, y su entrega a los consumidores mediante puntos de conexión como enchufes, conexiones eléctricas e iluminación. [17]

### 2.6.1 Cálculos técnicos y componentes para el suministro de energía eléctrica en escenarios deportivos.

#### 2.6.1.1 Demanda

Es la potencia requerida por un sistema eléctrico, o parte de él, promediada en un intervalo de tiempo determinado. También se puede entender cómo, la cantidad de energía eléctrica que requiere un usuario, un grupo de usuarios o un sistema eléctrico en un momento específico. Se mide en kilovatios (kW) o megavatios (MW) y puede variar según la hora del día, la estación del año o el tipo de actividad que se realice. Se subdivide en demanda promedio, máxima e instantánea. [18]

#### 2.6.1.2 Caída de voltaje

Es la disminución del nivel de voltaje eléctrico a medida que la corriente fluye a través de un conductor o un componente del sistema eléctrico. Esto ocurre debido a la resistencia y reactancia de los materiales, que oponen cierta resistencia al paso de la corriente, generando una pérdida de energía en forma de calor. [18]



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



Tabla II Límite caídas de voltaje [19]

<b>Caídas de voltaje</b>			
<b>Red primaria</b>		<b>Red secundaria</b>	
<b>Área urbana</b>	<b>Área rural</b>	<b>Área urbana</b>	<b>Área rural</b>
3 %	3.5 %	3.5 %	4%

**2.6.1.3 Conductores**

Se define como conductores eléctricos al material que en este caso es algún tipo de metal que opone mínima resistencia al flujo de electricidad. [20] En esta propuesta se analizó las características de los conductores eléctricos utilizados en redes de medio y bajo voltaje. Se considera las condiciones de instalación a las que serán expuestos.

- ***Conductor para red de medio voltaje***

En Ecuador, el nivel de medio voltaje se considera hasta 40 kV [21] y se utiliza comúnmente el conductor ACSR (Conductor de aluminio desnudo reforzado con acero), para el transporte de energía en redes de distribución. El alma de acero de estos conductores se fabrica para que esté disponible en diversas formaciones, conforme al esfuerzo de tensión deseado, sin afectar la corriente del conductor.[22] El calibre de conductor se determina en función de la carga y la caída de voltaje permisible descrita en la tabla 2. Los sistemas de red aérea de medio voltaje pueden tener los siguientes calibres de conductores: 4(4), 2(2), 1/0(1/0), 2/0(2/0), 4/0(4/0) AWG, el hilo del neutro se especifica entre paréntesis.[18]



Fig. 7 Bobina de Cable ASCR 1/0.

- **Conductor para red de bajo voltaje**

Los conductores para red de bajo voltaje son los que están fabricados para transportar electricidad en sistemas con niveles de voltaje de hasta 600 voltios (V). [21] Se clasifican según su tipo de aislamiento, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla III Clasificación material aislante en red de bajo voltaje[22]

Conductor Bajo Voltaje	Termoplásticos	Cloruro de polivinil (PVC)
		Polietileno
		Baja densidad Alta densidad
	Termofijos	Hule natural
		Hules sintéticos
		Polietileno sintético
Polietileno vulcanizado		

El calibre del conductor debe soportar por lo menos el 125 % del valor de la corriente de la protección del circuito, que es el factor de seguridad en protecciones [23]

#### 2.6.1.4 Transformador de distribución

Los transformadores de distribución reducen el voltaje del sistema principal a niveles aptos para el usuario final. Son dispositivos estáticos que, mediante inducción electromagnética, transfieren energía entre circuitos con la misma frecuencia, pero distintos niveles de voltaje y corriente. [24]



### 2.6.1.5 Protecciones para red aérea de medio voltaje

Las protecciones eléctricas son el conjunto de elementos que tiene como objetivo principal minimizar la duración de una falla y minimizar el número de clientes afectados por la falla.[25] Cada 3 km de red de distribución o alimentador primario se instalan seccionadores fusibles y pararrayos. [18]

- **Seccionador**

El seccionador es un dispositivo de protección que permite aislar fallas automáticamente en redes de distribución. [26] Según las Unidades de Propiedad se tienen los siguientes tipos en redes de distribución, el seccionador fusible unipolar tipo abierto, seccionador cuchilla o barra unipolar abierto y seccionador de barra unipolar tipo abierto con dispositivo rompearco.

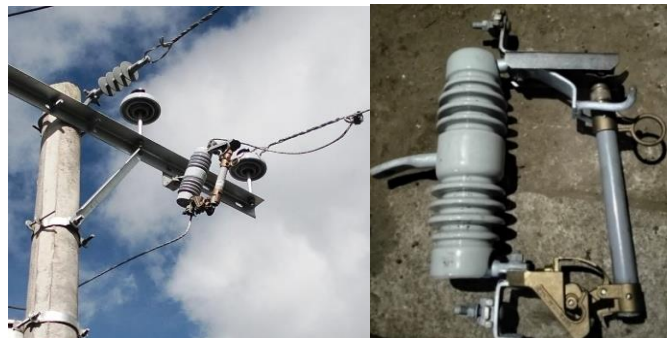


Fig. 8 Seccionador portafusible unipolar abierto 15 kV.

- **Fusible**

En redes de medio voltaje, se utiliza comúnmente el fusible de expulsión. Este dispositivo está compuesto por varios elementos que actúan en conjunto para interrumpir el circuito en caso de una falla. Uno de sus componentes principales es el elemento fusible, el cual, debido a sus características térmicas, se funde ante una sobrecorriente, liberando el resorte principal y permitiendo así la apertura rápida del circuito mediante la extinción del arco eléctrico. [27]



Fig. 9 Portafusible y tirafusible 25T.

Existe una variedad de fusible de expulsión, los más principales por el tipo de operación son los tipos K, T, N, SF, H. Los recomendados para transformadores son los de tipo SF y para derivaciones de arranque el tipo T.

Tabla IV Fusibles SF para transformadores [28]

<b>Fusibles SF (Slow-Fast)</b>			
<b>Transformador monofásico</b>		<b>Transformador trifásico</b>	
<b>kVA</b>	<b>SF</b>	<b>kVA</b>	<b>SF</b>
10	0,4	30	0,7
15	0,6	45	1,3
25	1,3	50	1,4
37,5	1,6	75	2,1
75	6,3	100	2,1

- **Pararrayos**

Los pararrayos utilizados en sistemas de distribución eléctrica son dispositivos diseñados para disipar la energía proveniente de descargas atmosféricas, ya sean indirectas o directas. [29] En la siguiente imagen se muestra un pararrayos de oxido metálico.



Fig. 10 Pararrayos clase distribución polimérico, óxido metálico, 10 kV.

### 2.6.1.6 Protecciones para red en bajo voltaje

Son los dispositivos de protección o interruptores automáticos contra sobre corrientes, se comprende como interruptores termomagnéticos automáticos fabricados bajo la Norma IEC 60898-1, que cumplan con el Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 091.[23] Se los puede clasificar según su funcionamiento, en el siguiente mapa conceptual se muestra la clasificación de los interruptores automáticos.[30]

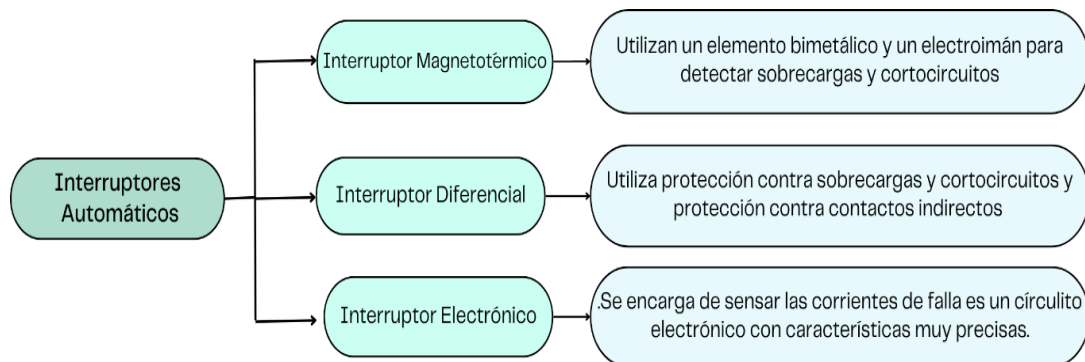


Fig. 11 Clasificación de interruptores automáticos.[30]

- **Interruptor principal**

Es la protección principal del tablero eléctrico general, se realiza a través de un interruptor termomagnético que forma parte integral de él, le brinda medio de protección y conexión general. [31] El Interruptor termomagnético que se utiliza comúnmente para instalaciones



eléctricas es el tipo caja moldeada, diseñado para mayores capacidades de corriente que los interruptores termomagnéticos residenciales comunes. [32]



Fig. 12 Interruptor termomagnético bifásico 100A.

- **Interruptor secundario**

Los interruptores secundarios protegen secciones o cargas individuales como, iluminación, Tomacorrientes, Motores, Aire acondicionado entre otros. Se utilizan en su mayoría interruptores termomagnéticos y diferenciales. [31]

#### 2.6.1.7 Puesta a tierra

La conexión a tierra o puesta a tierra de cualquier instalación eléctrica consiste en el establecimiento de un camino de baja impedancia entre los propios elementos de la instalación eléctrica y la tierra, creándose un camino adicional para la circulación de la corriente. La tierra como conductor es una gran masa con capacidad para absorber o entregar cargas sin cambiar sustancialmente su potencial y, por tanto, garantiza la seguridad de una instalación eléctrica, contribuyendo a la protección de las personas y de los equipos.[33]El tipo de conexión a tierra recomendado es TN-S, tierra y neutro separados.

#### 2.6.1.8 Obra civil

La obra civil para esta propuesta comprendió todo lo referente a banco de ductos, pozos de revisión, transición de red aérea a subterránea en bajo voltaje y base de concreto para postes.



Los pozos de revisión eléctricos permiten el acceso a cables eléctricos y otros servicios subterráneos para su instalación, inspección, mantenimiento y reparación. Los bancos de ductos se refieren al dimensionamiento y normalización de medidas, distancias y características referentes a la instalación de los tubos que transportaran la red de bajo voltaje, en este caso para iluminación. La transición subterránea desde redes aéreas incluye tubería metálica de 2", codos amplios, cable de cobre para tierra, varilla de puesta a tierra de 1,80 m, conexión con soldadura exotérmica o conector tipo C, y sellado superior con codo metálico. [34]

**2.7 Normativa**

En Ecuador, la regulación y normalización del sector eléctrico se sustenta en normas técnicas nacionales e internacionales que garantizan la seguridad, eficiencia, calidad del servicio eléctrico. A continuación, se presenta la estructura del sector eléctrico en Ecuador, esta estructura se organiza en dos componentes principales: el componente institucional, encargado de la planificación, regulación y control del sistema eléctrico; y el componente empresarial, conformado por los distintos tipos de entidades que participan en la operación, gestión y prestación del servicio eléctrico en el país.

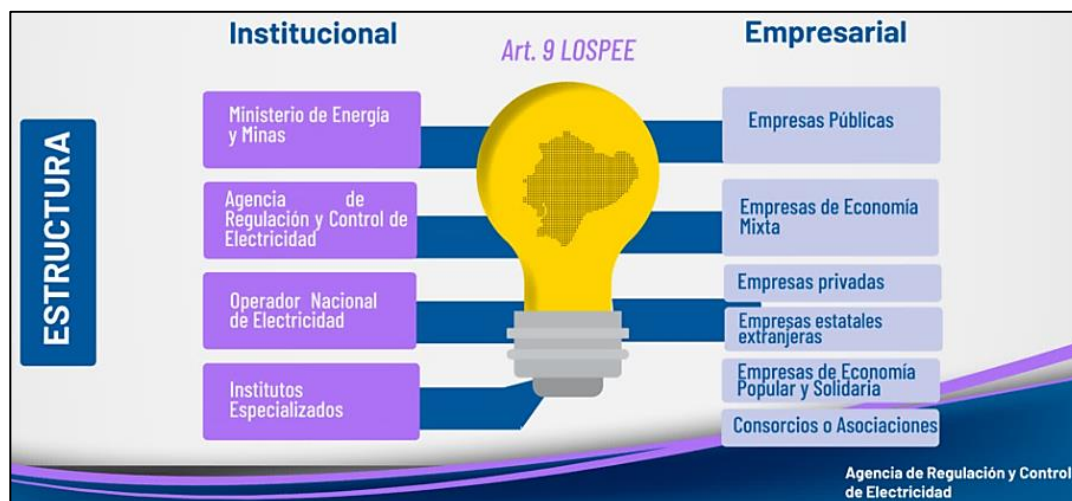


Fig. 13 Estructura de la normativa del sector eléctrico ecuatoriano[35]

Para diseñar o ejecutar proyectos eléctricos, es fundamental conocer qué instituciones rigen las normativas técnicas. Esto asegura que los proyectos se alineen con las leyes vigentes. A



continuación, se describen las normas nacionales e internacionales que se aplicaron para el desarrollo de la propuesta.

**2.7.1 Catálogo Digital -Unidades de Propiedad y Construcción**

El Catálogo Digital tiene como objetivos unificar el sistema de identificación de las Unidades de Propiedad (UP) dentro de la red de distribución eléctrica. Además, estandarizar materiales y equipos usados en las Unidades Constructivas, define especificaciones técnicas para los componentes eléctricos más utilizados, y establecer una simbología uniforme para representar los componentes del sistema de distribución.[36]

**2.7.2 NEC-SB-IE**

La NEC-SB-IE, es una sección de la norma ecuatoriana de la construcción de servicio básico para instalaciones eléctricas y tiene como finalidad definir los requisitos técnicos y las condiciones mínimas que deben tener el diseño y la ejecución de instalaciones eléctricas interiores de uso residencial.[23]

**2.7.3 UNE-EN12193**

Es una norma que define los criterios de iluminación para las instalaciones deportivas. Su objetivo es asegurar una visibilidad óptima para todos los participantes y espectadores, así como para las transmisiones televisivas. Esta norma es aplicable a una variedad de deportes.[37]

Tabla V Niveles de iluminación para estadios de fútbol [15]

Clase	Iluminación horizontal		Rg	Ra
	E (lx)	U		
I	500	0,70	55	70
II	200	0,60	55	60
III	75	0,50	55	60



**2.7.4 FIFA**

Finalmente, para establecer los parámetros fotométricos de la propuesta de diseño de iluminación del estadio Santa Rosa, se tomó como referencia la normativa de la FIFA, del capítulo 9, iluminación y suministro de energía, con el objetivo de garantizar niveles de calidad en la iluminación y una adecuada visualización de los eventos futbolísticos. La FIFA considera los siguientes niveles de iluminación y tipo de clase como se muestra en la tabla 6.

Tabla VI Niveles de iluminación para eventos no televisados [15]

Clase	Iluminación horizontal		Tk	Ra
	E (lx)	U		
I	200	0,50	>4000	≥65
II	500	0,60	>4000	≥65
III	750	0,70	>4000	≥65

**CAPÍTULO III**

**MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se detalla el desarrollo de la investigación, incluyendo la metodología empleada, los materiales y equipos requeridos, así como la caracterización del sitio de estudio. Estos elementos son fundamentales para definir el procedimiento técnico que guiará la ejecución de la propuesta de diseño eléctrico del sistema de iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa. Para ello, se recopiló información y datos relevantes del sitio de estudio, así como conceptos relacionados con la iluminación y el suministro eléctrico. Se realizó cálculos y simulaciones luminotécnicas, y a partir de estos resultados se procedió al dimensionamiento de los componentes del sistema de suministro eléctrico. Como se muestra en el siguiente diagrama.



Fig. 14 Diagrama de bloques del diseño de investigación.

### 3.1 Enfoque y tipo de investigación

El enfoque de esta investigación fue de naturaleza cuantitativa no experimental y su alcance es descriptivo, ya que se centró en analizar el fenómeno estudiado mediante la medición y descripción de sus componentes, recoger información de conceptos, variables y definición de estos. Se presenta a continuación los tipos de investigaciones que fueron utilizadas.

