

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO



TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE INGENIERO EN MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

**“PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA
ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL POLIDEPORTIVO CIUDAD DE
MIRA”.**

AUTOR:

Elvis Jordano Rojas Muñoz

DIRECTOR:

Ing. Jhonny Javier Barzola Iza MSc.

Ibarra, junio 2024

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA**

**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:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	0401407929		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Rojas Muñoz Elvis Jordano		
DIRECCIÓN:	Mira - Carchi		
EMAIL:	ejrojasm@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	xxx	TELF. MOVIL	0987205413

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	PROPUESTA TÉCNICA PARA EL MEJORAMIENTO DEL SISTEMA ELÉCTRICO DE ILUMINACIÓN DEL POLIDEPORTIVO “CIUDAD DE MIRA”.
AUTOR:	Elvis Jordano Rojas Muñoz
FECHA: AAAAMMDD	2024/06/17
SOLO PARA TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	
CARRERA/PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero en Mantenimiento Eléctrico
DIRECTOR:	Ing. Jhonny Barzola MSc.
ASESOR:	Ing. Olger Arellano MSc.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta 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 el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 17 días del mes de junio de 2024.

Firma.....

Nombre: Elvis Jordano Rojas Muñoz

CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 14 de junio de 2024.

Yo, Ing. Jhonny Barzola MSc. en calidad de director del señor estudiante Rojas Muñoz Elvis Jordano certifico que ha culminado con las normas establecidas en la elaboración del Trabajo de Integración Curricular con el tema: "Propuesta Técnica para el Mejoramiento del Sistema Eléctrico de Iluminación del Polideportivo Ciudad de Mira".

(f) 

ING. JHONNY BARZOLA MSC.
DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Dedicatoria

Dedico este trabajo y la culminación de esta etapa en mi vida a mis padres Diego Rojas y Irene Muñoz por enseñarme los valores y principios que me guiaran al camino de la superación y el éxito hasta cumplir mis metas.

De igual manera a mis hermanos por demostrarme su apoyo incondicional en toda circunstancia.

Jordano Rojas

Agradecimiento

Agradezco a mi familia por el apoyo incondicional y motivación que representaron cada día en el camino al cumplimiento de esta etapa tan importante como es la de adquirir un título profesional.

De igual manera reconozco gratamente a los docentes de la Universidad Técnica del Norte quienes compartieron su conocimiento en las aulas demostrando entrega y responsabilidad.

Jordano Rojas

Índice de Contenidos

Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento	V
Resumen Ejecutivo	XIV
Abstract.....	XV
Capítulo I	1
Introducción.....	1
1.1. Problema	1
1.2. Pregunta de investigación	3
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo General:	3
1.3.2. Objetivos Específicos:	3
1.4. Alcance.....	3
1.5. Justificación.....	4
Capítulo II.....	6
Marco Teórico	6
2.1. Sistema eléctrico de iluminación	6
2.1.1. Lámparas	6
2.1.2. Luminarias.....	11
2.1.3. Criterios de análisis en un sistema eléctrico de iluminación.....	11
2.1.4. Tipos de iluminación	12
2.1.6. Sistemas de control.....	15
2.2. Nuevas tecnologías de iluminación solar	16
2.2.1. Iluminación solar LED	16
2.3. Sistemas de distribución.....	17
2.3.1. Partes de un sistema de distribución eléctrica	17
2.3.2. Transformador eléctrico de distribución	18

2.3.3. Conductores.....	18
2.3.4. Contador de energía.....	19
2.3.5. Tableros de distribución	20
2.3.6. Infraestructura para distribución de energía.....	20
2.4. Normativa.....	21
2.4.1. Norma UNE-EN 12193 (2020)	21
Capítulo III	23
Materiales y Métodos	23
3.1 Diseño de la investigación	24
3.1.1. Población y Muestra	27
3.1.2. Recolección de información.....	28
3.2. Materiales, equipos y software.....	28
3.3. Criterios de diseño del sistema de iluminación.....	30
3.4 Toma de Datos (Mediciones de Campo).....	34
Capítulo IV	41
Resultados.....	41
4.1. Resultados del proyecto	41
4.2. Diseño de alumbrado de canchas deportivas.....	41
4.2.1. Cancha de Futbol 11	41
4.2.2. Cancha de Futbol 7 (Sintético).....	45
4.2.3. Canchas de Basquetbol y Ecuavóley	49
4.3. Diseño de alumbrado de Parqueaderos.	53
4.4. Diseño de alumbrado público vial.....	57
4.4.1. Vía de Ingreso / salida principal.....	57
4.4.2. Vía de Ingreso a la Piscina	60
4.4.3. Vía de Ingreso a cancha de futbol 11	62
4.4.4. Vía de ingreso / salida posterior	63

4.5. Alumbrado de Juegos Infantiles.....	66
4.6. Diseño Eléctrico.....	69
4.7. Cálculo de la Malla de puesta a Tierra.....	75
4.8. Sistemas de Fuerza.....	76
Conclusiones.....	80
Recomendaciones.....	81
Bibliografía.....	82
Anexo 1. Formato de entrevista para la recolección de información.....	85
Anexo 2. Formato de la ficha de observación para el registro de información.....	86
Anexo 3. Tabla cuatro de la Norma UNE-EN 12193:2020.....	87
Anexo 4. Extracto de la Tabla 5 de la Norma UNE-EN 12193:2020I.....	87
Anexo 5. Plan General del polideportivo de la Ciudad de Mira.....	89
Anexo 6. Datos de la medición de Iluminancia, valores están expresados en luxes... 90	
Anexo 7. Levantamiento de la vía de Ingreso Principal.....	91
Anexo 8. Levantamiento de los Juegos Infantiles.....	92
Anexo 9. Levantamiento de la Cancha sintética de futbol.....	93
Anexo 10. Levantamiento área del Parqueadero de la Piscina.....	94
Anexo 11. Levantamiento de la Vía de Ingreso a la Piscina.....	95
Anexo 12. Levantamiento de la Cancha sintética de futbol.....	96
Anexo 13. Levantamiento de la vía de Ingreso Cancha de futbol.....	97
Anexo 14. Levantamiento de la Cancha sintética de futbol.....	98
Anexo 15. Levantamiento de la vía de Ingreso Posterior del Polideportivo.....	99
Anexo 16. Levantamiento de la Cancha de Básquet 1.....	100
Anexo 17. Levantamiento de la Cancha de Ecuavoley.....	101
Anexo 18. Levantamiento de la Cancha de futbol 11.....	102
Anexo 19. Detalle transición aéreo subterráneo y malla de puesta a tierra.....	103

Índice de Tablas

Tabla I. Tipos de fuentes luminosas	9
Tabla II. Temperatura de color y aplicaciones	10
Tabla III. Factor de reflexión.....	10
Tabla IV. Preguntas de investigación	25
Tabla V. Criterios de inclusión y exclusión	26
Tabla VI. Población de estudio	27
Tabla VII. Lista de materiales, equipos y software	29
Tabla VIII. Criterios de diseño. Iluminancia y Uniformidad para canchas del Polideportivo.	30
Tabla IX. Comparación de rigurosidad entre Normas.....	31
Tabla X. Niveles lumínicos, zonas de parqueaderos	32
Tabla XI. Tipos de softwares y luminarias.....	34
Tabla XII. Información de circuitos y cargas de cada sitio	34
Tabla XIV. Comparativos entre los resultados de las simulaciones hechas en DialuxEvo y las exigencias de “The Lighting Handbook”.....	57
Tabla XV. Tamaño de las vías.....	57
Tabla XVI. Resultados en base a la Normativa.....	59
Tabla XVII. Resultados en base a la Normativa. Vía de entrada a la Piscina.	61
Tabla XVIII. Resultados en base a la Normativa. Vía de Ingreso a la Cancha Futbol ..	63
Tabla XIX. Resultados en base a la Normativa. Vía de Ingreso Posterior.....	65
Tabla XX. Comparativa entre los resultados calculados y regulación de ARCERNNR	65
Tabla XXI. Tableros de distribución	69
Tabla XXII. Especificación de luminarias utilizadas en simulación.....	70
Tabla XXIII. Caída de voltaje	70
Tabla XIV. Caída de voltaje	71
Tabla XXV. Tablero de distribución	72