**Investigación bibliográfica:** El estudio del diseño del sistema eléctrico de la iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa fue desarrollado con mayor precisión a partir de la comprensión adquirida mediante el análisis de múltiples fuentes bibliográficas, lo que permitió consolidar los fundamentos teóricos necesarios para el desarrollo del proyecto.

**Investigación cuantitativa:** La investigación adopta un enfoque cuantitativo, sustentado en simulaciones y cálculos luminotécnicos para determinar los niveles adecuados de iluminancia, deslumbramiento y el dimensionamiento de los componentes del sistema. También, se efectuaron mediciones detalladas de áreas, alturas y distancias en zonas del estadio, con el fin de recopilar datos que respalden y validen técnicamente el diseño propuesto.

**Investigación de campo:** Este tipo de investigación fue seleccionado debido a que el estudio se llevó a cabo en el Estadio Olímpico Santa Rosa, con el objetivo de obtener información



actual. Para ello, se realizaron visitas de campo en horario diurno, durante las cuales se recopilaban datos mediante herramientas como un cinta métrica o flexómetro de 50 metros, GPS y una ficha de observación. La información obtenida resultó esencial para la digitalización de los planos y la proyección de la propuesta técnica en el espacio deportivo objeto de estudio. En el anexo 1, se puede observar el modelo de la ficha de observación utilizada.

### 3.2 Población y muestra

En este proyecto, la población se consideró como el conjunto de espacios físicos donde se ejecutan deportes dentro del Estadio Olímpico Santa Rosa, los cuales requieren un sistema de iluminación artificial para su funcionamiento adecuado en horarios nocturnos. Estos espacios comprenden, principalmente, la cancha de fútbol y la pista atlética.

Sin embargo, para fines de este estudio, se seleccionó como muestra representativa únicamente la cancha de fútbol, por ser el área de mayor uso durante eventos deportivos profesionales y entrenamientos, y por cumplir con las condiciones necesarias para realizar un análisis técnico.

Tabla VII Población

Población	Estadio Olímpico Santa Rosa
1	Cancha de fútbol
2	Pista Atlética

**Muestra:** Cancha de fútbol.

### 3.3 Levantamiento de datos

**Observación:** La observación sirvió para tener un criterio inicial de los componentes técnicos que requiere la propuesta. Se observó que el estadio no tiene iluminación, se determinó que, es necesario realizar una extensión de red de medio voltaje, se localizó el poste punto de arranque, caja de derivación e infraestructura del estadio en general.





**Medición:** La medición de la resistividad del suelo se realizó utilizando un telurómetro, esto es de importancia para el diseño del sistema de puesta a tierra. También, la toma de medidas se efectuó utilizando un flexómetro de 50 metros de longitud, con el propósito de obtener dimensiones precisas de la cancha y del área de juego. Además, se procedió a dividir el estadio en secciones iguales, lo que permitió organizar de manera las zonas a analizar para el diseño de la iluminación. Estas mediciones sirvieron para establecer la ubicación de los postes de iluminación y obtener una cobertura uniforme conforme a los requerimientos técnicos del proyecto.

**Georreferenciación:** Para complementar la etapa de observación y medición en campo, se realizó la georreferenciación del Estadio Olímpico Santa Rosa utilizando un receptor GPS, el cual permite obtener coordenadas geográficas precisas con un margen mínimo de error. Esta herramienta fue empleada para registrar la ubicación exacta de los puntos estratégicos, como esquinas de la cancha, postes proyectados de iluminación, poste existentes y pozos de revisión.







### 3.4 Materiales, equipos y software

Para el desarrollo de la investigación propuesta, se necesitó los siguientes materiales, equipos y softwares, que se detallan a continuación.

Tabla VIII Lista de materiales, software y equipos

Materiales, Equipos, Software	Descripción	Representación
Flexómetro	Cinta métrica de 50 metros para medir las dimensiones de la cancha de juego, e infraestructura del estadio.	
GPS submétrico Ashtech MobileMapper 10	Se utilizó para medir las dimensiones de la cancha de fútbol, georreferenciación de elementos.	



<p>Telurómetro Digital EM480D</p>	<p>Se realizó medidas de resistividad del suelo en el Estadio Olímpico Santa Rosa. Diseño puesto a tierra.</p>	
<p>AutoCAD 2024</p>	<p>Se elaboró el plano del Estadio Olímpico Santa Rosa y diagramas.</p>	
<p>DIALux Evo</p>	<p>Se realizó simulaciones para verificar el cumplimiento de los parámetros de iluminación establecidos en las normativas correspondientes.</p>	
<p>ArcGIS Online</p>	<p>Es una herramienta especializada en la gestión y análisis de información geográfica, para esta investigación, se utilizó para la georreferenciación de datos en la base de Emelnorte</p>	
<p>Teléfono móvil</p>	<p>Se utilizó el teléfono móvil, para toma de fotografías en el sitio de estudio.</p>	
<p>Computador</p>	<p>Se desarrolló simulaciones, búsqueda de información y elaboración del proyecto.</p>	

### 3.5 Descripción del Lugar

La propuesta de diseño eléctrico de iluminación se desarrolló en el estadio olímpico Santa Rosa de la ciudad de San Gabriel en el cantón Montúfar de la provincia del Carchi. Este se ubica en las calles Nicanor Gavilanes y Luis Chamorro, es el único espacio deportivo con la



infraestructura adecuada para albergar competiciones deportivas de futbol, en la siguiente imagen se lo delimita en el circulo amarillo.



Fig. 15 Estadio Santa Rosa. Fuente: Google Mapa

### 3.6 Metodología del cálculo luminotécnico

Se realizó el cálculo luminotécnico en base al método de lúmenes. A continuación, se describen los pasos necesarios para realizar el estudio lumínico y la simulación.

#### 3.6.1 Normativa y criterio de diseño

Según la normativa de la FIFA, este estadio debe tener 500 lux para la iluminancia horizontal y 0,6 de uniformidad. Y según la normativa UNE-EN12193-2020, debe tener 200 lux y 0,6 de uniformidad. Como se muestra en las tablas V y VI.

#### 3.6.2 Dimensiones del estadio

El estadio olímpico Santa Rosa tiene las siguientes dimensiones para el área de juego.



Tabla IX Dimensiones estadio Santa Rosa

Dimensiones del estadio olímpico Santa Rosa	
Longitud (m)	105
Ancho (m)	68
Área (m <sup>2</sup> )	7140

En el anexo 2, se presenta un plano georreferenciado de las dimensiones del estadio Santa Rosa, en el cual se dibujan graderíos, pista atlética, camerinos, etc.

### 3.6.3 Ubicación de luminarias

Para la de ubicación de luminarias se tomó en cuenta el modelo de sistema lateral y de 6 postes como los dispone la FIFA.

### 3.6.4 Sistema de iluminación lateral

Esta configuración de posicionamiento ubica postes en los laterales del perímetro de la cancha de juego, según la FIFA, los postes no deben obstruir la visión de los espectadores desde el graderío.[15]

En la figura 16, se muestra la distribución de los postes de iluminación, según lo dictaminado en la FIFA, para clase II de eventos no televisado

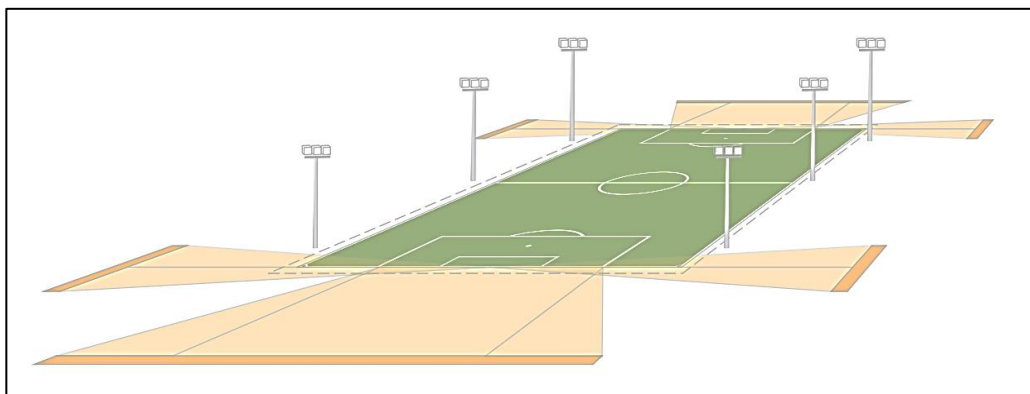


Fig. 16 Ubicación de postes eventos no televisados clase II. [15]



### 3.6.5 Selección de tipo de fuente luminosa

Para seleccionar una fuente de iluminación adecuada, se optó por la tecnología LED debido a sus características en términos de eficiencia energética. Los reflectores seleccionados deben cumplir con los parámetros de temperatura de calor y reproducción de color que dispone la FIFA.

### 3.6.6 Altura de montaje de luminarias

Para calcular la altura adecuada de las luminarias, se utilizó un ángulo de 25 grados, medido desde el centro del campo. Este ángulo se forma entre la distancia horizontal desde el centro del campo hasta la distancia lateral de la ubicación de las luminarias. Como se muestra en la figura 26.

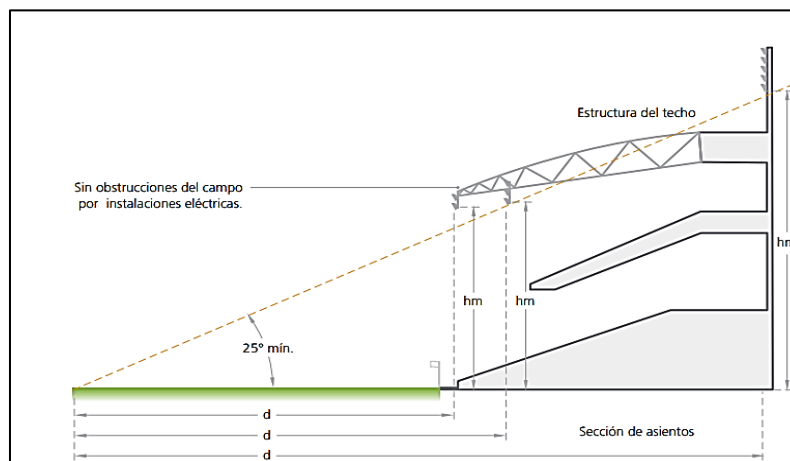


Fig. 17 Altura estimada para torres [15]

La estructura del techo no debe obstaculizar la proyección de luz, para estos casos no se utiliza postes en los laterales de la cancha, sino reflectores en la estructura.

$$hm = \tan(25^\circ) * d1(\text{ancho cancha}) + d2(\text{sección de asientos})$$

Ecuación 1 Altura de proyectores[15]

Dadas las características geográficas del estadio, existe una elevación alrededor de 3 metros con respecto a los laterales de la cancha de fútbol, lo que favorece a la altura de las luminarias.



### 3.6.7 Coeficiente de utilización

El coeficiente de utilización viene dado en las características de la luminaria, si no hay que regirse a la tabla de apertura del haz, el coeficiente de utilización esta entre 0,6 a 0,9 que son los valores típicos, como se muestra en la tabla 8. [24]

Tabla X Valores típicos Coeficiente de utilización [24]

Deporte	Valores Típicos
Fútbol	0.6
Béisbol	0,65
Tenis	0,75

### 3.6.8 Factor de mantenimiento

Se determinó el factor de mantenimiento entre el producto de factor de depreciación del flujo de la lámpara (FDP) y la depreciación de la luminaria (FDS). El FDP, será igual a 1, ya que la forma de calcular este parámetro es dividiendo los lúmenes actuales entre los lúmenes iniciales. Los lúmenes actuales serán los mismos que los iniciales. El factor depreciación de la luminaria se lo puede seleccionar en la siguiente tabla de acuerdo con las características de la luminaria a utilizarse.

Tabla XI Valores típicos depreciación de luminaria[24]

Tipo de luminaria	Muy limpio	Limpio	Medio	Sucio	Muy Sucio
Abierta no ventilada	0,90	0,80	0,71	0,64	0,56
Abierta ventilada	0,95	0,89	0,83	0,78	0,72
Cerrada	0,97	0,93	0,88	0,83	0,78
Vidrio refractor o cerrada y filtrada	0,98	0,95	0,93	0,89	0,86

Los proyectores utilizados fueron de clase IP65 e IP66, diseñados para condiciones exteriores. Las características de los proyectores correspondieron a tipo cerrado y, debido a la zona geográfica, se clasificaron como tipo sucio. El estadio olímpico de Santa Rosa se encuentra en una zona generalmente fría, con presencia frecuente de vientos y lluvias; por lo



tanto, el factor de depreciación del sistema (FDS) fue de 0,83 y, en consecuencia, el factor de mantenimiento (FM) fue igual a 0,83.

### 3.6.9 Cálculo del flujo luminoso

Los factores de utilización y de mantenimiento, previamente descritos, son parámetros que se usan para realizar el cálculo del flujo luminoso. Este nos muestra el valor de la cantidad de luz que se necesita en el área de juego. Esta relación se expresa mediante la siguiente ecuación

$$\text{Flujo luminoso } \Phi = \frac{Em \cdot S}{cu \cdot fm}$$

Ecuación 2 flujo luminoso [40]

**Donde:**

**Em:** Iluminancia media

**CU:** Coeficiente de utilización

**Fm:** Factor de mantenimiento

**S:** Superficie

### 3.6.10 Cálculo de número de proyectores

Mediante la siguiente ecuación se calculó el número de proyectores que se necesitan, para alcanzar el valor del flujo luminoso calculado.

$$N^{\circ} \text{ proyectores} = \frac{Em \cdot S}{\Phi_{haz} \cdot CU \cdot fm}$$

Ecuación 3 número de proyectores [40]

**Donde:**

**Øhaz:** Flujo luminosos de luminaria

### 3.6.11 Distribución de luminarias en postes



Para la distribución de luminarias en los postes se necesita conocer la cantidad de postes que se instalarán, como ya se mencionó, la cantidad fue de 6 postes, 3 por cada lado, esto según la FIFA. Por lo tanto:

$$Luminarias = \frac{N^{\circ} \text{ de proyectores}}{N^{\circ} \text{ de postes}}$$

Ecuación 4 Número de luminarias por poste [40]

### 3.7 Red eléctrica existente

El Estadio Olímpico Santa Rosa cuenta con una red de bajo voltaje que suministra EMELNORTE mediante el transformador con identificación T\_4020\_3C45T\_45kVA. Dado que el transformador tiene una carga considerable, el proyecto de iluminación no puede conectarse a dicho transformador. Por ello, se realiza una extensión de red de medio voltaje y el montaje de un transformador nuevo. En la siguiente figura se puede observar la conexión de todos los puntos de carga o medidores de este transformador.

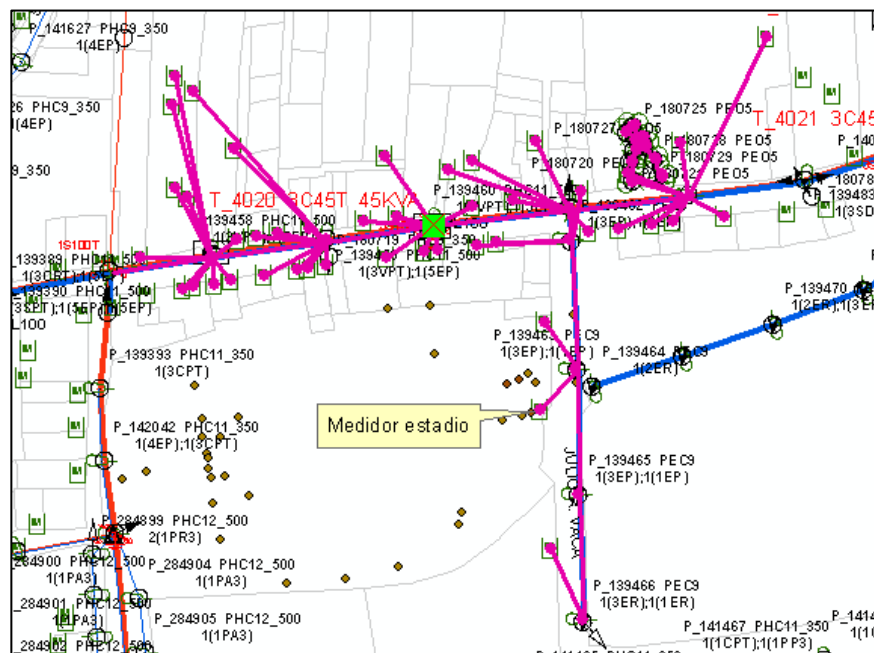


Fig. 18 Carga del transformador 3C45T 4020. Fuente: ArcGIS online.



### 3.8 Medidores y tableros de distribución

**Medidor:** La red eléctrica de bajo voltaje (acometida bifásica), va desde el poste metálico con identificación 139463 al medidor bifásico que se muestra en la siguiente figura.



Fig. 19 Medidor bifásico electrónico del estadio

**Tablero de distribución:** Se conforma de una caja térmica de 2 polos, con 4 interruptores termomagnéticos que se dividen entre iluminación, tomacorrientes y duchas.



Fig. 20 Tablero de distribución principal para camerinos

### 3.9 Procedimiento y análisis de datos.

Se realizó el postproceso de los datos recolectados con el propósito de digitalizar los planos del sitio de estudio. En la figura se detalla los puntos georreferenciados, mediante la plataforma ArcGIS Online.

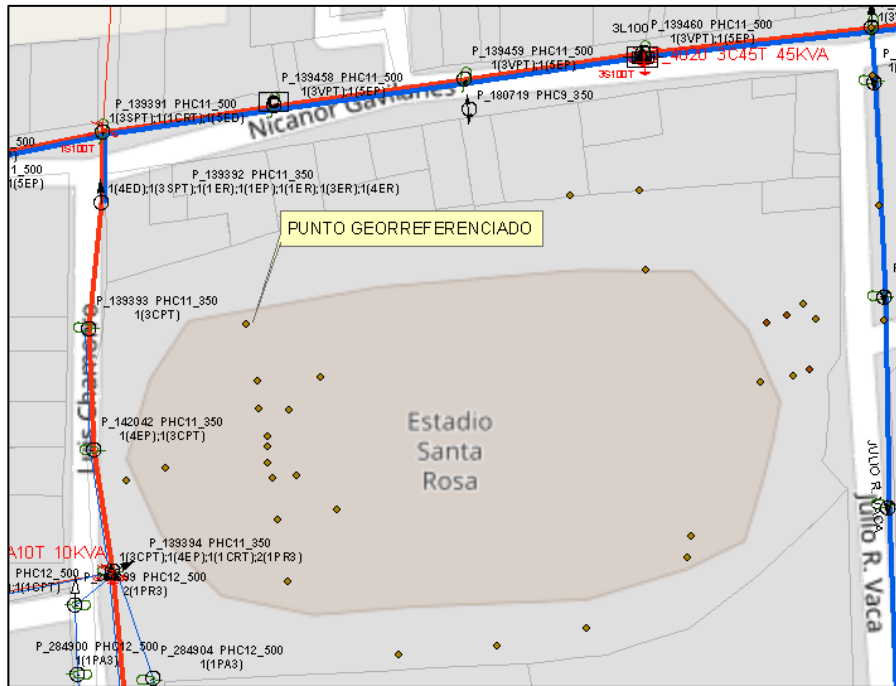


Fig. 21 Postproceso de georreferenciación en ArcGIS online

En el Anexo 10, se presenta el plano que incluye las estructuras, conductores, transformadores, tensores y accesorios necesarios para la extensión de la red de medio voltaje, así como la identificación de cada elemento mediante Unidades de Propiedad (UP), conforme a los requerimientos de la empresa distribuidora.

En la figura 22 se observa la georreferenciación realizada en el software AutoCAD. En el Anexo 2, se presenta un plano del Estadio Olímpico Santa Rosa, el cual incluye dimensiones aproximadas, así como la distribución de elementos arquitectónicos representativos como gradas, camerinos, entre otros.

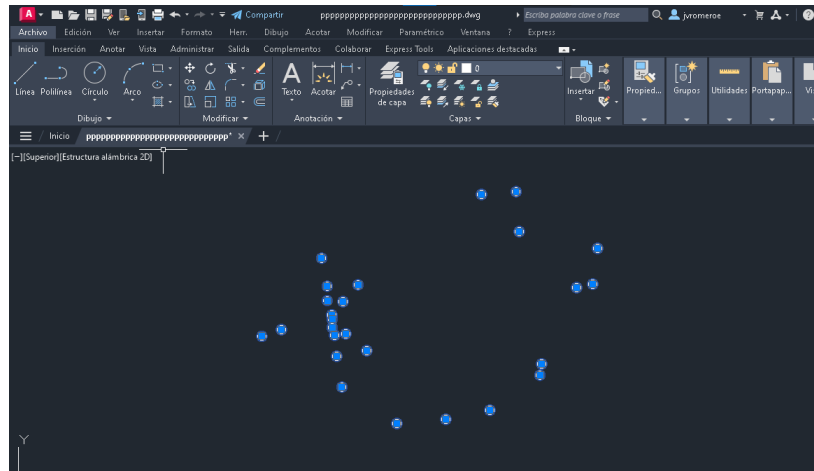


Fig. 22 Georreferenciación AutoCAD

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y ANÁLISIS

A partir de la metodología empleada, se muestran los resultados del diseño de la iluminación y se procedió a dimensionar el suministro eléctrico para complementar el desarrollo de la propuesta de investigación.

#### 4.1 Diseño del sistema de iluminación

##### 4.1.1 Normativa aplicable

Para la normativa aplicable, se determinó que el estadio alberga competiciones de fútbol profesional de ascenso, correspondientes a la Segunda Categoría, conforme a lo establecido por la Federación Ecuatoriana de Fútbol (FEF), la cual se rige por los estándares y normativas emitidas por la FIFA. En este contexto la norma que se aplicó fue la de la FIFA.

##### 4.1.2 Ubicación de postes

Para la ubicación de los postes el campo se dividió en partes iguales a  $1/2$  y  $1/6$  de la medida de longitud del estadio, esto para una distribución uniforme de la iluminación, se consideró una distancia de 17,5 metros desde cada esquina del lateral de la cancha hasta la ubicación del



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



primer poste. Posteriormente, se ubicó el poste intermedio, conformando un total de tres postes por cada lateral del estadio, de acuerdo con la clase II. En el Anexo 3, se presenta el plano del estadio con la ubicación georreferenciada de los postes, en el cual se muestra una distribución conforme a la figura 16.

Tabla XII Distancias para ubicación de postes

Distancias	Poste lateral: 105/6=17.5 m (desde esquina de la cancha.) Poste intermedio: 52,5 m (desde esquina de la cancha. )
------------	--

**4.1.3 Selección del flujo luminoso**

Calculamos el flujo total:

Para la normativa FIFA

$$\phi_{total} = \frac{500 \cdot 7140}{0,6 \cdot 0,83} = \mathbf{7168674.6 \text{ lúmenes}}$$

Para la normativa UNE-EN- 12193-2020

$$\phi_{total} = \frac{200 \cdot 7140}{0,6 \cdot 0,83} = \mathbf{2867469.8 \text{ lúmenes}}$$

**4.1.4 Selección de fuente luminosa**

Se realizó la selección de los proyectores con las características que mejor se acoplen al proyecto.

**4.1.2.1 Sports LED floodlight model FLC1200FW**

Es un proyector led de alta capacidad lumínica, adecuado para estadios de fútbol de la marca Silversun. El proyector está fabricado con un cuerpo de aluminio negro con protección IP65 y un lente de policarbonato, para larga durabilidad y eficiencia. La ficha técnica se muestra en el anexo 4.



Fig. 23 Sports LED Floodlight model FLC1200FW

#### 4.1.2.2 Reflector modular 18000W

Es un reflector de la empresa ecuatoriana importadora XILED, dedicada a las soluciones de iluminación inteligente, el ahorro energético y el cuidado ambiental. El reflector cuenta con características específicas para iluminación de canchas deportivas. Ficha técnica en el anexo 5.

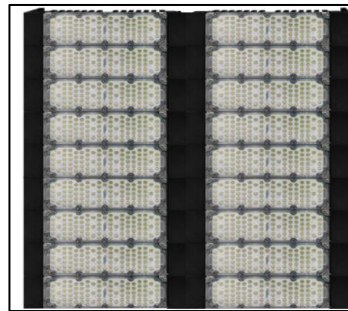


Fig. 24 Reflector modular 1800W

#### 4.1.2.3 Omniblast Gen2

Omniblast de Schröder cuenta con módulos led de aluminio inyectado a alta presión y un sistema de refrigeración patentado que optimiza su rendimiento y durabilidad. Puede instalarse Con sus LED RGB o blancos ajustables. Ficha técnica en el anexo 6.



Fig. 25 Omnilast Gen2 1740W

**4.1.5 Selección de número de proyectores**

Se desarrolló la selección de números de proyectores para cada luminaria, como se muestra en la siguiente tabla.

Para la normativa FIFA

$$\phi_{total} = \frac{500 \cdot 7140}{162000 \cdot 0,6 \cdot 0,83} = 44$$

Para la normativa UNE-EN- 12193-2020

$$\phi_{total} = \frac{200 \cdot 7140}{162000 \cdot 0,6 \cdot 0,83} = 18$$

En la siguiente tabla, se muestra el número de proyectores para 500 y 200 luxes en los proyectores seleccionados.

Tabla XIII Cálculo del número de reflectores.

Tipo de Reflector	Iluminancia Horizontal (luxes)	Nro. Proyectores
Sports LED floodlight model FLC1200FW ,162000 lm	500	44
	200	18
	500	30



Reflector modular 1800W, 234000 lm	200	15
Omniblast Gen2, 1740 W,	500	50
	200	20

**4.2 Selección de número de proyectores en cada poste**

Se realizó el cálculo para el número de proyectores necesarios, en este caso para 6 postes.

$$Luminarias = \frac{N^{\circ} \text{ de proyectores}}{N^{\circ} \text{ de postes}}$$

Tabla XIV Cálculo del número de reflectores por poste

Tipo de Reflector	Iluminancia Horizontal (luxes)	Nro. Proyectores en poste
Sports LED floodlight model FLC1200FW,162000 lm	500	8 y 7
	200	3
Reflecto 1800W, 234000 lm	500	5
	200	3
Omniblast Gen2 1740W, 141372 lm	500	8
	200	4

**4.3 Altura de montaje**

Se procedió a realizar el estimado de la altura de los proyectores en base a la ecuación 1.

$$hm = \tan(25^{\circ}) * d1(\text{ancho cancha}) + d2(\text{sección de asientos})$$



$$hm = \tan(25^\circ) * 34 + 20$$

$$hm = 23 \text{ m}$$

La altura mínima de los proyectores debe ser de 23 metros, para la buena calidad de iluminación y evitar deslumbramientos. [15]

#### 4.4 Simulación DIALux

Se desarrolló las simulaciones en DIALux, esto en relación con los cálculos luminotécnicos realizados y en base al cumplimiento de las normas de la FIFA.

Para 500 luxes, con el reflector sports led floodlight model FLC1200FW con lo dispuesto en la tabla 11. Anexo 7.

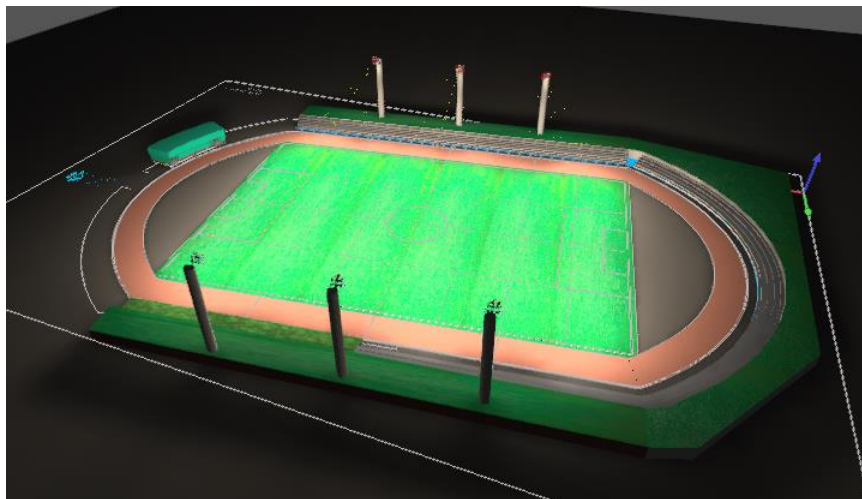


Fig. 26 Simulación 1, para reflector sports led floodlight model FLC1200W.

Para 500 luxes, Reflector Modular 1800W. Anexo 8.

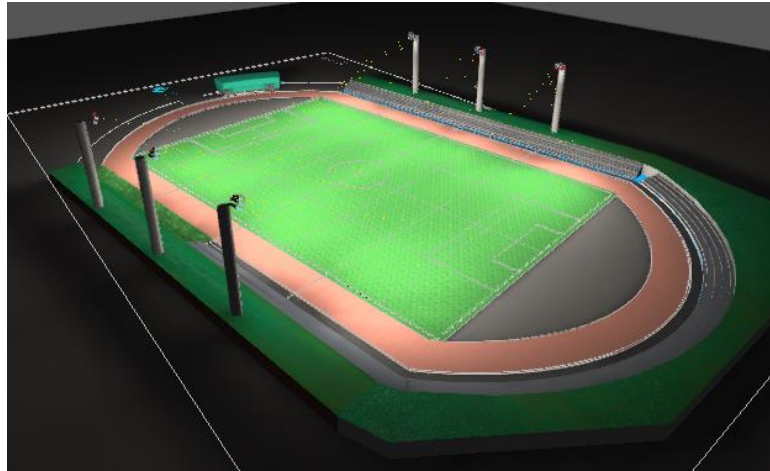


Fig. 27 Simulación 2, para luminaria, Reflector Modular 1800W.

Para 500 luxes, con el proyector Omniblast Gen2, 1740 W. Anexo 9.

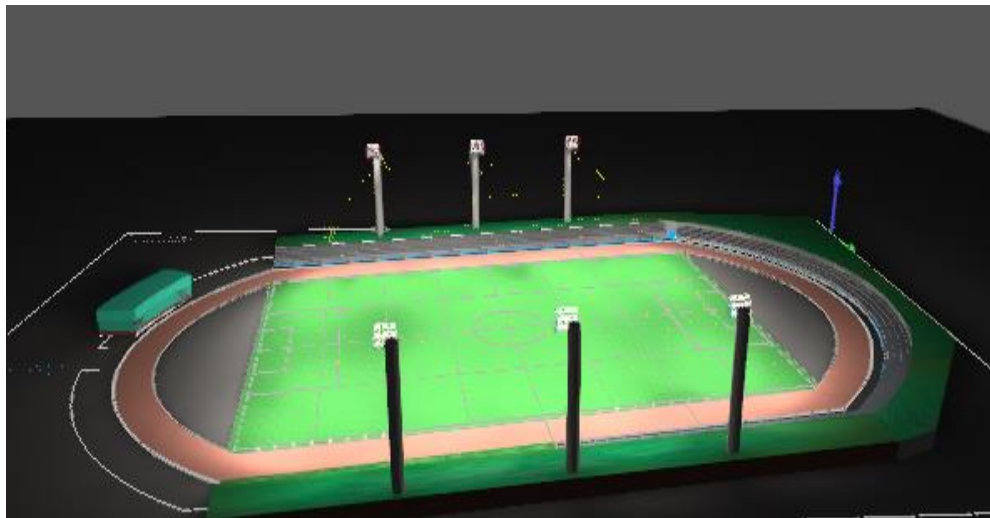


Fig. 28 Simulación 3, para el proyector Omniblast Gen2, 1740 W.

#### 4.5 Soporte para luminarias

Se realizó el soporte de los proyectores en función de su peso y su tamaño, para el proyecto se seleccionó una cruceta de acero galvanizado perfil L. Las dimensiones se especifican en el anexo 18.