Tabla XXVI Tablero de distribución.....	73
Tabla XXVII. Resultados lumínicos	75
Tabla XXVIII. Detalle de canalización eléctrica.....	78

Índice de figuras

Fig. 1. Partes de una lámpara incandescente	7
Fig. 2. Partes de una lámpara de descarga	7
Fig. 3. Partes de una lámpara fluorescente	8
Fig. 4 Lámpara LED para luminaria.....	8
Fig. 5 Tipos de luminarias	11
Fig. 6 Iluminación plasma	13
Fig. 7 Tecnología ESL.....	14
Fig. 8. Control individual y múltiple célula fotosensible	15
Fig. 9 Iluminación solar LED.....	17
Fig. 10. Transformador monofásico 75KVA.....	18
Fig. 11. Contador de energía digital.	19
Fig. 12. Tablero de distribución.....	20
Fig. 13 Definición de áreas.....	22
Fig. 14 Vista aérea del Polideportivo “Ciudad de Mira”.....	23
Fig. 15 Esquema lógico de la Investigación	24
Fig. 16 Localización de los parqueaderos	31
Fig. 17 Plano de ubicación de áreas de estudio	32
Fig. 18 Medidor de Energía y Tablero de protección Canchas Posteriores.	36
Fig. 19 Medidor de Energía y Tablero de protección Canchas Posteriores.	36
Fig. 20 Diagrama tablero baños.....	37
Fig. 21 Diagrama tablero cancha sintética.....	37
Fig. 22 Transformadores del polideportivo	39
Tabla XIII. Resultados de medición lumínica.	40
Fig. 23 Proyector Sylvania 1200 W.	41
Fig. 24 Posición de las torres en las esquinas.....	42

Fig. 25 Disposición seleccionada ángulos alfa y beta	42
Fig. 26 Disposición de proyectores con torres en las esquinas.	43
Fig. 27 Tipo de montaje en la cancha de Futbol. Autocad 3D	44
Fig. 28 Simulación de la cancha de Futbol 11, Dialux 4.13	44
Fig. 29 Resultados luminotécnicos de la cancha de Futbol 11	45
Fig. 30 Resultados emitidos por DiaLux.	45
Fig. 31 Proyector Sylvania 400 W.	46
Fig. 32 Disposición bilateral de las torres existentes.....	46
Fig. 33 Posición de la Torre, Altura mínima y ángulos.....	47
Fig. 34 Montaje en parte superior de mástil. Cancha de Futbol Sintético. Autocad 3D	47
Fig. 35 Simulación de la cancha de Futbol sintético, DiaLux 4.13	48
Fig. 36 Resultados luminotécnicos de la cancha de Futbol Sintética	48
Fig. 37 Resultados emitidos por Dialux.	49
Fig. 38 Proyector Sylvania 400 W.	49
Fig. 39 Posición bilateral de las torres existentes en las canchas de básquet y ecuavoley.	50
Fig. 40 Montaje en parte superior de mástil. a) Cancha de Ecuavoley y b) canchas de Básquet. AutoCAD 3D.....	50
Fig. 41 Simulación de las canchas de Básquet y Ecuavoley, a) DiaLux 4.13 y b) Dialux Evo.....	51
Fig. 42 Resultados luminotécnicos de la cancha de Basquetbol 1	52
Fig. 43 Resultados emitidos por DiaLux para la cancha de básquet 1.	52
Fig. 44 Resultados luminotécnicos de la cancha de Basquetbol 2	52
Fig. 45 R Resultados emitidos por Dialux para la cancha de Básquet 2.	52
Fig. 46 Resultados luminotécnicos de la cancha de Ecuavoley	53
Fig. 47 Resultados emitidos por DiaLux para la cancha de Ecuavoley.	53
Fig. 48 Luminaria Solar de 110 W.	54
Fig. 49 Tipo de montaje empleado en los parqueaderos	54

Fig. 50 Simulación del Parqueadero del Coliseo. Luces Encendidas.....	55
Fig. 51 Resultados luminotécnicos del parqueadero del coliseo	55
Fig. 52 Simulación del Parqueadero de la Piscina. Luces Encendidas	56
Fig. 53 Resultados luminotécnicos del parqueadero de la Piscina	56
Fig. 54 Fotometría de la luminaria de la entrada principal.....	58
Fig. 55 Modelación realista de la entrada principal. Luces apagadas.	58
Fig. 56 Resultados de la entrada principal, Curva Isolux	59
Fig. 57 Simulación de la entrada principal. Luces Encendidas	60
Fig. 58 Modelación realista de la vía de entrada a la Piscina. Luces apagadas.....	60
Fig. 59. Resultados de la vía de entrada a la Piscina, Curvas Isolux.....	61
Fig. 60 Simulación de Vía de entrada a la Piscina. Luces encendidas	61
Fig. 61 Modelación realista Vía de ingreso a Canchas de Futbol. Luces apagadas.	62
Fig. 62 Resultados de la vía de ingreso a la cancha de Futbol, Curva Isolux	62
Fig. 63 Simulación vía de ingreso a Canchas de Futbol. Luces Encendidas.....	63
Fig. 64 Modelación realista Vía de ingreso Posterior. Luces apagadas.	64
Fig. 65 Resultados de la vía de ingreso a la cancha de Futbol, Curva Isolux	64
Fig. 66 Simulación vía de ingreso posterior. Luces encendidas.....	65
Fig. 67 Luminaria Sylvania de 60 W.....	67
Fig. 68 Modelo del Parque Infantil, Dialux Evo	67
Fig. 69 Resultados calculados para los juegos infantiles.....	67
Fig. 70 Resultados	68
Fig. 71 Modelo del Parque Infantil, Luces encendidas. Dialux Evo	68
Fig. 72 Transformador	71
Fig. 73 TDS	71
Fig. 74 TDS-2	72
Fig. 75 TDS-3	74
Fig. 76 Determinación potencia del transformador	77

Resumen Ejecutivo

La recreación deportiva es vital en el desarrollo de la sociedad, mejora las destrezas motoras, la percepción corporal, el control de los movimientos, la coordinación, el equilibrio, la salud mental y promueve excelentes relaciones humanas al interactuar con el entorno y ejercitarse. Estas actividades dependen del uso efectivo del tiempo. De ahí la importancia de diseñar un sistema de iluminación exterior que permita que los habitantes de la ciudad de Mira disfruten con seguridad y confort las instalaciones de su polideportivo. El Polideportivo “Ciudad de Mira” tiene una extensión aproximada de 28.670 m². Donde existen cinco canchas deportivas, un área de juegos deportivos, dos parqueaderos y cuatro vías conforman el objeto de este trabajo de titulación. El alumbrado exterior se diseña empleando las variantes de DiaLux específicas para la modelación de cada área. De la revisión del marco legal, las regulaciones y normativas vigentes se particulariza el diseño correspondiente al sistema de iluminación exterior que cumpla con la norma RTE INEN 069 (2R) “Alumbrado Público” y la Regulación Nro. ARCERNNR-007/23, denominada “Marco normativo para la prestación del servicio de alumbrado público general” de la misma manera el sistema eléctrico que fue dimensionado con la normativa de la Empresa Eléctrica Regional Norte EMELNORTE S.A., las Unidades de propiedad del MEM y el software AutoCAD. El diseño que se presenta cumple con los índices (Luminancia media, uniformidad global, deslumbramiento, uniformidad, reproducción cromática, iluminancia) que exige las regulaciones mencionadas y las normativas internacionales. Además, de que se direcciona a la utilización de luminarias con energía solar. Esta fuente renovable de energía se proyecta como el futuro de la iluminación exterior, amigable con el medio ambiente, eficiente, segura y de gran calidad.

Palabras claves: Modelación, Iluminancia, Uniformidad, Deslumbramiento, Luminarias.

Abstract

Sports recreation is vital in the development of society; it improves motor skills, body perception, movement control, coordination, balance, mental health and promotes excellent human relations by interacting with the environment and exercising. These activities depend on the effective use of time. The importance of designing an outdoor lighting system that allows the inhabitants of the City of Mira to enjoy the facilities of its sports center safely and comfortably. The “Ciudad de Mira” Sport center has an approximate area of 28,670 m². Five sports courts, a sports playground, two parking lots and four roads are the object of this titling work. Exterior lighting is designed using DiaLux variants specific to the modeling of each area. From the review of the legal framework, regulations and standards in force, the design corresponding to the outdoor lighting system that complies with the RTE INEN 069 (2R) “Street lighting” and regulation No. ARCERNR-007/23, standard is particularized. Entitled "Regulatory framework for the provision of general public lighting services". In the same way, the electrical system was dimensioned according to the regulations of Empress Electrical Regional Norte, the MEM Property Units and the AutoCAD software. The presented design complies with the indexes (Average Luminance, Global Uniformity, Glare, Uniformity, Chromatic Reproduction, Illuminance) required by the above-mentioned regulations and international standards. In addition, it is directed to the use of solar energy luminaires. This renewable source of energy is projected as the future of outdoor lighting, environmentally friendly, efficient, safe and of high quality.

Keywords: Modeling, Illuminance, Uniformity, Glare, Luminaires.

Capítulo I

Introducción

1.1. Problema

El Polideportivo “Ciudad de Mira” está ubicado en la provincia del Carchi, cantón Mira, en la ciudad de Mira, tiene un área aproximada de 22 000 metros cuadrados, fue construido en el año 2016 parte de un espacio recreativo básico el cual contaba con un coliseo, área de parqueaderos y cancha de futbol. En dicho año se realiza una remodelación e incremento de áreas recreativas como son: canchas de basquetbol, cancha de ecuavoley, piscina cubierta, cancha sintética y área de parqueaderos. Lo que ha incrementado las cargas en el sistema eléctrico.

Los incrementos y remodelaciones realizadas incluyeron las disciplinas de civil y mecánica, la parte eléctrica fue excluida de estos proyectos que tampoco contemplaron realizar un mejoramiento al sistema de iluminación. Este polideportivo pretende ser el único a nivel cantonal donde se realicen actividades nocturnas para lo que es necesario contar con una correcta iluminación que este acorde a las normativas nacionales vigentes.

No se ha realizado ninguna consultoría ni proyecto de ingeniería que permita a la administración del Polideportivo observar la ubicación de los puntos de distribución lumínica y los circuitos trazados en la actualidad de forma que se puedan realizar mantenimientos planificados ni proyecciones futuras.

Después de realizar una inspección a las instalaciones objetos del presente trabajo se observan las siguientes incongruencias técnicas:

- Se observó un circuito de iluminación no exclusivo para el Polideportivo, a través de una red de alumbrado público aérea perteneciente a EMELNORTE S.A. La cual, está sirviendo como iluminación en las áreas de circulación vehicular y peatonal en las calles de ingreso, parqueaderos y parque infantil con una evidente escasez de iluminación, presencia de sombras y partes oscuras.
- La infraestructura está constituida por 4 postes de hormigón de 9 metros con luminarias de sodio de 70W y redes tipo línea abierta con conductores de aluminio desnudo, las cuales se encuentran deterioradas y son redes de bajo voltaje que también prestan servicio de acometidas para usuarios aledaños al polideportivo.
- Existen partes con redes aéreas y partes con redes subterráneas.

- Las canchas de basquetbol y cancha sintética tienen sistemas de iluminación independientes para cada una, pero, al no existir un tablero de control principal los operadores deben desplazarse a cada locación para realizar el encendido de estas.
- Existen cuatro (4) medidores de energía que prestan el servicio a diferentes partes del polideportivo de forma separada. Un medidor de energía para las canchas de basquetbol posteriores; un medidor de energía para el coliseo, un medidor de energía para la piscina y un medidor de energía para la cancha sintética y baños públicos.
- Todos los medidores son alimentados por acometidas bifásicas con dos conductores de fases y un conductor de neutro.
- Existen dos transformadores monofásicos, uno de 37,5kVA y uno de 15kVA ambos en poste alimentados por un voltaje de distribución de 13.8kV en trifásico y 7.96kV en monofásico los cuales brindan servicio a la red pública de bajo voltaje de EMELNORTE S.A., mezclando la red de bajo voltaje del polideportivo con la red de distribución de EMELNORTE S.A.

Si existiera alguna falla eléctrica esta no sería detectada y mitigado su daño, adicional se ven cables aéreos en áreas del polideportivo que además de lucir con poca estética se tornan elementos no confiables y provocan vulnerabilidad al sistema eléctrico. Los transformadores existentes están alimentando las cargas eléctricas domiciliarias alrededor del polideportivo más las instalaciones destinadas a la práctica deportiva y recreativa dentro de este.

El polideportivo visualmente carece de una correcta iluminación de sus áreas exteriores, no brinda seguridad, comodidad y confianza para realizar actividades físicas, lo cual dificulta el uso de sus instalaciones en horarios nocturnos y la realización de eventos que impliquen el uso de iluminación. Identificado el problema surge la necesidad de generar una propuesta técnica para el mejoramiento del sistema eléctrico de iluminación para el Polideportivo Ciudad de Mira.

1.2. Pregunta de investigación

¿Cuáles son las condiciones que incumplen la normativa eléctrica en el polideportivo “Ciudad de Mira” y cuál es la forma de mejorar la iluminación exterior y condición del sistema eléctrico?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General:

Realizar una propuesta técnica del sistema eléctrico de iluminación del polideportivo “Ciudad de Mira”, mediante un análisis de las instalaciones para generar un diseño que cumpla la normativa eléctrica.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Describir los tipos de iluminación, sistemas de distribución y control de redes en baja tensión para espacios recreativos.
- Realizar el diagnóstico del sistema eléctrico de iluminación del polideportivo “Ciudad de Mira”.
- Diseñar el sistema eléctrico soterrado de iluminación del polideportivo cumpliendo con la normativa de iluminación.

1.4. Alcance

El presente trabajo de titulación de la Carrera de Ingeniería en Mantenimiento Eléctrico será una propuesta técnica para el mejoramiento del sistema eléctrico de iluminación del polideportivo ubicado en la ciudad de Mira. La finalidad del proyecto es realizar una propuesta de diseño de la iluminación exterior, red eléctrica soterrada con sus complementos, dimensionamiento del transformador acorde a la carga proyectada, y la simulación que permita al municipio ejecutar la propuesta presentada.

Para el análisis de la situación actual y la cantidad de iluminación que existe, se realizaron mediciones con un luxómetro en todas las áreas del polideportivo, adicional el cálculo de cargas de cada uno de los transformadores y circuitos eléctricos.

Con la información obtenida de la situación actual del área de estudio, se procedió con la realización de la ingeniería y diseño de las instalaciones eléctricas proponiendo el soterramiento del circuito eléctrico de iluminación del polideportivo. Realizando estimaciones de carga proyectada, se dimensiona la potencia del transformador para el polideportivo, trayectoria de circuitos, caída de voltaje de alimentadores, ubicación y cantidad de equipos. El cuál se plasmará en un informe técnico detallado y planos georreferenciados detallados del sistema eléctrico propuesto mediante simulaciones en programas computacionales.

Además, se realizó una simulación al final propuesta para el proyecto mediante el uso de un software de diseño, con el objetivo de simular la iluminación que se pretende utilizar, así como de la eficiencia de las luminarias seleccionadas para el estudio que cumplirán los parámetros establecidos mínimos de iluminación de áreas deportivas acorde a la normativa vigente en nuestro país.