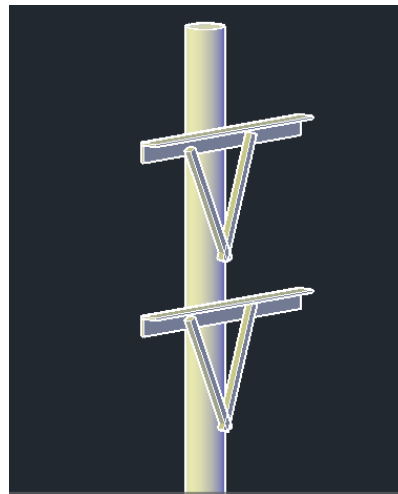


Fig. 29 Diseño de cruzeta perfil L 2,4 m en AutoCAD 3D

#### 4.6 Análisis resultados de simulaciones

La simulación permitió evaluar el rendimiento de cada luminaria dentro del entorno específico, considerando factores como la distribución de luz, la eficiencia energética, el deslumbramiento y la uniformidad. En la siguiente tabla se presentan los parámetros fotométricos obtenidos de las simulaciones

Tabla XV Cuadro de valores de las simulaciones en DIALux.

Simulación	Em 500 lx	U
1	507	0,61
2	535	0,68
3	577	0,54

#### 4.7 Selección de datos

. En la siguiente tabla se detalla los datos del proyector que mejor se adaptó a las características del proyecto y cumplió con las normas establecidas.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



Tabla XVI Selección de proyector

Elección de Reflector	
Marca	Reflector Modular
	XILED
Potencia	1800 W
Tipo de Luz	Led
Voltaje	110-240 V
Angulo apertura	30°
Simulación	
Iluminancia Horizontal	535 lx
Uniformidad	0,68
Potencia total	54000 W

Por último, en base a las simulaciones se estableció, que la altura de los proyectores es de 23 metros. Por lo tanto, el poste debe ser de al menos 25 metros.

**4.8 Diseño de suministro eléctrico**

La propuesta técnica se realizó en la ciudad de San Gabriel en la provincia del Carchi por lo que la empresa distribuidora encargada de proveer energía en el sector es EMELNORTE S.A. desde la subestación de San Gabriel.



Tabla XVII Datos de la red eléctrica Fuente: ArcGIS Online

Subestación	San Gabriel
Subtransmisión	69 kV, Tulcán-San Gabriel
Alimentador	San Gabriel 2
Empresa Distribuidora	EMELNORTE S.A.

Actualmente, no existe una red de medio voltaje que pase por la entrada principal del estadio en la calle Julio R Vaca, por lo que se consideró la línea de red trifásica que pasa por un costado del estadio, en la calle Nicanor Gavilanes a una distancia aproximada de 70 m del proyecto, como se indica en la figura 30.

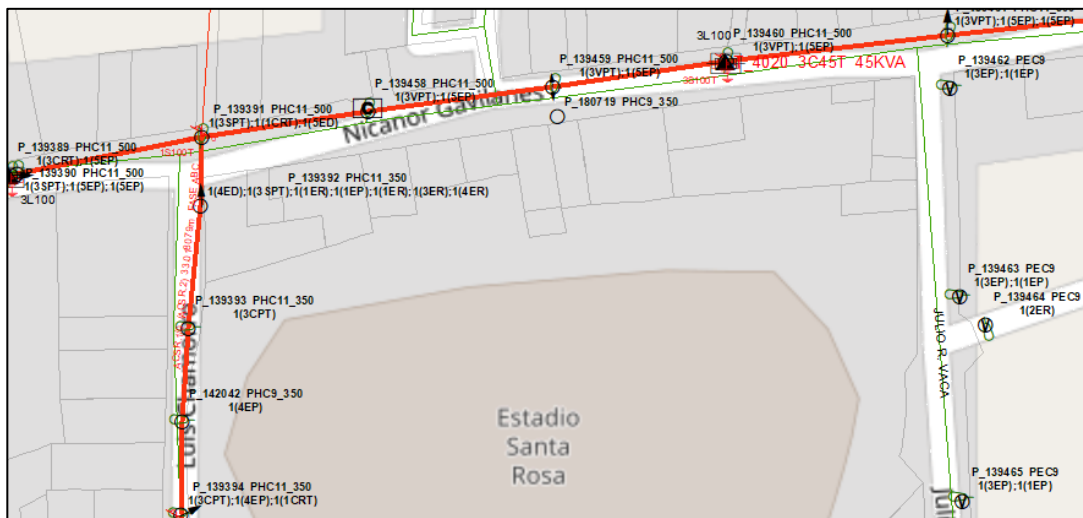


Fig. 30 Red de Emelnorte existente. Fuente: ARCGIS online

#### 4.8.1 Características del Proyecto.

Se determinó que, los proyectores de modelo modular de la marca XILED, cumplieron con los parámetros establecidos por la FIFA, cuyas especificaciones están indicadas en la tabla XVII y el anexo 8. El diseño de iluminación se realizó para 30 luminarias, 6 en cada poste.



También, se debe proveer de suministro eléctrico al camerino de jugadores. La potencia total de los proyectores es 54000 W.

#### 4.8.2 Cálculo de la Demanda Energética.

Para determinar la demanda del proyecto se utilizó la tabla 15. Se refiere a la planilla de cálculos de la demanda, proporcionada por la empresa distribuidora. Se consideró factores de simultaneidad de 100% ya que en el uso típico toda la carga estará activada en los proyectores y 40% en camerinos.

Tabla XVIII Planilla para la determinación de Demanda

Planilla para la Determinación de Demandas Unitarias de Diseño								
Nombre del Proyecto: PORPUESA DE DISEÑO ELÉCTRICO PARA LA ILUMINACIÓN DEL ESTADIO SANTA ROSA								
No: del Proyecto: 1								
Localización: CIUDAD DE SAN GABRIEL-MONTÚFAR -CARCHI								
Usuario Tipo: COMERCIAL								
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Item	Aparatos Eléctricos y de Alumbrado				FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	Descripción	Cant.	P (W)	Pn(W)				
1	Puntos de Iluminación estadio	30	1800	54000	100	54000	100	54000
2	Tomacorrientes camerinos	4	200	800	60	480	40	192
3	puntos de Iluminación camerinos	4	100	400	80	320	100	320
						54800		54512
Factor de potencia FP =		0,95						
Factor de Demanda FDM = DMU/CIR =			0,99					
DMU (KVA) =		57,38 KVA						
Número de usuarios		1						
Factor de Diversidad		1,00						
DD (KVA) =		57,38 KVA						

La demanda total del proyecto se determinó en 57,38 kVA. Para cubrir dicha demanda, se seleccionó un transformador trifásico con una capacidad de 75 kVA, al tratarse del valor nominal inmediatamente superior disponible en el mercado.

#### 4.8.3 Extensión de la red de medio voltaje.

Se consideró una extensión red de medio voltaje de tipo trifásica, necesaria por la demanda de 57.38 kVA que es una carga considerable. El punto de arranque va desde el poste existente con identificación P139461, que se encuentra en la intersección de las calles Nicanor Gavilanes



y Julio R. Vaca, avanza por los postes de hormigón de tipo PHC 12\_500 P1, P2 y P3, hasta llegar a la ubicación del transformador trifásico de 75kVA ubicado en el poste P4. Los postes metálicos existentes PEC 139466 y 139462 deberán ser sustituidos por los P1 y P2.

En el anexo 10, se muestra el diseño de la extensión de red de MV con un plano georreferenciado realizado en ArcGIS online. La referencia geográfica para el poste proyectado es X:853656.1, Y:10066419.7.

**4.8.3.1 Estructuras**

Para este apartado, se revisó el catálogo digital con el fin de identificar los códigos y referencias correspondientes a las unidades de propiedad. Las estructuras de las redes de distribución trifásica se encuentran especificadas en dichas unidades, empleándose estructuras del tipo volado para garantizar mayores condiciones de seguridad en zonas pobladas. Las estructuras utilizadas, así como la ubicación de los postes, se muestran en la figura 33 y se detallan en la tabla 21.

Tabla XIX Planilla de estructuras en postes

Estructura	139461	P1	P2	P3	P4	ToTal
3CR, Centarada Retenida	1			1		2
3VP, Volado Pasante			1			1
3VD, Volado Doble		1				1
3VR, Volada Retención				1		1
3CR, Centrada de retención					1	1
1ER, Retención 1 vía, neutro	1	2		2	1	6
1EP, Pasante 1vía, neutro			1			1
OFD, Tensor Farol Doble		1		1		2
TRT-3C-75kVA, Transformador Trifásico Convemcional					1	1

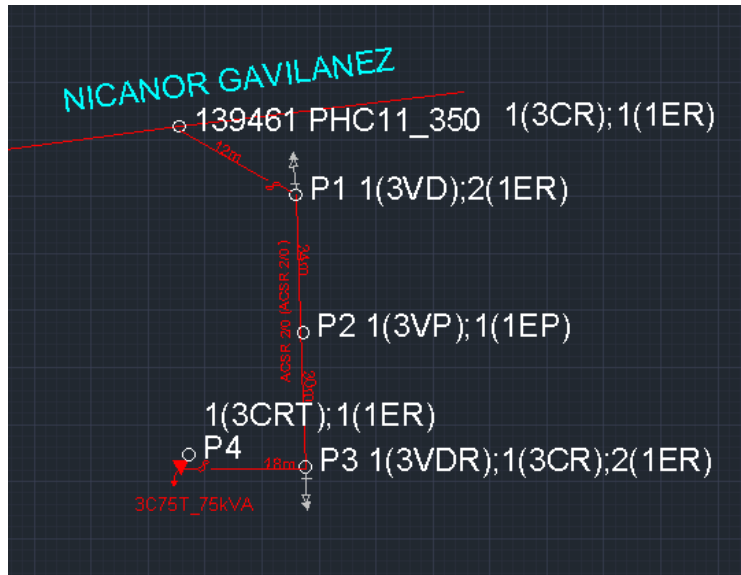


Fig. 31 Extensión de red MV y montaje de transformador 75 kVA

#### 4.8.3.2 Transformador

En la demanda se estableció que el transformador debe ser de 75 kVA, debe cumplir con los parámetros establecidos y estar homologado. El montaje del transformador será en el poste P4, PHC 12\_500, según las normas establecidas. Si la capacidad del transformador supera los 75kVA, se instalará en estructura tipo 3HR. En la figura 32 y en el anexo 11 se muestra el montaje del transformador.

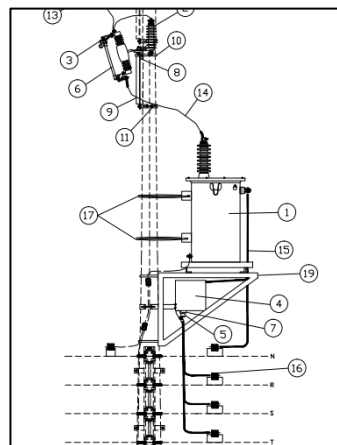


Fig. 32 Montaje de transformador trifásico convencional 75kVA [36]



**4.8.3.3 Selección Protecciones en Medio Voltaje**

Se eligió un seccionador portafusible tipo unipolar abierto, diseñado para 15 kV en cada fase. Con identificador SPT-3S100.



Fig. 33 Seccionador portafusible SPT-3S100 en estructura 3VR.

El fusible de expulsión que se escogió para este tipo de transformador es el Slow Fast de 1,3 conforme se especifica en la tabla 4. El fusible para protección de línea debe ser de tipo 50T, ya que es una derivación primaria, esto por coordinación de protecciones de la empresa distribuidora.

**4.8.3.4 Fusible NH**

Para la protección del transformador se optó por fusibles tipo NH, para este caso se realiza el dimensionamiento en la siguiente tabla.

Tabla XX Fusibles NH [28]

FUSIBLES NH			
CAPACIDAD TRANSFORMADOR EN KVA		FUSIBLE	
Monofásico	Trifásico	Tipo	Amperaje
5		NH 00	25
10		NH 00	50
15		NH 00	80
25		NH 1	120
37.5		NH 2	200
50		NH 2	250
	30	NH 00	125
	45	NH 00	160
	75	NH 2	250
	112.5	NH 2	400
	150	NH 3	500



Se seleccionó fusibles tipo NH 2 de 250 A, para transformador trifásico de 75kVA.

#### 4.8.3.5 Pararrayos

Los pararrayos fueron seleccionados para sistemas trifásicos. En este caso 3 pararrayos de distribución poliméricos con desconectador 10 KV, que cumplan con la norma de fabricación ANSI/IEEE C37.41. El montaje de los pararrayos se muestra en la siguiente imagen. Los pararrayos también pueden ubicarse en el transformador.

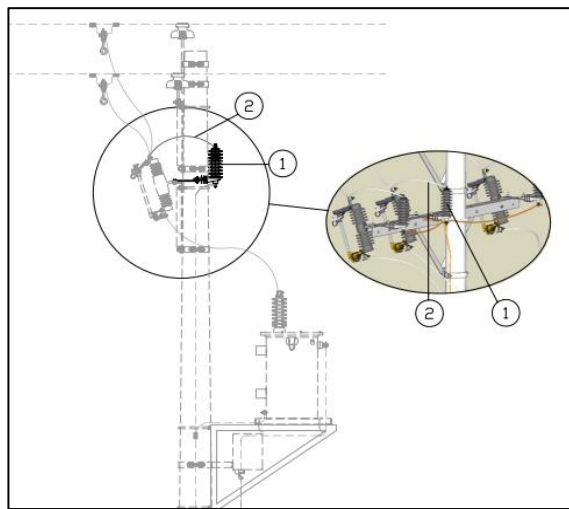


Fig. 34 Estructura SPT-3P para montaje de transformador[36]

Se recomienda la instalación de sistemas de protección contra descargas atmosféricas, dado que se trata de un espacio abierto con postes de gran altura. Además, al ser un estadio que puede albergar una gran cantidad de personas, es fundamental garantizar la seguridad tanto de los asistentes como de la infraestructura eléctrica ante posibles impactos de rayos. Se sugiere instalar un pararrayo tipo Franklin simple de 1 metro de altura en cada poste, conectado mediante conductor de cobre calibre 2 AWG. Las bajantes deberán estar interconectadas entre postes y dirigidas hacia el sistema de puesta a tierra, formando un anillo equipotencial.[41]

#### 4.8.3.6 Caída de voltaje en la red primaria



La caída de voltaje, en este caso, fue mínima y por criterios de coordinación de protecciones, se consideró el conductor ACSR 2/0 para la red de media tensión, dado que se trataba de una derivación primaria, esto conforme a las disposiciones de la empresa distribuidora

#### ***4.8.3.7 Transición de red de medio voltaje a bajo Voltaje***

A continuación, se menciona los criterios de construcción que se eligieron para esta propuesta. Las bajantes del transformador se deben transportar en una tubería rígida de acero galvanizado con un diámetro mínimo de 2", la cual se asegura al poste mediante cintas y hebillas de acero inoxidable, En la parte superior de la tubería se instala un codo metálico reversible, con el fin de sellarla correctamente. En la parte inferior, la tubería se une al pozo mediante un codo metálico de 90° con curva amplia, sin cortes. En el ingreso de este codo al pozo se incorpora una tuerca corona para evitar daños al cable por fricción, asegurando que el codo quede al menos 30 cm por debajo de la tapa del pozo. La conexión a tierra se completa con dos varillas de acero revestida en cobre de 1,80 m de largo y 5/8" de diámetro, unida mediante soldadura exotérmica. Se emplea un conductor de cobre desnudo calibre #2 AWG. Para realizar el dimensionamiento de la puesta a tierra, se realizó mediciones de resistividad del suelo. Anexo 12.[36]



Fig. 35 Transición de red de medio voltaje a bajo Voltaje.



#### 4.9 Distribución de energía en bajo voltaje

El medidor requerido correspondió a un sistema de 3 fases y 4 hilos, instalado en la caja general de medidores. Su colocación es responsabilidad de la empresa distribuidora. A partir de dicho medidor, se realizó la derivación hacia un tablero de distribución principal, desde el cual se derivan los distintos circuitos del sistema. Para lograr un diseño equilibrado de las cargas, estas fueron distribuidas en 8 circuitos, compuestos de la siguiente manera:

Tabla XXI Distribución de energía bajo voltaje.