1.5. Justificación

Con el fin de brindar a todos los usuarios del polideportivo un buen nivel de confort y seguridad al momento de realizar actividades físicas en lugares abiertos como son canchas deportivas, parques, polideportivos, avenidas, etc. Se hace necesario mejorar la iluminación en los exteriores para proporcionar un servicio adecuado a la población Mireña, además de unas instalaciones eléctricas seguras y confiables que permitan el control de los sistemas de iluminación de una manera centralizada y accesible para los operadores del GAD Mira quienes serán los encargados del funcionamiento del sistema eléctrico de iluminación del polideportivo.

La presente investigación analiza la implementación de luminarias exteriores desde una perspectiva innovadora y un sistema eléctrico soterrado con un centro de medición y control centralizado. Por lo cual se busca aplicar tecnología led que ayuda de manera significativa a disminuir el impacto que puede generar al ambiente, ya que en la actualidad los medios que permiten producir energía eléctrica forman parte de la combustión de materiales fósiles extraídos de la Tierra [1].

El soterramiento de redes brinda reducción de fallas y pérdidas de energía, se elimina las conexiones clandestinas por lo que facilita su mantenimiento, adicionalmente mejora la estética del lugar [2]. La red eléctrica subterránea es una innovadora forma de distribución de energía, son resistentes a daños e incluso durante eventos meteorológicos imprevistos, considerando una energía confiable y continua.

Las principales ventajas de la tecnología lumínica, tanto de espacios públicos como en los hogares, juega un rol fundamental en la eficiencia energética. Cada disciplina deportiva tiene unas exigencias diferentes en la iluminación [3]. La luz debe garantizar siempre la seguridad de los atletas y proporcionar la mejor visibilidad a los deportistas, al público y a los árbitros [4].

Siendo esté un proyecto que beneficiará a el 60% de la población de la Ciudad de Mira, brindando seguridad a los usuarios de las chanchas del polideportivo. El hecho de dotar de energía eléctrica al polideportivo fomenta una cultura de deporte en los jóvenes haciendo necesario el mejoramiento de las instalaciones y su iluminación, ya que, es un proyecto con responsabilidad y contribución al bienestar social [5].

Para la realización del proyecto será necesario el cálculo de carga y demanda del transformador, el cual será de uso exclusivo del Polideportivo, siendo viable al contar con información verídica del lugar. Además, para dar cumplimiento a este proyecto se cuenta con la autorización de ingreso al polideportivo, para adquirir la información, siendo un estudio a realizarse a corto plazo (6 meses) para el rediseño de dicho sistema eléctrico.

Capítulo II

Marco Teórico

En el capítulo dos se presentan las características de los sistemas eléctricos de iluminación, información que es fundamental para elaborar la propuesta, donde se indica una descripción de sistemas eléctricos de iluminación y tipos de iluminación que se pueden implementar actualmente, sistemas de distribución que se utilizan, diferentes métodos de control para la gestión de un sistema eléctrico de iluminación.

2.1. Sistema eléctrico de iluminación

Un sistema eléctrico de iluminación está constituido por varios elementos, los cuales cumplen la función de proporcionar una buena visibilidad además de aportar con aspectos estéticos que se requieran de acuerdo con el espacio a iluminar y las actividades que se vayan a realizar en el mismo. Para lograr esto se debe realizar un análisis de los puntos antes mencionados con el fin de seleccionar las luminarias y lámparas que cubran la necesidad lumínica de acuerdo con la tarea que se vaya a realizar minimizando efectos de brillo directo y reflejado, buscando optimizar el uso de energía, reducción de los costos operativos y menor impacto ambiental.

Un sistema de iluminación puede estar integrado por:

- Lámparas
- Luminarias
- Dispositivo de control

2.1.1. Lámparas

Todas las lámparas que se utilizan convierten energía eléctrica en lumínica, a lo largo del tiempo se han presentado ciertos tipos de lámparas con diferentes tipos de procedimientos para realizar la conversión de energía. Con los avances tecnológicos que se han evidenciados en los últimos años dentro de la industria de la iluminación ha venido un gran avance en los tipos de lámparas que actualmente existen y están siendo utilizadas, a continuación, se describen algunas de las más relevantes.

➤ *Lámparas incandescentes*

Las primeras lámparas de filamento utilizadas para la iluminación fueron las de incandescencia, inicialmente con filamento de carbón, posteriormente reemplazado por tungsteno. El diseño evolucionó desde un filamento recto a espirales, festones, rectos y coronas [6].



Fig. 1. Partes de una lámpara incandescente

➤ *Lámpara de descarga*

De acuerdo con Mailataxi [7] en las lámparas de descarga, la luz se obtiene estableciendo una corriente eléctrica entre dos electrodos situados en un tubo lleno con gas o vapor ionizado (Fig. 2). Es importante mencionar que el rendimiento luminoso de estas lámparas es mejor que el de las incandescentes.



Fig. 2. Partes de una lámpara de descarga

➤ *Lámparas fluorescentes*

Las lámparas fluorescentes por lo general están construidas en forma de barra, donde la potencia de la luminaria depende de la longitud de la barra. Las lámparas fluorescentes requieren un dispositivo de conexión, que puede estar integrado en la lámpara o ubicarse externamente. Este dispositivo es esencial para el encendido y la regulación de corriente durante su funcionamiento [6].

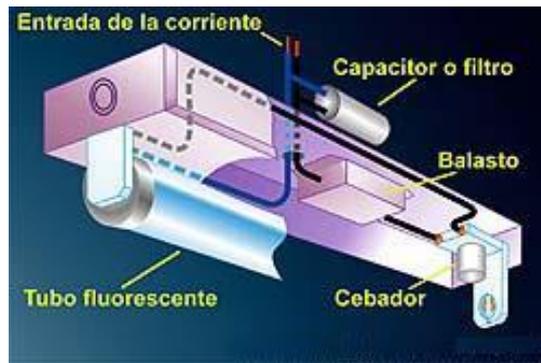


Fig. 3. Partes de una lámpara fluorescente

➤ Lámparas LED

Los LED Light Emitting Diodos (Diodos Emisores de Luz) son lámpara de estado sólido construida a base de semiconductores, por lo que no requieren ni filamentos, ni gases para descarga. El semiconductor está unido a dos terminales y recubierto por una resina transparente que a circular producen luz [8]. El desarrollo de la tecnología LED hace realidad la creación de la electroluminiscencia.

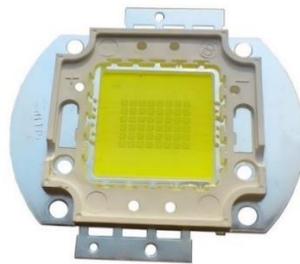


Fig. 4 Lámpara LED para luminaria

2.1.1.2. Criterios de calidad para magnitudes luminosas de las lámparas

La luminotecnia representa cuantitativamente una serie de magnitudes de las propiedades de las fuentes de luz, o sus efectos luminosos. Proporcionan información sobre características técnicas de las fuentes de luz para clasificar, comparar y relacionar cada una de ellas para poder decidir una fuente de luz necesaria [8].

➤ Flujo luminoso

La cantidad de luz emitida por una fuente luminosa (lámpara, foco) en la unidad de tiempo (segundo) se conoce como flujo luminoso (F) y se lo denomina Lumen (lm) [9]. Los valores típicos de flujo luminoso según el tipo de fuente luminosa y de la potencia de esta (Tabla 1).