Circuito	Cantidad	Potencia (Watts)	Total (Watts)
1	5	1800	9000
2	5	1800	9000
3	5	1800	9000
4	5	1800	9000
5	5	1800	9000
6	5	1800	9000
7	4	200	800
8	4	100	400

##### 4.9.1 Selección de conductores para bajo voltaje

La selección de los conductores se basó en la capacidad de corriente que pueden soportar y en la caída de tensión permisible. En primer lugar, se llevó a cabo el dimensionamiento del calibre de la acometida de baja tensión, la cual se extiende desde el poste P4 hasta el medidor. Para el cálculo de la corriente, se empleó la siguiente ecuación.



$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V} = \frac{75kVA}{\sqrt{3} \times 0.220kV} = 196.8 A \approx 200 A$$

Ecuación 5 Corriente [28]

La corriente que debe transportar el conductor debe ser mínimo de 200 A, por lo que se seleccionó el conductor TTU de aluminio de calibre #4/0 para las fases y neutro. Anexo 13. El conductor de la puesta a tierra será de cobre desnudo Cu #2, como lo especifica el MEER. A continuación, se presenta el diagrama unifilar realizado para la distribución en bajo voltaje.

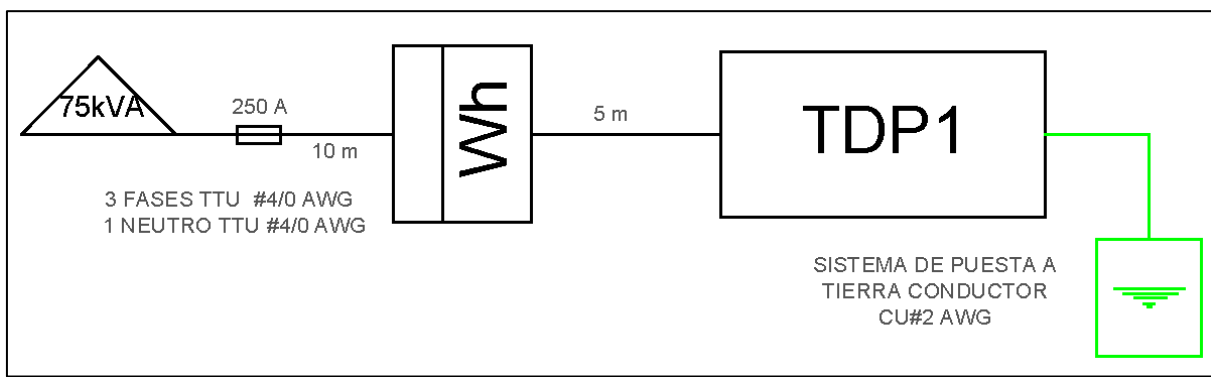


Fig. 36 Diagrama tablero de distribución principal.

Para dimensionar los conductores de los circuitos que van a los postes de iluminación del estadio, se tomó en cuenta un voltaje de 220 V, factor de potencia de 0.95 y un margen de seguridad del 25% tenemos:

$$I = \frac{9000 W}{220V \times 0.95} = 43 A$$

$$I_{conductor} = 1.25 \times I = 54 A \approx 60A$$

Se seleccionó los conductores TTU de calibre 6 AWG. Anexo 13. Para el tablero en el cuarto de camerinos los conductores 12, 14 AWG para las fases y neutro.

En la siguiente tabla se muestran un resumen de los conductores que se utilizan en este proyecto.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



Tabla XXII Distribución de energía bajo voltaje.

Conductor	Circuito
TTU AL # 4/0	Acometida
TTU AL #6	Iluminación proyectores
THHN #12, #14	Camerino, iluminación y tomacorrientes
Cu # 2	Sistema de puesta a tierra

**4.9.2 Cálculo de caída de voltaje**

A continuación, se presenta la tabla de caída de voltaje en los circuitos de bajo voltaje, la tabla tiene el formato que maneja la empresa distribuidora. Con el fin de garantizar que esta se encuentre dentro de límites permitidos en donde se verifica que cada etapa del circuito corresponde a valores que no superan el 3% de la caída de voltaje.

Tabla XXIII Caídas de voltaje de circuitos

DATOS			Carga/usuario	Luminarias	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO		Nro.				FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)	
DESIG.	L(m)	CONSUM.	kVA/tramo	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
P0-P5	60	1	1,96	0,000	Monofásico	#6	215	117,8032833	0,55	0,55
P0-P8	80	1	1,96	0,000	Monofásico	#6	215	157,0710443	0,73	0,73
P8-P9	26	1	1,96	0,000	Monofásico	#6	215	51,04808941	0,24	0,24
P9-P10	26	1	1,96	0,000	Monofásico	#6	215	51,04808941	0,24	0,24
P5-P6	26	1	1,96	0,000	Monofásico	#6	215	51,04808941	0,24	0,24
P6-P7	26	1	1,96	0,000	Monofásico	#6	215	51,04808941	0,24	0,24
										0,55

**4.9.3 Protecciones para red de bajo voltaje**

Como se ha mencionado en los apartados anteriores, existen diferentes tipos de protección, en este caso se utiliza interruptores termomagnéticos. Para el circuito principal se seleccionó un interruptor termomagnético tipo caja moldeada de 180 A de tres fases y para los circuitos de los proyectores un interruptor bipolar termomagnético de 50A. Para los circuitos de iluminación y tomacorrientes se escogió interruptores termomagnéticos de 15 A y 32 A.



Los circuitos derivados del tablero de distribución principal deben estar en balance de carga, se recomienda usar alguna configuración distribuida, como se indica en la figura 37.

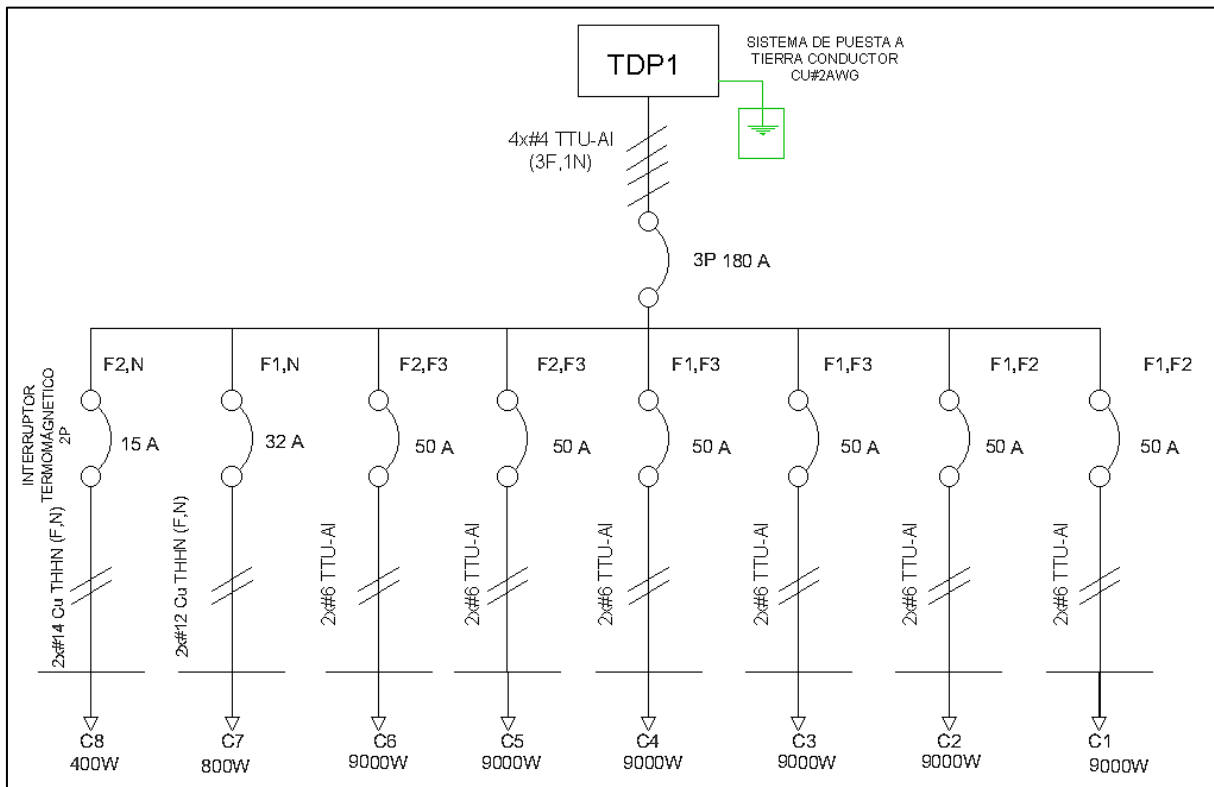


Fig. 37 Diagrama unifilar circuitos secundarios.

#### 4.9.4 Tablero de distribución

Los tableros de distribución se colocarán a 1,60 metros desde el suelo, hasta la parte inferior de la misma. [22] A continuación, se muestra un modelo referencia del tablero principal, donde se ubicó en la parte superior la caja moldeada de 180 A, de la parte inferior de esta, se extienden 3 barras de cobre, para la repartición de las cargas, en la parte inferior las barras de neutro y tierra.

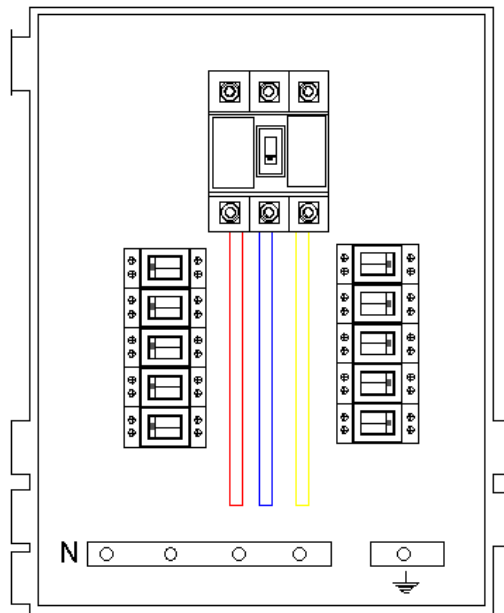


Fig. 38 Diseño de tablero principal.

**4.10 Elección poste de iluminación**

Se requirieron seis postes metálicos de 25 metros de altura para la iluminación del estadio. Estos postes deben soportar el peso de las estructuras de las luminarias, soportes de mantenimiento y crucetas. Otro factor que se tomó en cuenta para el diseño fue la ubicación geográfica del estadio. Esto permitió prever la fuerza del viento que se ejercerá sobre cada poste. Estos datos fueron suministrados para la fabricación de los postes. Las especificaciones detalladas del poste, proporcionadas por una empresa de metalurgia especializada en este tipo de proyectos, se incluyeron en el anexo 14. Se estableció que cada poste se empotraría en una base de concreto, tal como se mencionó posteriormente en el apartado de obra civil.

**4.11 Obra Civil**

**4.15.1 Pozos de revisión**

Para la ubicación de los pozos de revisión se eligió los pozos de tipo A, que son pozos adecuados para instalaciones de red de bajo voltaje y tipo B para la acometida principal que va desde el transformador hasta el medidor .[36]



Tabla XXIV Tipos Pozos de revisión [36]

Tipos	Largo (m)	Ancho(m)	Profundidad (m)	Aplicación
A	0.60	0.60	0.75	AP-ACOMETIDA
B	0.90	0.90	0.90	MV-BV-AP

En el anexo 3, se muestra un plano de la ubicación del pozo seleccionado. Repartiéndose 8 pozos de revisión 7 pozos tipo A y 1 pozo de derivación principal tipo B. En el anexo 16, se muestra el pozo de revisión tipo A.

#### 4.15.2 Zanjas y ductos

Los ductos deben instalarse de una manera uniforme, resguardando la integridad de los conductores. El pozo de revisión que se ha elegido es de tipo A, para acometidas y alumbrado público. Los ductos tienen que estar a una profundidad mínimo de 40 cm, la separación de estos es de 15 cm, sin depender del voltaje o diámetro del ducto.[36] Anexo 17.

El ancho de la zanja se calcula con la ecuación de la sección 2 de la UC, en el apartado 1.5.

Tabla XXV Resultados pozos de revisión

Características	Pozo tipo A
Número de ductos	1x2
Profundidad zanja, desde la parte superior del ducto	40 cm
Tipo de ducto	Tubo PVC de pared estructurada e interior lisa tipo B para red de MV y BV. 110 mm
Ancho zanja	60 cm

#### 4.15.3 Base de concreto para poste

Existen dos tipos principales de cimentaciones: con zapatas, adecuadas cuando predominan las cargas verticales y el suelo tiene buena capacidad de soporte; y con pilotes, utilizadas cuando el suelo es débil y las cargas son mayormente laterales. El diseño de la base de concreto requiere



de conocimientos de ingeniería civil, por lo cual se recomienda realizar un estudio de suelo para la elección que mejor corresponda, en la siguiente figura se muestra el diseño de una zapata cuadrangular en AutoCAD 3D. [42]

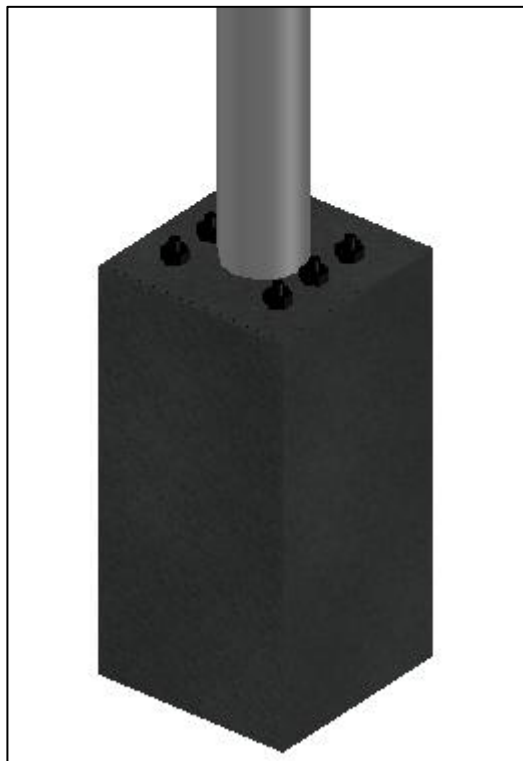


Fig. 39 Diseño Zapata para poste metálico de 25 metros.

### Conclusiones

Se determinó que la iluminancia horizontal y la uniformidad son los parámetros principales que sirven para evaluar la calidad de la iluminación en estadios de fútbol. De la misma manera, la reproducción cromática y la temperatura de color son las características principales que se deben tomar en cuenta en los proyectores, ya que determinan su capacidad para cumplir con los niveles de iluminación propuestos por la FIFA.

Se desarrolló el diseño luminotécnico utilizando el método de cálculo de lúmenes en conjunto con el software DIALux, lo que permitió obtener una distribución uniforme de la



iluminancia, niveles acertados de luxes, así como definir la altura de montaje y seleccionar el proyector más adecuado para el diseño. Se determinó mediante la simulación el cumplimiento de los parámetros establecidos por la Clase II de iluminación, aplicable a eventos no televisados de la FIFA.

La investigación se desarrolló en tres fases fundamentales, la revisión teórica de normativas y principios de iluminación, diseño luminotécnico mediante simulaciones en DIALux, y dimensionamiento del sistema de suministro eléctrico conforme a las Unidades de Propiedad y Construcción y normativa local. Estos procesos permitieron respaldar técnica y normativamente la propuesta de diseño eléctrico de la iluminación del Estadio Olímpico Santa Rosa.

### **Recomendaciones**

Se recomienda considerar un diseño energético híbrido que integre sistemas de generación fotovoltaica con el suministro de red en corriente alterna, con el fin de lograr reducir la dependencia del sistema eléctrico convencional, optimizar el consumo energético y aprovechar los recursos renovables.



### Referencias

- [1] ASOCIACIÓN PROVINCIAL DE FÚTBOL PROFESIONAL DE CARCHI, “Fútbol Ascenso Ecuador .” Accessed: Apr. 08, 2025. [Online]. Available: <https://futboldeascensoecuador.blogspot.com/2014/02/asociacion-de-futbol-no-amateur-de.html>
- [2] Federación Ecuatoriana de Fútbol, “Reglamento General de Competiciones FEF,” 2024. Accessed: Apr. 21, 2025. [Online]. Available: <https://www.fef.ec/wp-content/uploads/2024/03/Reglamento-General-de-Competiciones-FEF-2024-1.pdf>
- [3] Fermín Barrero, *Sistemas de energía eléctrica* . Madrid, 2004.
- [4] J. M. A. S. Antonio Jesús Conejo Navarro, *INSTALACIONES ELÉCTRICAS*, Primera Edición. Madrid, 2007.
- [5] Rodríguez Salvador, *Visión\_y\_deporte*. España, 2010.
- [6] INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos), “Censo Ecuador,” Resultados Principales Carchi . Accessed: May 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.censoecuador.gob.ec/>
- [7] Juan Antonio Yebra Morón, *Sistemas eléctricos de distribución*. 2021.
- [8] Sylvania, “Guía técnica de Iluminación.”
- [9] Manuel Martín Monroy, *Manual de la iluminación* , Gran Canaria., vol. Volumen I. 2006.
- [10] Pablo martinez, “Manual de luminotecnia INDAL,” 2002.
- [11] ELENA SANJUÁN SÁNCHEZ, “CONCEPTOS BÁSICOS DE LUMINOTECNIA,” Valencia, 2014.
- [12] Philips, “Fundamentos sobre la generación de la luz y el alumbrado.” Madrid, 1983.



- [13] Ministerio de empleo y seguridad social, “ILUMINACIÓN EN EL PUESTO DE TRABAJO. CRITERIOS PARA SU EVALUACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO.” Accessed: Jul. 09, 2024. [Online]. Available: <https://www.insst.es/documentacion/material-tecnico/documentos-tecnicos/iluminacion-puesto-trabajo-criterios-evaluacion-y-acionamiento-puestos-2015>
- [14] Vittorio Re, *Iluminación externa*, Macombo S.A. 1979.
- [15] FIFA, *Estadios de fútbol*, 5ta ed. 2011.
- [16] N. , B. G. V. , M. A. A. , & P. V. R. M. Castilla Cabanes, “ LUMINOTECNIA: Cálculo según el método de los lúmenes.” 2011.
- [17] Santiago Patricio Cañar Olmedo, “Cálculo detallado de pérdidas en sistemas eléctricos de distribución aplicado al alimentador ‘Universidad’ Pertenece a la Empresa Electrica Ambato Regional Centro Norte S.A.,” Quito, Sep. 2007.
- [18] EERSSA ELÉCTRICA REGIONAL DEL SUR S.A, “NORMAS TÉCNICAS PARA EL DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS URBANAS Y RURALES,” Jan. 2012.
- [19] Y. Bajo, V. En, L. A. Avenida, and E. A. De, “UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ EXTENSIÓN CHONE CARRERA INGENIERÍA ELÉCTRICA TRABAJO DE TITULACIÓN MODALIDAD PROYECTO TÉCNICO Título.”
- [20] MARICELA ROMERO HERNANDEZ, “Características y aplicacion de los conductres eléctrcios para baja tensión en busca del mejor servicio, durabilidad y seguridad,” UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MEXICO, 2014.
- [21] EL DIRECTORIO DE LA AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ELECTRICIDAD - ARCONEL, “REGULACIÓN Nro. ARCONEL 008/2024,” *Distribución y comercialización de energía eléctrica*, 2024.
- [22] Tito Bravo, “Instructivos para pruebas de conductores aéreos de alta tensión,” 2002.



- [23] Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda, “NEC Ecuatoriana de la Construcción.”  
Accessed: Jun. 22, 2025. [Online]. Available:  
<https://www.habitatyvivienda.gob.ec/documentos-normativos-nec-norma-ecuatoriana-de-la-construccion/>
- [24] BRYAN MALAGÓN and HENRY SÁNCHEZ, “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,” 2021.
- [25] ROBERTH DARÍO NAVAS LECHÓN, “ESTUDIO DE COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS DE LA SUBESTACIÓN SAN AGUSTÍN Y CREACIÓN DE UN MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EMPLEANDO LA METODOLOGÍA APLICADA EN EMELNORTE,” UNIVERSIDAD POLITÉCNICA NACIONAL , QUITO, 2017.
- [26] Alfredo Cuevas and Jorge Hernandez, “COORDINACIÓN DE PROTECCIONES EN UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ,” 2013.
- [27] ARMANDO RENÉ PORTALANZA MANCHENO, “PROYECTO DE NORMA PARA TIRAFUSIBLES TIPO EXPULSIÓN DE MEDIO VOLTAJ,” ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL, quito, 2004.
- [28] “ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA COORDINACIÓN DE PROTECCIONES DE LOS ALIMENTADORES PRIMARIOS A 13,8 kV DE LA S/E PUJILÍ PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA PROVINCIAL COTOPAXI PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO ELÉCTRICO LUIS EDUARDO CHANATASIG GUANOLUISA.”
- [29] Juan Fernando Lazo, “Estudio para la implementación de pararrayos en Sistemas de Distribución para media Tensión,” Univesidad Politécnica Salesiana, cuenca, 2016.



- [30] ABB SACE, “Manual técnico de instalaciones eléctricas Aparatos de protección y maniobra La instalación eléctrica,” Bergamo , 2007.
- [31] Gemma Vázquez Arenas, “Manual de Instalaciones eléctricas de baja tensión, ICT e iluminación interior en edificios de viviendas,” Universidad Politécnica de Cartagena, 2011.
- [32] S. A. Servicios Condomex, “Manual técnico de instalaciones eléctricas en baja tensión,” 2009.
- [33] Antonio Jesús Conejo Navarro, José Manuel Arroyo Sánchez, and Federico Milano, “INSTALACIONES ELÉCTRICAS,” Universidad de Castilla, 2007.
- [34] MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, “MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA DE REDES SUBTERRÁNEAS.”  
Accessed: Jul. 01, 2025. [Online]. Available:  
[https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper  
&Itemid=873](https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=873)
- [35] Agencia de regulación y Control de Electricidad, “Normativa del Sector Eléctrico Ecuatoriano.” Accessed: Jul. 02, 2025. [Online]. Available:  
<https://arconel.gob.ec/normativa-del-sector-electrico-ecuatoriano/>
- [36] MEER, Empresa Eléctrica Quito, Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, and Corporación Nacional de Electricidad CNEL, “Catálogo Digital-Redes de distribución de Energía Eléctrica,” HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP) Y UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC) DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA. [Online]. Available:  
[https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com\\_content&view=article&i  
d=10&Itemid=935](https://www.unidadespropiedad.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=935)
- [37] Norma española -UNE- EN 12193, “Iluminación de instalaciones deportivas ,” Apr. 2020.



- [38] “Precisión SIG Accesible MobileMapper ® 10.” [Online]. Available: [www.ashtech.com](http://www.ashtech.com)
- [39] “Telurómetro Digital KT-480D TESTECH.”
- [40] E.T.S. Arquitectura, N. Castilla Cabanes, and V. Blanca Giménez, “L U M I N O T E C N I A: Cálculo según el método de los lúmenes ,” 2021.
- [41] C. De, E. Alejandro, C. Contreras, I. R. Santan, and J. Msc, “Propuesta de implementación de protecciones atmosféricas para un establecimiento ubicado en zona de alta probabilidad de rayos.”
- [42] A. Por, I. Juan, M. Rubio, R. Guatemala, and J. De, “CIMENTACIONES PARA TORRES AUTOSOPORTADAS WILIAM LISANDRO SACALXOT LÓPEZ.”



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**

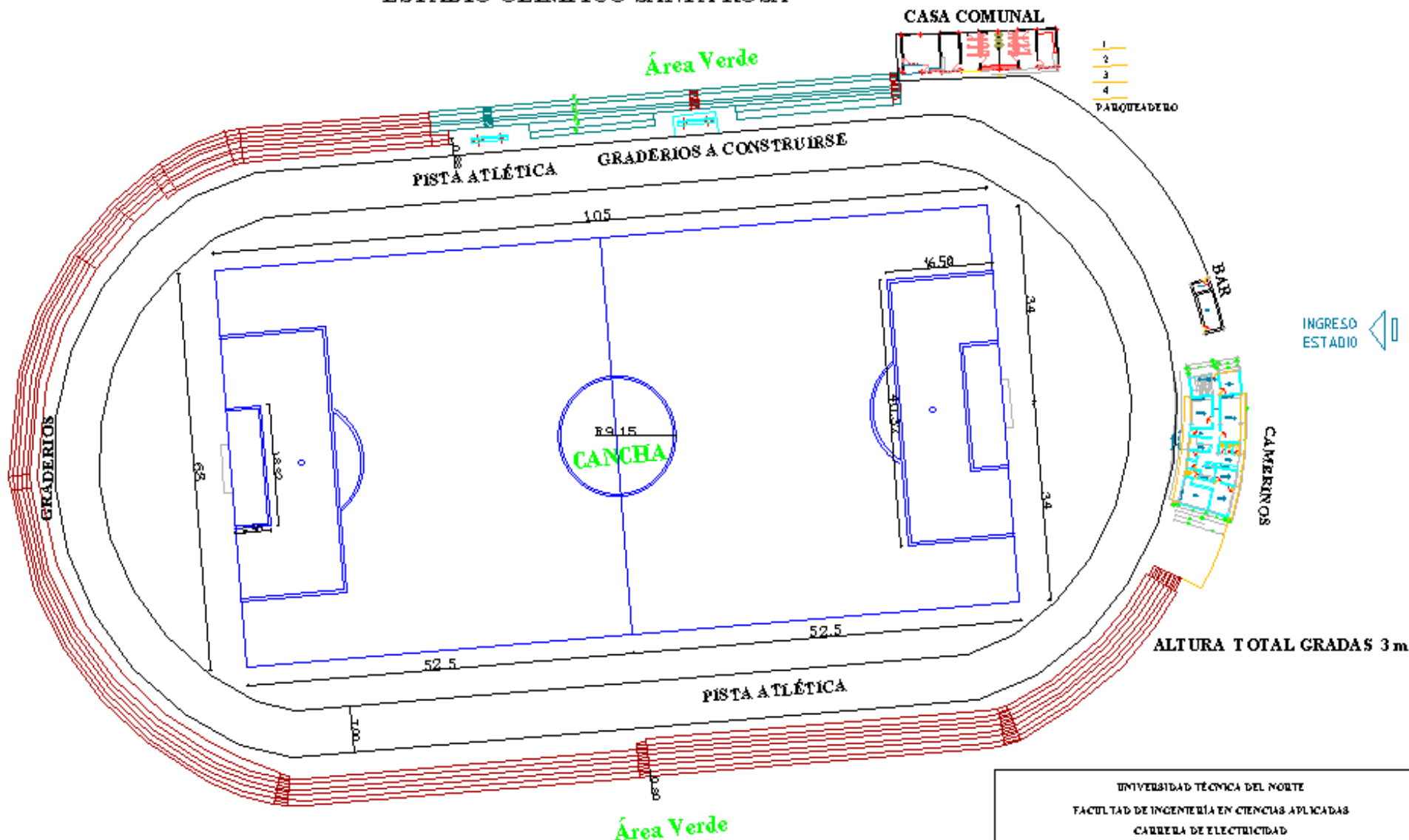


**Anexos**

**Anexo 1**

<b>FICHA DE OBSERVACIÓN</b>	
<b>NOMBRE</b>	JEFFERSON ROMERO
<b>LUGAR</b>	ESTADIO OLÍMPICO SANTA ROSA
<b>FECHA</b>	10/3/2025
<b>Descripción</b>	<b>DIMESNIONES Y CARCATERISITICAS</b>
<b>CRITERIO /LUGAR</b>	<b>DATOS E INFROMACIÓN</b>
<b>CANCHA DE JUEGO</b>	<b>LARGO: 105m ANCHO: 68m</b>
<b>PISTA ATLÉTICA</b>	<b>ANCHO: 10m</b>
<b>GRADERÍO</b>	<b>ALTURA: 3m</b>
<b>DISTANCIA UBICACIÓN POSTE DE ILUMINACIÓN</b>	<b>DISTANCIA POSTE-LATERAL CANCHA:20m</b>
<b>UBICACIÓN RED MV</b>	70 m DE LA ENTRADA DEL ESTADIO CALLE NICANOR GAVILANEZ
<b>UBICACIÓN RED BV</b>	FRENTE AL ESTADIO POSTE METÁLICO
<b>ILUMINACIÓN CANCHA</b>	SI : NO: <input checked="" type="checkbox"/>
<b>ILUMINACIÓN CAMERINOS</b>	SI : <input checked="" type="checkbox"/> NO
<b>TABLERO DE DISTRIBUCIÓN</b>	CAJA TÉRMICA 1P

ESTADIO OLÍMPICO SANTA ROSA



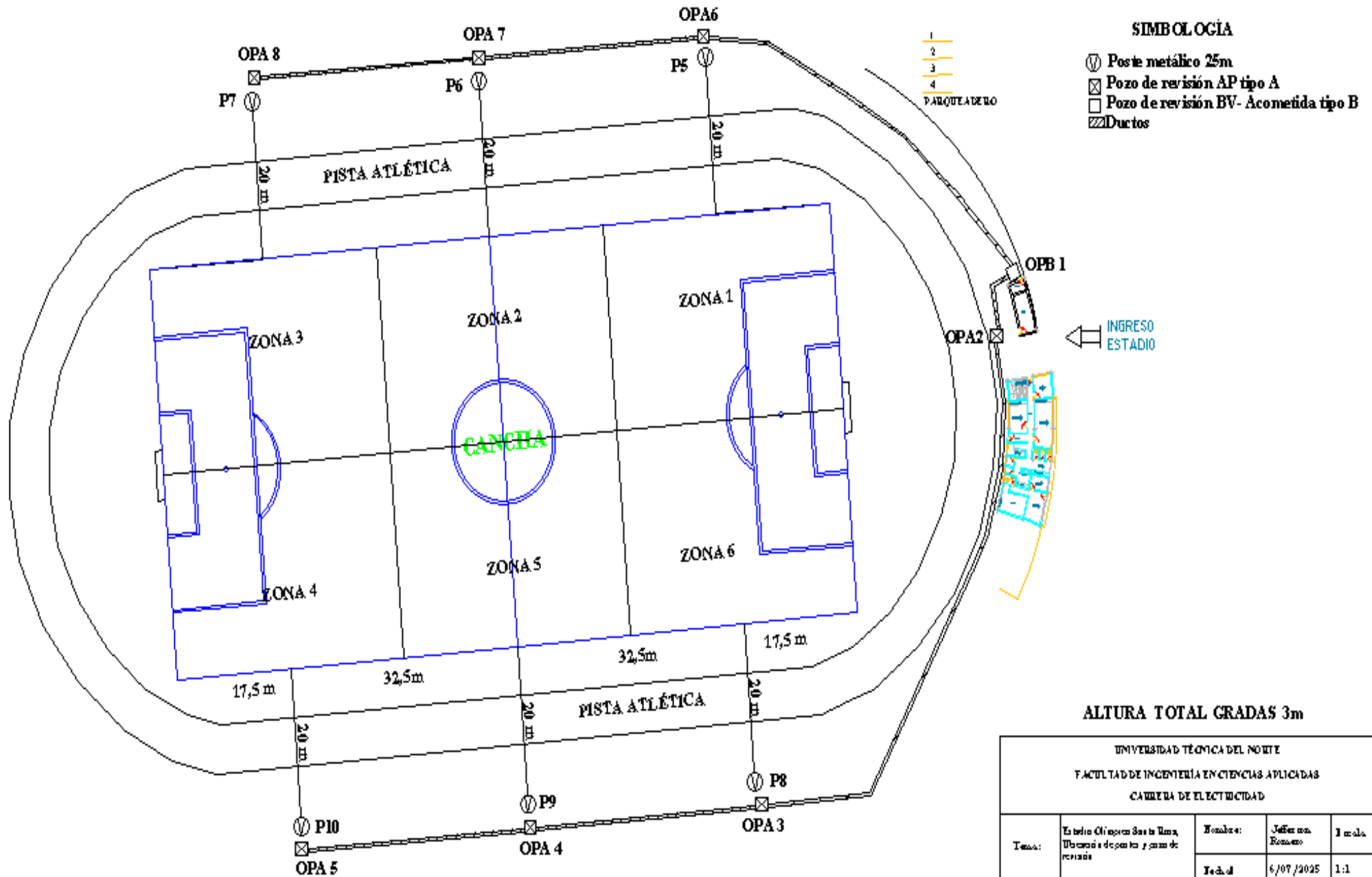
- 1
  - 2
  - 3
  - 4
- PARQUEADERO

INGRESO ESTADIO

ALTURA TOTAL GRADAS 3m

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE				
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS				
CARRERA DE ELECTRICIDAD				
Tema:	Estadio Olímpico de Santa Rosa	Nombre:	Jefferson Romero	Escala:
		Fecha:	6/02/2025	1:1

# ESTADIO OLÍMPICO SANTA ROSA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE				
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS				
CARRERA DE ELECTRICIDAD				
Tema:	Estadio Olímpico Santa Rosa, Ubicación de postes y pozos de revisión	Fechas:	Fecha con. Ejecutor:	1 escala
		Tech. d	6/07/2025	1:1



Anexo 4



FLC1200FW



Sports LED floodlight model FLC1200FW branded Silversun, 4 modules, diameter 52cm, beam angle 25°. Black aluminum body and polycarbonate optical lens diffuser. Colour temperature 5700K, luminous flux 162.000 lm, color rendering index >70, power 1200W, 100-277 VAC / 50-60 Hz and protection indexes IP65 and IK10. Dimensions diameter 520mm x depth 515mm and weight 23 Kg. Installation bracket included.