Tabla I. Tipos de fuentes luminosas

Tipo de fuente luminosa	Potencia (W)	Flujo Luminoso (lm)	Eficacia Luminosa (lm/W)
Vela de cera		10	
Lámpara incandescente	40	430	10.75
	100	1300	130.80
	300	5000	16.67
Lámpara Fluorescente compacta	7	400	57.10
	9	600	66.70
Lámpara Fluorescente tubular	20	1030	51.50
	40	2600	65.00
	65	4100	63.00
Lámpara de Vapor de Mercurio	250	13500	54.00
	400	23000	57.00
	700	42000	60.00
Lámpara de Mercurio Halogenado	250	18000	72.00
	400	24000	67.00
	100	80000	80.00
Lámpara de Vapor de Sodio Alta Presión	250	25000	100.00
	400	47000	118.00
	1000	120000	120.00
Lámpara de Vapor de Sodio Baja Presión	55	8000	145.00
	135	22500	167.00
	180	33000	180.00
Lámparas LED	1.3	50	38.46
	5	250	50.00
	9	550	61.11
	18	1600	88.89
	30	2600	86.67

➤ ***Intensidad luminosa***

La intensidad luminosa de una fuente de luz es igual al flujo luminoso emitido en una determinada dirección y contenida en un ángulo solido cualquiera, cuyo eje coincida con la dirección considerada [10].

➤ ***Temperatura de color***

La temperatura del color es una medida importante que hace referencia a la apariencia de la luz que emite una fuente luminosa [11]. La tonalidad de la luz de una lámpara influye de manera directa con la forma que vemos ciertos ambientes y es crucial para establecer una atmósfera de confort, cálida o fresca.

Tabla II. Temperatura de color y aplicaciones

Temperatura de color	Grados Kelvin [°K]	Efectos ambientales asociados	Aplicaciones recomendadas
Cálido	2600 – 3400	Amigable, Íntimo, Personal, Exclusivo	Restaurantes, Lobbies, Tiendas de ropa, Sitios deportivos (Coliseos)
Neutral	3500	Amigable, Atrayente	Librerías, Oficinas
Frío	3600 – 4900	Fresca, Limpia, Eficiente	Escuelas, Salón de conferencias, Canchas
Luz de día	5000	Impersonal, Dinámico Limpio	Consultorios, Imprentas Polideportivos (Exteriores)

➤ **Rendimiento y eficiencia luminosa**

Se usa para medir la eficiencia de una lampara, luminaria o fuente de luz [10]. Según la guía técnica de Iluminación creada por SYLVANIA [10], se compara la cantidad de luz emitida con la potencia eléctrica consumida. La unidad utilizada es lúmenes sobre vatios (lm/W). La intensidad luminosa depende del tipo de material o superficie. Los valores del factor de reflexión de acuerdo con las características del lugar (Tabla 3).

Tabla III. Factor de reflexión

Tipo de fuente luminosa	Potencia (W)	Flujo Luminoso (W)	Eficacia luminosa (lm/W)
Vela de cera		10	
Lampara incandescente	40	430	10,75
	100	1300	130,80
	300	5000	16,67
Lampara fluorescente compacta	7	400	57,10
	9	600	66,70
Lampara fluorescente tubular	20	1030	51,50
	40	2600	65,00
	65	4100	63,00
Lampara de vapor de mercurio	250	13500	54,00
	400	23000	57,50
	700	42000	60,00
Lampara de mercurio halogenado	250	18000	72,00
	400	24000	67,00
	100	80000	80,00
Lampara de vapor de sodio alta presión	250	25000	100,00
	400	47000	118,00
	1000	120000	120,00
Lampara de vapor de sodio de baja presión	55	8000	145,00
	135	22500	167,00
	180	33000	180,00
Lámparas led	1,3	50	38,46
	5	250	50,00
	9	550	61,11
	18	1600	88,89
	30	2600	86,67

Fuente: Anrrango Piñan[12]

2.1.2. Luminarias

La luminaria es todo el conjunto de dispositivos que sirven de soporte a todo tipo de lámparas, incluye el equipamiento y accesorios para su instalación. Las lámparas se sitúan dentro de las luminarias que a su vez controlan, dirigen o filtran la luz (Fig. 5).

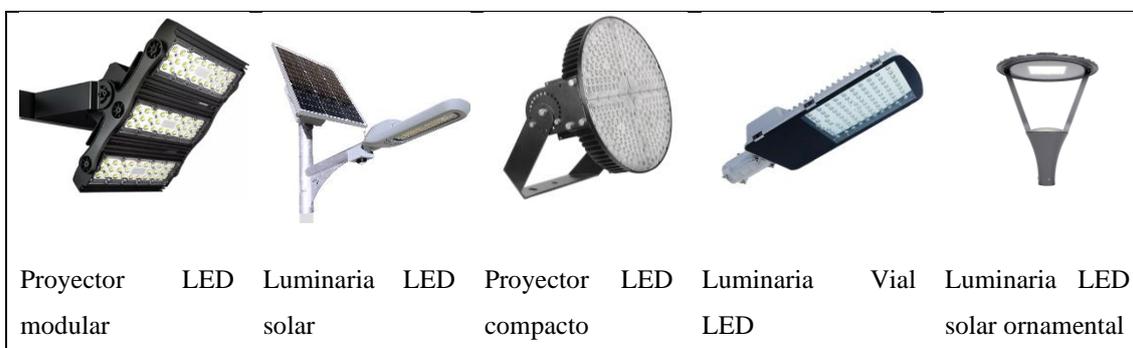


Fig. 5 Tipos de luminarias

Las luminarias de igual forma están compuestas por varios componentes, los cuales se seleccionan de acuerdo con la aplicación y tipo de iluminación que se vaya a realizar. Sus elementos son:

- **Reflector:** Dispositivo usualmente cubierto de metal o plástico, el cual tiene alta reflectancia y está formado para reflejar la luz emitida por la lámpara.
- **Refractores:** Los refractores son elementos para el control de la luz, los cuales se encargan de cambiar la dirección de la luz aprovechando el fenómeno de la refracción, el cambio de dirección ocurre cuando la luz pasa por dos materiales de diferente índice de refracción, como puede ser aire y vidrio o aire y plástico.
- **Difusores:** Estos elementos se encargan de dispersar en varias direcciones la luz incidente. La dispersión puede llevarse a cabo en el material, como por ejemplo en acrílico o en la superficie si el material es vidrio grabado.

2.1.3. Criterios de análisis en un sistema eléctrico de iluminación

Los criterios a tomar en cuenta en el diseño de un sistema eléctrico de iluminación son tales que permitan al observador tener una idea clara y completamente real del espacio que está utilizando, es decir que la iluminación que exista no altere la percepción de la realidad, ni moleste la visión en ningún momento al observador, por lo que es importante tomar en cuenta los siguientes factores cuando se realiza el diseño.

➤ ***Deslumbramiento***

Produce molestias e incapacidad de distinguir objetos debido a contrastes excesivos en el espacio. Puede ser directo o indirecto debido a fuentes luminosas o el reflejo en superficies de gran reflectancia [13]. El deslumbramiento se debe controlar para eliminarlo o disminuirlo, debido a que puede producir velo de visión borrosa o fatiga al recibir luz de manera constante.

➤ ***Factor de mantenimiento***

Las lámparas disminuyen el flujo luminoso emitido por envejecimiento, acumulación de polvo sobre la superficie, efectos de temperatura, etc. Las paredes o cielorrasos se ensucian y disminuye su poder reflectante. Existen varios factores que pueden ser controlados por sistemas de mantenimiento como la temperatura del ambiente, la variación del voltaje, factor de balasto y la depreciación de la superficie de la luminaria mientras que otras no como la depreciación por ensuciamiento, por flujo luminoso.

➤ ***Uniformidad de la luminancia***

Se refiere a la variación en la iluminación [14]. La uniformidad en la iluminación es esencial para evitar problemas de enfoque y sombras, expresándose como la relación entre la iluminancia mínima y máxima. Ochoa [14] señala que la distribución de luz de las luminarias y la relación entre la distancia y la altura de montaje afectan la uniformidad. En eventos deportivos, la presencia excesiva de contrastes, como sitios claros u oscuros en una cancha, puede resultar molesta para la vista, ya que el ojo humano no se adapta rápidamente a cambios bruscos de iluminación, experimentando dilatación y contracción de la pupila al trasladarse de un sitio claro a uno oscuro.

2.1.4. Tipos de iluminación

Actualmente existen muchas tecnologías que se han implementado en sistemas de iluminación, sin embargo, no todos han podido ser eficientes. A continuación, se detalla varios tipos.

➤ *Iluminación plasma*

La energía se transmite a la bombilla mediante una señal de radiofrecuencia generada por un amplificador de energía de estado sólido. Esta señal se dirige hacia un campo eléctrico que rodea la bombilla y se introduce en él. Esto resulta en un aumento significativo de la concentración de energía en el campo eléctrico, llevando a la vaporización de los contenidos de la bombilla y su transformación en un estado de plasma. Este estado genera una intensa fuente de luz. La temperatura del plasma alcanza los 6.000 °K (5.726,85°C), similar a la temperatura en la superficie del sol, y emite un espectro que se asemeja al de la luz solar.

El Pls es un sistema de iluminación en el cual un campo de microondas, originado por un magnetrón, transmite un fuerte campo eléctrico al resonador a una frecuencia de 2.4 GHz. Este proceso provoca una descarga en el compuesto de gas y azufre dentro de la bombilla, llevándolo al estado de plasma que continuamente emite luz [15].



Fig. 6 Iluminación plasma

➤ *Iluminación tecnología ESL*

La tecnología ESL (Electron Stimulated Light) utiliza electrones acelerados para exaltar fósforo y generar luz, hace que la superficie del bulbo «brille». Esta tecnología genera la misma calidad de luz que una incandescente, pero con mayor eficiencia energética y con la gran ventaja de que no utiliza mercurio en el proceso de generación de luz y evita la contaminación que podríamos generar con los desechos mal manejados de las lámparas fluorescentes compactas.

La promesa actual es que están desarrollando un bulbo altamente eficiente, con calidad perfecta de luz y completamente libre de mercurio. Esta tecnología será adaptada en formas de bulbos clásicos para ajustarse a necesidades existentes de consumidores en

cualquier parte del mundo, eliminando detalles como espirales cilíndricas de cristal en las lámparas fluorescentes compactas o complicados esquemas de disipación de calor en las lámparas LED. Es una tecnología prometedora, sin embargo actualmente aun no se ha comercializado en nuestro país [16].



Fig. 7 Tecnología ESL

➤ *Iluminación led*

La iluminación LED es un dispositivo semiconductor que convierte energía en intensidad de luz con la ventaja de reducir el consumo y así obtener una iluminación eficiente. El principio fotoeléctrico ideado por Albert Einstein se basa en someter a materiales a una corriente eléctrica con el fin de producir luz, este proceso también es conocido como **electroluminiscencia**[17]. El proceso mencionado es mucho más eficiente que la incandescencia de una bombilla antigua con filamento ya que la energía genera directamente luz y no genera calor. Cabe mencionar que la iluminación led es su larga vida útil y la resistencia a fluctuaciones de energía[17].

➤ *Iluminación laser*

Existe en la actualidad la luz laser pulsado, versátil y potente. Se considera una fuente de luz ideal para cámaras de visión artificial y de alta calidad para entornos industriales y exteriores[18]. La salida de luz es monocromática con bajo grado de coherencia, siendo ideal para fines de iluminación. Se genera pulsos arbitrarios o ráfagas de pulsos con una duración ideal y con precisión para la duración de cada pulso individual.

La luz láser define un rayo láser en el espectro visible (entre 400 y 700nm de longitud de onda)[19]. El láser ("Amplificación de la luz por emisión estimulada de radiación") crea y amplifica la radiación electromagnética de una frecuencia específica a

través del proceso de emisión estimulada. Los sistemas de luz láser crean haces de luz nítidos, altamente enfocados a largas distancias. Al igual que las pantallas de iluminación láser, las luces láser se utilizan como medio de entretenimiento.

2.1.6. Sistemas de control

Para Loja y Maldonado [20] los sistemas de control son dispositivos usados para controlar la luminosidad de la lámpara y su encendido/apagado de la instalación. Estos sistemas de control de iluminación funcionan para distribuir la cantidad adecuada de luz artificial en el espacio y momento exacto, se los usa tanto en interiores o exteriores [21].

➤ *Célula fotosensible o interruptor crepuscular*

Es un dispositivo que detecta un flujo lumínico del entorno y lo utiliza para transformarla en energía eléctrica para comparar con un valor de referencia[21]. Si la energía es superior a este valor de referencia, la fuente de luz se apaga y en caso contrario se enciende. Actualmente existen varios sistemas de control de alumbrado, sin embargo, el más aplicado es un sistema on/off de simple conmutación por medio de las células fotosensibles, dicho control se puede realizar de dos maneras, una de forma individual o otra de forma múltiple como se muestra a continuación (Fig. 8).

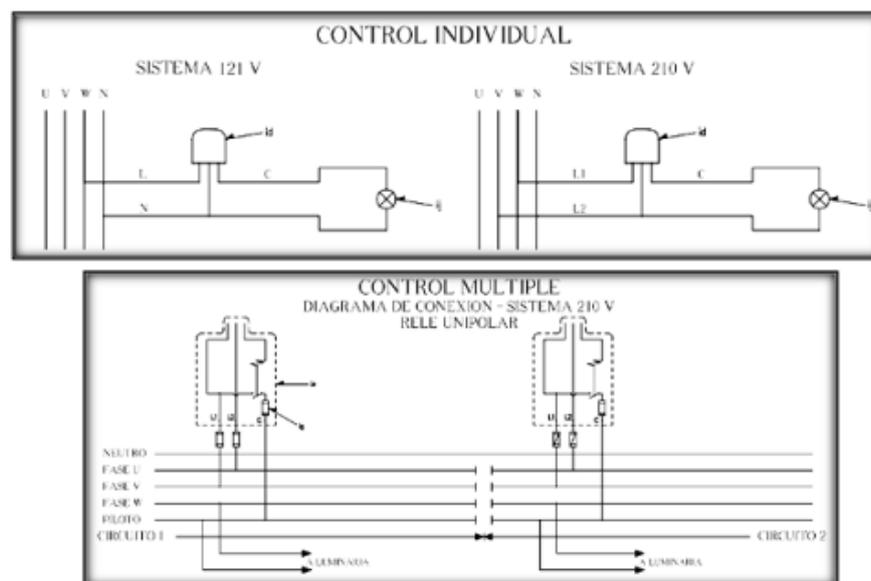


Fig. 8. Control individual y múltiple célula fotosensible

➤ ***Control de iluminación mediante interruptores manuales o temporizadores***

Un interruptor manual es una herramienta para controlar el encendido y apagado del alumbrado[22]. El número de interruptores manuales existentes para el control del alumbrado no debe ser menor a la raíz cuadrada del número de luminarias instaladas. El control de iluminación mediante interruptores temporizados es un sistema radical, las lámparas son apagadas desde un panel central a la misma hora cada día.

➤ ***Control por un sistema centralizado de gestión.***

En los lugares destinados a usos múltiples es cada vez más importante disponer de un sistema de manejo y control energético. Cabe mencionar que este tipo de sistemas es recomendable usar en universidad o polideportivos (cubiertos o descubiertos), si el sistema centralizado dispone simultáneamente de control local permite un considerable ahorro de energía, aplicando un buen control horario, de acuerdo con las necesidades del usuario [23].

2.2. Nuevas tecnologías de iluminación solar

En Ecuador ya es posible autogenerar energía renovable gracias a la Regulación 001/21 de ARCERNNR aprobada en octubre de 2018 [24]. Su esquema de incentivos mediante balance neto, permite convertir el 100% de la energía generada en ahorro directo en la factura. Es importante conocer se funcionamiento el cual proporciona electricidad durante las horas de sol y a su vez almacena durante en día para ser utilizada en iluminación pública.