**LUMINOUS DATA**

Luminous flux	162.000 lm
Efficiency	135 lm/W
Colour rendering index CRI	≥70
Colour temperature	5700K
Colour chromatic (sdcml)	3,4

**ELECTRICAL DATA**

Power	1200W
Rated voltage	100-277V A.C
Frequency	50/60Hz
Power factor	≥0,95
Harmonic distortion THD	<20%
Inrush current	13,4A
Max units per MCB C16	1
Dimmable	1-10V
Driver	Internal
Class protection	Class I

**OPTICAL DATA**

Beam angle	25°
Diffuser model	Optical Lens
Diffuser material	Polycarbonate

**MECHANICAL DATA**

Body material	Aluminum
Body colour	Black RAL9004
IP protection rate	IP65
IK protection rate	IK10

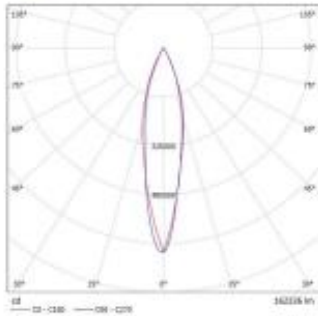
**FUNCTIONAL DATA**

Working temperature	-30°C a 40°C
Lifespan (L70B10 25°)	>163.000h

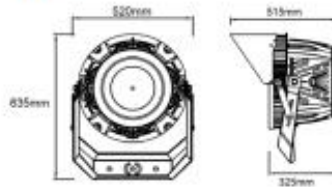
**LOGISTICAL DATA**

EAN code	8436546699378
Device dimensions	Ø520x515mm
Device weight	23 kg
Units per box	1
Box dimensions	620x570x415mm
Box weight	27 kg

**DISTRIBUTION**



**DIMENSIONS**





Anexo 5

**REFLECTOR MODULAR 1800W**



**1800W**

**Beneficios del Producto**

\* Adoptando tecnología de disipador de calor de la CPU garantiza un mejor rendimiento de trabajo estable.

**Características del producto**

- Diseño óptico completo con grado de lentes de 15° y 30°.
- Aspecto único con diseño compacto.
- Ahorro de energía del 60% por reemplazar la luz de halógenos metálicos
- Eficiencia máxima de lumen 130lm/w

**Áreas de aplicación**

- Proyector
- Interno / Externo
- Estacionamientos
- Espacios deportivos de alto rendimiento

**► ESPECIFICACIONES**

POTENCIA	LUZ	CONSUMO	VIDA DEL LED	CERTIFICACION	GARANTIA	INTENSIDAD
1800W	6500k	1800W	100000 horas	IP66	1 Año	234000LM
TIPO DE LED	RA	MATERIALES	TEMP DE TRABAJO	REFLECTOR	IK	Driver
Epistar 3030	80	Aleación de Aluminio	-30°C, +80°C	Lente Óptica	08	Aislado PF>0.98
Frecuencia	DxD					
50/60hz	>10%					



**Anexo 6**

# OMNIBLAST GEN2



**INFORMACIÓN GENERAL**

Altura de instalación recomendada	8m a 50m   26' a 164'
Driver incluido	No
Marca CE	Sí
Certificado ENEC	Sí
UL certified	Sí
Conformidad con RoHS	Sí
Conformidad con TUV (lanzamiento de pelota)	Sí
Ley francesa del 27 de diciembre de	a, b, c, d, e, f, g

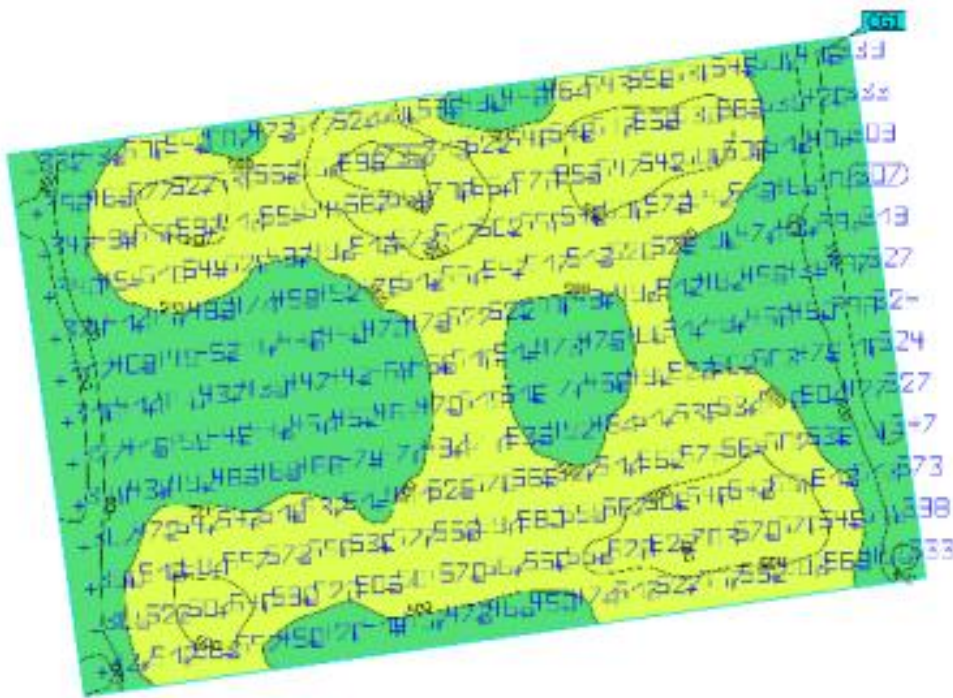
**INFORMACIÓN ELÉCTRICA**

Clase eléctrica	Class 1/US, Class I EU
Tensión nominal	120-277 V – 50-60 Hz 220-240 V – 50-60 Hz 347-480 V – 50-60 Hz
Factor de potencia (a plena carga)	0.9
Opciones de protección contra sobretensiones (kV)	10 20
Compatibilidad electromagnética (CEM)	EN 55015:2013/A1:2015, EN 61000-4-2, -3, -4, -5, -6, -8, -11:2014, EN 61000-3-2, -3:2013
Protocolo de control	1-10V, DMX-RDM



Anexo 7

Estadio Olímpico Santa Rosa (Escena de luz 1)  
**Reflector sports led floodlight model FLC1200FW**



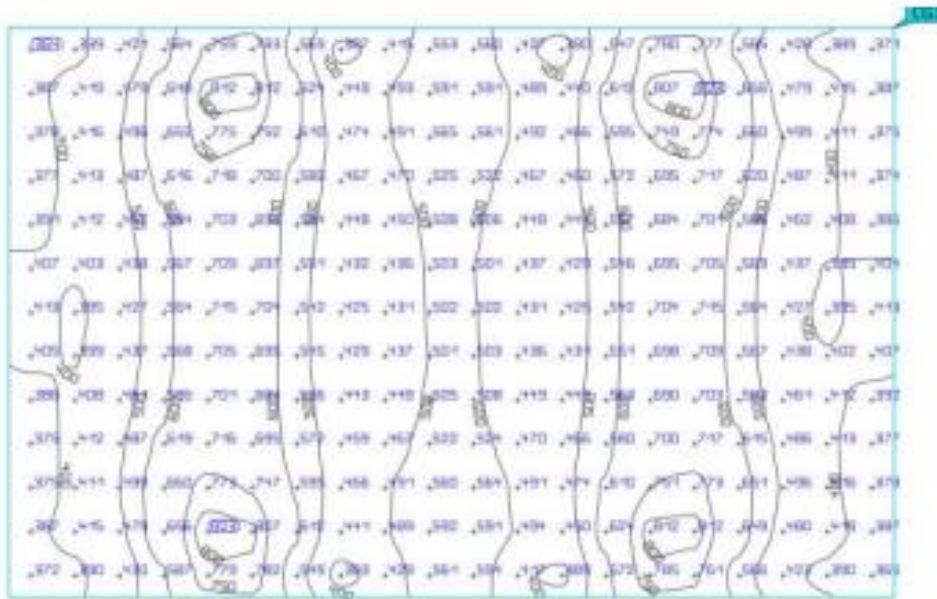
Propiedades	$E$	$E_{min}$	$E_{max}$	$U_v (g)$	$g_v$	Índice
Reflector sports led floodlight model FLC1200FW Iluminancia perpendicular Altura: 0.100 m	507 lx	307 lx	736 lx	0.61	0.42	CG1



Anexo 8

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Reflector Modular 1800W



Propiedades	E	E <sub>min</sub>	E <sub>max</sub>	U <sub>0</sub> (gr)	g <sub>r</sub>	Índice
Superficie de cálculo 1 Iluminancia perpendicular Altura: 0.020 m	535 lx	364 lx	823 lx	0.68	0.44	CG1

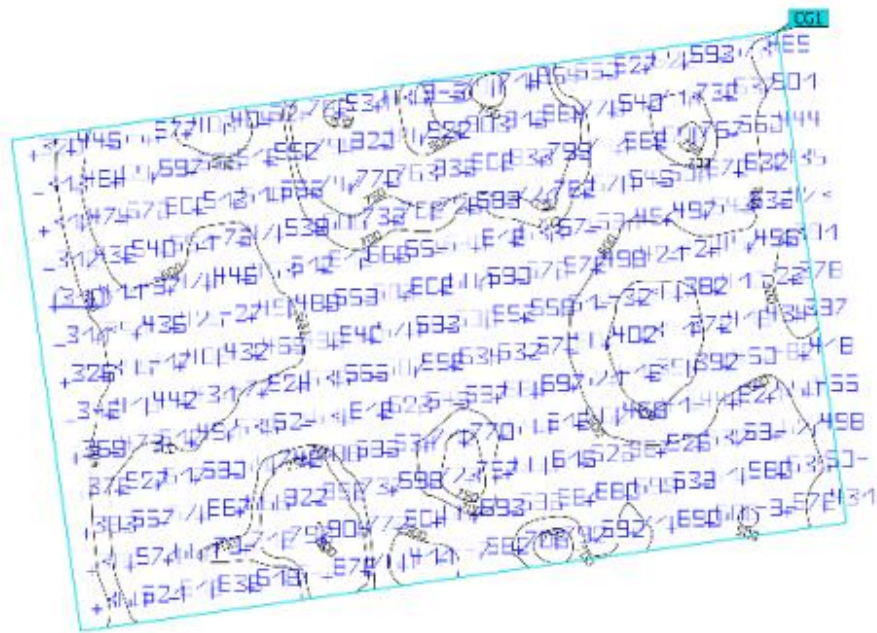
Perfil de luz: Configuración DIALux predeterminada (S.T.A Estándar (línea de tránsito al aire libre))



Anexo 9

Terreno 1 (Escena de luz 1)

Proyector Omniblast Gen2, 1740 W,



Propiedades	E	Enin	Emax	U <sub>o</sub> (g)	g <sub>o</sub>	Índice
Proyector Omniblast Gen2, 1740 W, Iluminancia perpendicular Altura: 0,100 m	579 lx	310 lx	945 lx	0,54	0,33	CG1

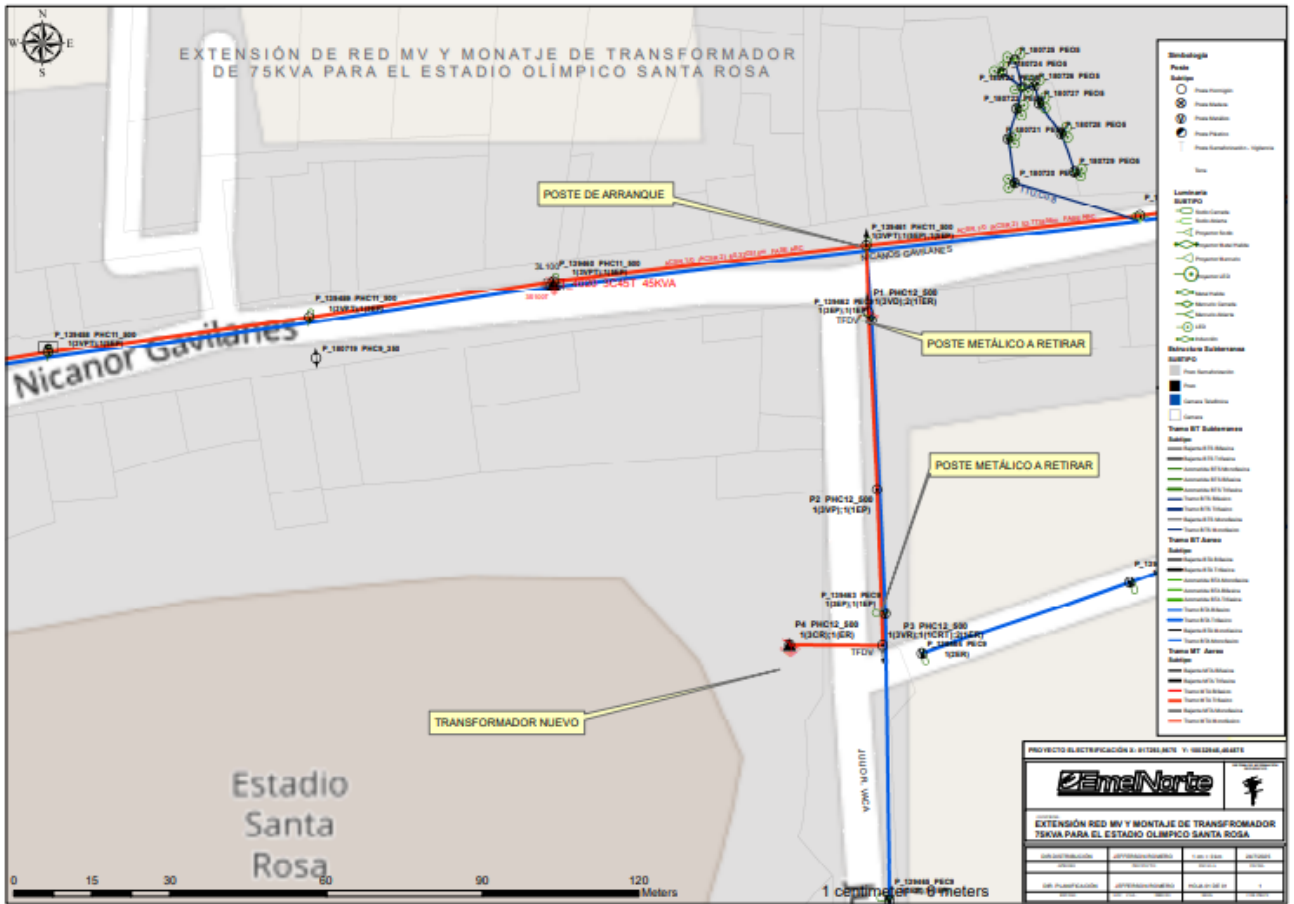
Perfil de uso: Configuración DIALux predeterminada (S.1.4 Estándar (área de tránsito al aire libre))