2.2.1. Iluminación solar LED

La iluminación solar LED para exterior e interior aprovecha la energía del sol para alimentar sus baterías lo que la convierte en 100% independiente de conexión a la red eléctrica. La independencia lumínica se refuerza con sensores de movimiento y tableros de control, las luminarias se ven reforzadas por los materiales con los que están fabricadas y goza de una alta protección IP (Defensa contra agua y polvo).



Fig. 9 Iluminación solar LED

Para transformar la luz del sol en energía lumínica, las células fotovoltaicas captan una corriente eléctrica creada por un flujo de electrones entre las capas de silicio de la célula, que es activada por la luz solar. El exceso de energía puede ser almacenado en baterías para su uso posterior. Debido a que la iluminación solar no tiene que ser conectada a la red eléctrica, se requiere solamente una mínima perturbación física para su instalación, lo que la hace ideal para parques, parqueaderos e incluso juegos infantiles[6].

En combinación con luces LED, la energía solar es conveniente para zonas que requieren iluminación para la seguridad personal, incluyendo estacionamientos, caminos y senderos, y secciones remotas de una propiedad. Cabe mencionar que la instalación de sistemas de iluminación solar fuera de la red es rápida y fácil, y requiere de herramientas y equipos básicos[8].

2.3. Sistemas de distribución

Los sistemas de distribución eléctrica en bajo voltaje son redes que suministran energía a hogares y pequeñas empresas. Niveles de voltaje: Se definen los siguientes valores de niveles de voltaje: Bajo voltaje: Medio voltaje: Alto voltaje Grupo 1: Alto voltaje Grupo 2: menor igual a 0,6 kV; mayor a 0,6 kV y menor igual a 40 kV; mayor a 40 kV y menor igual a 138 kV; y, mayor a 138 kV.

2.3.1. Partes de un sistema de distribución eléctrica

Un sistema de distribución eléctrica de bajo voltaje está constituido por estos elementos:

- Fuente de energía (transformador)

- Conductores de energía
- Contador de energía
- Protecciones del sistema
- Carga del sistema (Equipos conectados a la red de BV)

2.3.2. Transformador eléctrico de distribución

Los transformadores eléctricos son equipos utilizados en las redes de distribución de bajo voltaje como fuentes de alimentación, la potencia de los transformadores viene determinada de acuerdo a la red primaria de alimentación la cual puede ser una red trifásica o monofásica que alimente al transformador, normalmente los transformadores de distribución en redes monofásicas van desde 3kVA hasta 75kVA estos en poste, los transformadores de distribución en redes trifásicas van desde 30kVA hasta 700KVA. Este tipo de equipos están diseñados para subir o bajar el voltaje de acuerdo con lo requerido y de igual manera tiene la capacidad de la transmisión de energía de un punto a otro sin modificar su frecuencia [25].



Fig. 10. Transformador monofásico 75KVA.

2.3.3. Conductores

Los conductores de acuerdo con lo que menciona Riva [27], son la parte de los cables que se encarga de conducir la energía eléctrica. Los metales más utilizados como conductores son el cobre y el aluminio, debido a su alta conductividad. Los cables eléctricos tienen distintas presentaciones o construcciones acorde a la utilización y el tipo de construcción eléctrica que se vaya a realizar, por tal razón estos pueden ser de cobre o de aluminio, también podrán ser con aislamiento o desnudos.

2.3.4. Contador de energía

El contador de energía eléctrica o también llamado medidor es un equipo de medición el cual sirve para llevar el registro del consumo de energía suministrada a cada cliente [26].

Analógicos: Son contadores de energía tradicionales con un visor donde se ubica un disco con una marca roja que gira de forma proporcional de acuerdo a la corriente consumida.

Digitales: A diferencia de los contadores de luz analógicos los digitales registran de manera diferente el consumo. Permite medir el consumo en tiempo real, facilitando entre tipos de tarifa en función de la discriminación nocturna.

Telegestión: Este tipo de contadores funcionan a partir de las potencias menores a 15kW, con el objetivo de registrar las lecturas a distancia del consumo horario potenciando un consumo inteligente al contabilizar el precio por cada hora.



Fig. 11. Contador de energía digital.

De acuerdo a las unidades de propiedad del MEM (ex MEER), existen varios tipos de medidores que están homologados para la aplicación dentro de las empresas distribuidoras, los cuales se indican a continuación:

- Medidor de energía electromecánico, medición directa, tipo bornera.
- Medidor de energía electromecánico, medición directa, tipo socket
- Medidor de energía electromecánico, medición indirecta, tipo bornera
- Medidor de energía electromecánico, medición indirecta, tipo socket
- Medidor de energía electrónico con registrador ciclométrico, medición directa, tipo bornera
- Medidor de energía electrónico con registrador ciclométrico, medición directa, tipo socket

- Medidor de energía electrónico, medición directa, tipo bornera
- Medidor de energía electrónico, medición directa, tipo socket
- Medidor de energía electrónico, medición indirecta, tipo bornera
- Medidor de energía electrónico, medición indirecta, tipo socket
- Medidor de energía electrónico, totalizador para subestaciones de t y s/t.
- Medidor de energía electrónico para telemedición

2.3.5. Tableros de distribución

Los paneles de distribución se emplean para distribuir electricidad de forma segura en entornos comerciales e industriales. Constituyen una parte esencial del sistema eléctrico al dividir la energía suministrada en circuitos más pequeños, ofreciendo protección mediante disyuntores o fusibles individuales dentro de un mismo gabinete. Se diseñan siguiendo estándares como UL891 y NEMA PB2 para garantizar su cumplimiento normativo y funcionamiento adecuado.

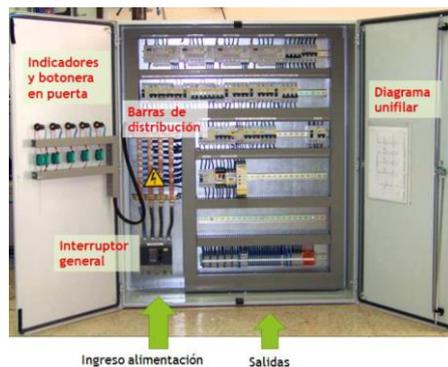


Fig. 12. Tablero de distribución

2.3.6. Infraestructura para distribución de energía

Los sistemas de distribución de igual forma se diferenciarán de acuerdo con el tipo de construcción e infraestructura que se ocupe para su ejecución y diseño, a pesar de que puedan cumplir la misma función que es la de transmitir energía de un punto a otro. Estas pueden ser de tipo aéreas o subterráneas. dependiendo de esta consideración se podría definir qué es lo que se necesita para realizar el tendido de los conductores, elección del tipo de postes y ubicación, así mismo de los accesorios para la instalación.

➤ **Red aérea**

Para la construcción de circuitos con redes aéreas se utilizará postes de hormigón, y cables de aluminio desnudo o aislados. Su construcción está basada en el montaje de postes hormigón generalmente este tipo de construcción ha sido utilizada en el alumbrado público convencional de la mayoría de las ciudades a nivel nacional, considerando que es una construcción con la que se pueden disminuir costos en la fase de construcción ya que los conductores utilizados generalmente son de aluminio con herrajes de acero galvanizado. Un factor adicional e importante por el cual se han realizado la construcción de redes aéreas es la facilidad para la detección de fallas y reparación de estas. Sin embargo, este tipo de construcción no aporta en la estética y desarrollo urbanístico de las ciudades, por lo que está siendo sustituida por las redes subterráneas.

➤ **Red subterránea**

La construcción de redes subterráneas es un tanto más compleja ya que es necesario considerar que el cableado se lo realizara por el piso, para lo que es necesario inicialmente hacer un análisis de las instalaciones existentes como es agua potable, alcantarillado para no afectar de alguna de estas instalaciones, posterior se establecerá los puntos más lejanos a conectar y el recorrido de las instalaciones para ubicar los pozos eléctricos que servirán como puntos de derivación de los circuitos y cajas de mantenimiento en caso de daños, una vez definido eso se debe realizar la excavación y para ello determinar la cantidad de ductos necesarios acorde a la cantidad de conductores y calibre de los mismos que van a instalarse, para así establecer la profundidad, ancho de la zanja y materiales a ocuparse tanto de tubería como accesorios de conexión, estribos de soporte y material de relleno.