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**Anexo 10**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**Anexo 11**

HOMOLOGACION DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)		REVISION: 02	
COMISION DE HOMOLOGACION DE LAS UP		FECHA: 2010-12-17	
CÓDIGO:	TRANSFORMADORES EN REDES DE DISTRIBUCIÓN 13,8 kV GRDy / 7,96 kV - 13,2 kV		
TRT-3E(1)	GRDy / 7,62 kV		
HOJA 1 DE 2	TRIFÁSICO - CONVENCIONAL EN DOS POSTES CON RED SECUNDARIA PREENSAMBLADA - NOTA 1		
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Transformador trifásico convencional, 13800 - 220 / 127 V a 13200 - 220 / 127 V	1
2	c/u	Descargador o Pararrayos tipo polimérico de óxido de Zn, clase 10 kV, con disparador	3
3	c/u	Seccionador portafusible, tipo unipolar abierto, 15 kV, 10 kA, 100 A	3
4	c/u	Seccionador Unipolar con cámara apagachispas de BT para fusible NH	NOTA 3 3
5	c/u	Elemento tirafusible para MT	3
6	c/u	Elemento fusible NH para BT	NOTA 3 3
7*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (2 5/16 x 2 5/16 x 1/4 x 95")	NOTA 2 1
8*	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 75 x 75 x 6 x 2400 mm (2 5/16 x 2 5/16 x 1/4 x 95")	NOTA 2 2
9	c/u	Perno espárrago o de rosca conica de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 406 mm (16") de long., con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	4
10	c/u	Perno U de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 150 mm (6") de ancho dentro de la U, con 2 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	2
11	c/u	Estríbo para derivación, aleación Cu Sn	3
12	c/u	Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de Al	3
13	c/u	Conector dentado estanco, doble cuerpo, de 35 a 150 mm <sup>2</sup> (2 AWG - 300 MCM) conductor principal y derivado	NOTA 3 4
14	c/u	Soporte de acero galvanizado en "L", pletina, 30 mm ancho x 8 mm de esp. x 217 mm de long. mayor x 80 mm de long. menor ( 1 3/16 x 5/16 x 8 1/2 x 3 9/16")	NOTA 3 1
15*	m	Conductor desnudo cableado de Cu duro, No. 4 AWG	9
16*	m	Conductor de Cu, aislamiento 600 V, Tipo THHN, No.	8
17	m	Cable de acero galvanizado, grado Siemens Martin, 7 hilos, 9,51 mm (3/8") de diám.	4
18	c/u	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, para escalones de revisión, 30 x 6 x (260 a 200 mm de diám.) ( 1 3/16 x 1/4 x (10 1/4 a 7 7/8" ))	NOTA 4 8
SUSTITUTIVOS			
7	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	NOTA 2 1
7	c/u	Cruceta de plástico reforzado con fibra de vidrio, universal, perfil "L" 75 x 75 x 9 x 2400 mm (2 5/16 x 2 5/16 x 23/64 x 95")	1
8	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "L" 70 x 70 x 6 x 2400 mm (2 3/4 x 2 3/4 x 1/4 x 95")	NOTA 2 2
15	m	Conductor desnudo cableado de Al, Tipo ACSR, No. 2 AWG, 7 hilos	9
15	m	Conductor de Cu, aislado 15 kV, Tipo XLPE, No.	NOTA 5 9
16	m	Conductor de Cu, aislamiento 600 V, Tipo TTU, No.	8

NOTAS:



**Anexo 12**





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



**Anexo 13**

				<b>CABLE TTU ALUMINIO 2000V</b>				
				<b>CONSTRUCCIÓN</b>				
				Conductor de aluminio 1350 o serie 8000, cableado clase B, aislado con XLPE 90°C y cubierta exterior de PVC, retardante a la llama, al calor y la humedad.				
				<b>ESPECIFICACIONES</b>				
La fabricación de estos cables está basada en las normas ASTM B230, ASTB231, ASTM B800, ASTM B801, ICEA S-95-658.					<b>APLICACIÓN</b>			
Distribución de energía eléctrica en baja tensión. Instalaciones industriales interiores y exteriores en ductos subterráneos, escaleras, bandejas portables y enterrado directo.								
CALIBRE	NÚMERO DE HILOS	DIÁMETRO DEL HILO	SECCIÓN APROX	ESPESOR AISLAMIENTO (XLPE)	ESPESOR CUBIERTA (PVC)	DIÁMETRO APROX	PESO APROX	CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN (1)
AWG O MCM	cantidad	mm	mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	A
6	7	1,56	13,3	1,4	0,76	9,00	95,4	60
4	7	1,96	21,1	1,4	0,76	10,20	127,9	75
2	7	2,47	33,6	1,4	0,76	11,73	176,9	100
1/0	7	3,12	53,5	1,65	1,14	14,94	289,0	135
2/0	7	3,51	67,4	1,65	1,14	16,11	343,6	150
3/0	7	3,93	85,0	1,65	1,14	17,37	407,9	175
4/0	7	4,42	107,0	1,65	1,14	18,84	490,2	205
1/0	19	1,89	53,5	1,65	1,14	15,04	291,0	135
2/0	19	2,13	67,4	1,65	1,14	16,21	345,6	150
3/0	19	2,39	85,0	1,65	1,14	17,47	409,9	175
4/0	19	2,68	107,0	1,65	1,14	18,94	492,2	205
250	37	2,09	127,0	1,90	1,65	21,73	610,4	230
300	37	2,29	152,0	1,90	1,65	23,13	701,2	255
350	37	2,47	177,0	1,90	1,65	24,39	788,7	280
500	37	2,95	253,0	1,90	1,65	27,75	1047,7	350

(1) Capacidad de corriente hasta tres conductores en canalización. Temperatura del conductor 90°C. Temperatura ambiente 30°C.



**Anexo 14**



**1 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- Material: Acero ASTM A36.
- Tratamiento superficial: Postes y escalerillas: Galvanizado al caliente por inmersión según normas ASTM – A123.
- Tratamiento superficial: Canastilla de anclaje con tuercas y arandelas: Galvanizado al frío según normas ASTM – B633.
- Control de proceso de soldadura (WPS, WPQ, WPQR) de acuerdo con la AWS D1.1
- Proceso de embalaje: postes metálicos.
- Incluye entrega al estadio Santa Rosa, San Gabriel, Carchi.

**2 CONDICIONES**

- Tiempo de entrega: 30 días laborables, a partir de la Orden de compra y Anticipo
- Validez de la oferta: 10 días.
- Garantía: 5 años en la estructura, 1 año a la pintura.

**3 NOVEDADES**

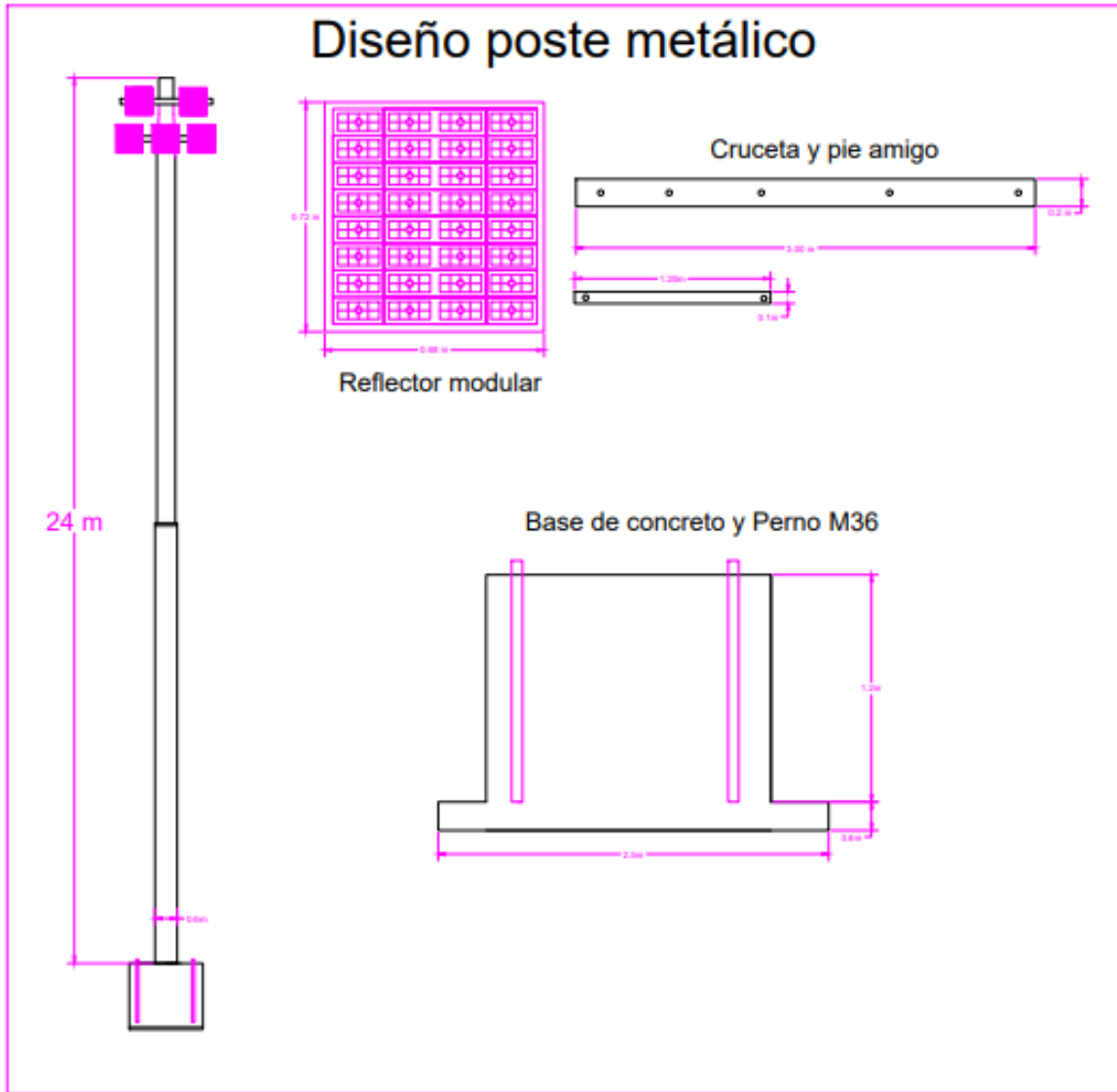
Una vez generada la orden de compra o entregado el anticipo por parte del cliente, no se acepta devoluciones de ningún material.

---

MANTA – TARQUI, Av. 113 y Calle 117 ■  
 098 521 8988 – 099 224 2929 2 | Página  
 ventas.sermet@ma.inhibarra.com



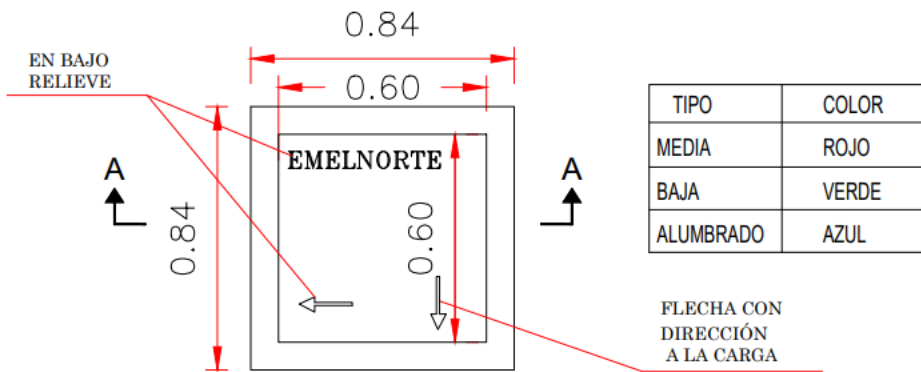
Anexo 15





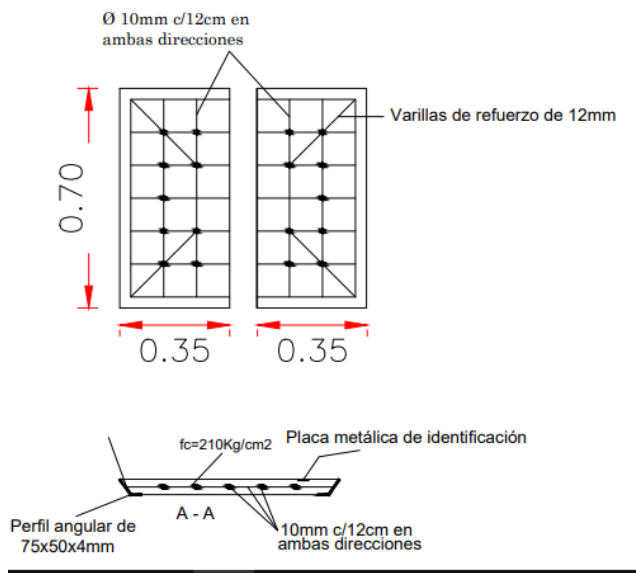
Anexo 16

POZO TIPO A



VISTA DE PLANTA

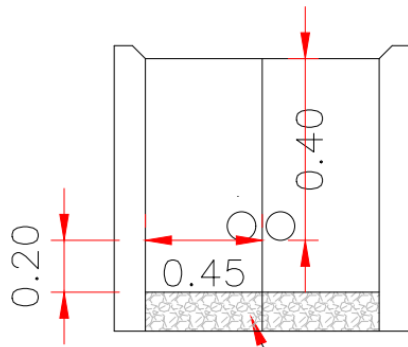
VISTA DE PLANTA



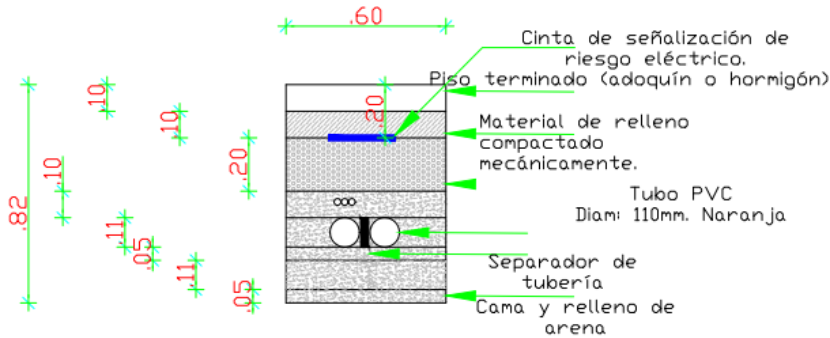


Anexo 17

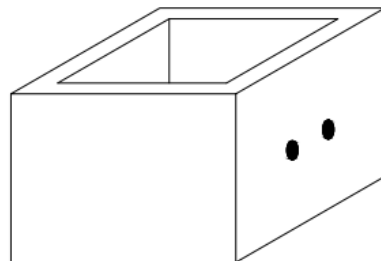
# BANCO DE DUCTOS



Base con ripio para filtración de agua



CORTE A-A





**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
 Acreditada Resolución Nro. 173-SE-33-CACES-2020  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS**  
**CARRERA DE ELECTRICIDAD**



Anexo. 18

ESPECIFICACIONES PARTICULARES DE CRUCETAS DE ACERO GALVANIZADO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES ÁNGULO	LONGITUD DE LA CRUCETA	ESPESOR DEL GALVANIZADO MÍNIMO PROMEDIO EN LA PIEZA
1	CRUCETA DE ACERO GALVANIZADO, PERFIL "L"	75 x 75 x 6 mm	1 200 mm	85 micras
			1 500 mm	
			2 000 mm	
			2 400 mm	
			4 000 mm	
2		100 x 100 x 10 mm	6 000 mm	100 micras