2.4. Normativa

2.4.1. Norma UNE-EN 12193 (2020)

Esta norma ha sido elaborada para mejorar la iluminación de instalaciones deportivas interiores y exteriores. El deslumbramiento de jugadores, jueces y espectadores debe controlarse para evitar incomodidades o, incluso, la reducción de las prestaciones visuales de estos. Incide la nueva norma que “este requisito tiene la máxima prioridad”. En espacios exteriores el uso del índice RG (antes denominado GR) para evaluar el deslumbramiento máximo permitido. Por lo general se adopta un RG máximo

de 50 para clases I (competición nacional) y II (competición regional), y de 55 para clases III (entrenamiento, competición local o recreativo)[28].

La limitación de la luz perturbadora que exige el Reglamento de Eficiencia Energética en Instalaciones de Alumbrado Exterior, se establecen límites de luz perturbadora procedente de instalaciones deportivas, en función de la zonificación medioambiental en la que se ubiquen estas, sobre edificaciones o carreteras cercanas. El flujo emitido al hemisferio superior (conocido como FHSMÁX o RUL MAX)[28]. La mayoría de los estudios de campos de fútbol clase II, por ejemplo, se pueden resolver con FHSinst que oscilan entre el 0%, para instalaciones con proyección asimétrica, hasta el 10% aproximadamente en instalaciones con proyectores de haz simétrico. En campos deportivos grandes, con distancias de proyección elevadas (ej. proyectores dispuestos tras los córners o gradas), será necesario adoptar ópticas simétricas de haz estrecho, ya que a esas distancias las asimétricas no son tan efectivas. Complementariamente, es posible introducir paralúmenes o viseras en los proyectores para mejorar el control lumínico.

La iluminancias y uniformidad de acuerdo con los criterios de iluminancia horizontal y vertical, y uniformidades en las áreas principales de juego (PA). La medición del deslumbramiento, se fija en 1,5m de altura la medición de las iluminancias verticales. Adicionalmente, se establece que la uniformidad media (U2) en el área total (TA) será de, al menos, un 75% de la del área principal (PA); y la uniformidad extrema (U1) será de, al menos, el 50% de la uniformidad media (U2) en el área principal (PA) [28] Fig. 13. Al cumplir con los parámetros de uniformidad las cargas en la red eléctrica están dentro de los parámetros establecidos por EMERLNORTE S.A. Al no generar una sobrecarga en el sistema eléctrico controlando la cantidad de todo el sistema de alumbrado y considerando el uso de tecnologías solares LED.

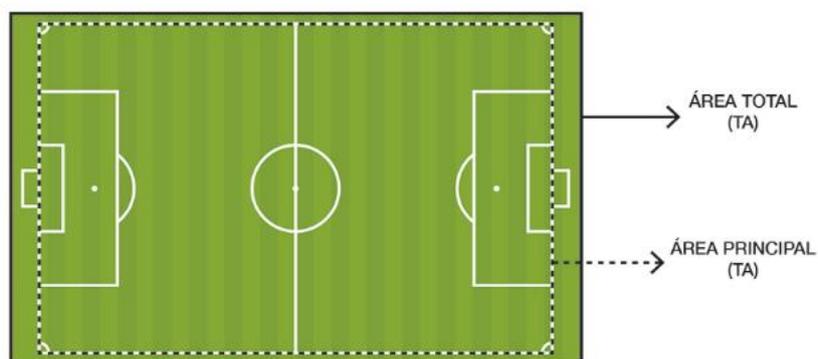


Fig. 13 Definición de áreas

Capítulo III

Materiales y Métodos

En este Capítulo se indica de manera clara el procedimiento, enfoque, diseños y método tomado en cuenta al realizar la investigación. Esto permitirá a ingenieros de la rama utilizar el presente trabajo como referencia, visualizar la relación entre el planteamiento de los objetivos y los resultados obtenidos.

Polideportivo "Ciudad de Mira", situado en la provincia del Carchi, cantón Mira y ciudad de Mira en las coordenadas X: 829.198,15 y Y: 10.061.024,29, abarca una extensión aproximada de 22,000 metros cuadrados, la red que alimenta al polideportivo proviene de la subestación Chota el alimentador ALIM-CHOTA 1, circuito "X1". Su construcción data del año 2016, originándose a partir de un espacio recreativo básico que incluía un coliseo, zonas de estacionamiento y una cancha de fútbol.



Fig. 14 Vista aérea del Polideportivo "Ciudad de Mira".

El proceso de remodelación introdujo nuevas instalaciones como canchas de baloncesto, una cancha de ecuavoley, una piscina cubierta, una cancha sintética, áreas de juegos infantiles y ampliaciones en las zonas de estacionamiento. Estos agregados han generado un aumento significativo en la demanda y cargas del sistema eléctrico del lugar.

Mediante el presente trabajo de investigación, se propone el método general de abordamiento a las investigaciones para ingeniería, que puedan resolver los problemas de apoyar los problemas de practicidad, veracidad y difusión [29].

El diseño de iluminación exterior es una tarea compleja, como dijera Gerry Zekowski "La ciencia de iluminar es un arte y el arte de iluminar es una ciencia".

Anteriormente los cálculos lumínicos eran realizados a mano, en la actualidad existen softwares libres como el Dialux que logran tomar en cuenta muchos más elementos técnicos y simular casi con exactitud las ópticas lumínicas [1], [30].

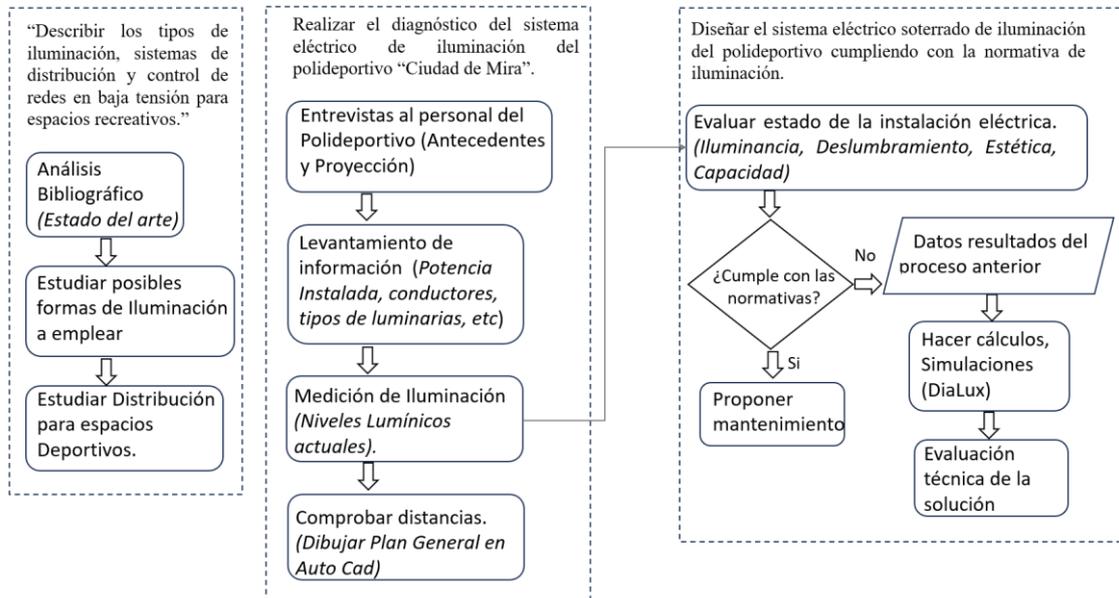


Fig. 15 Esquema lógico de la Investigación

En este esquema lógico de la investigación se tiene dividido de acuerdo con el orden de los objetivos y el proceso para dar cumplimiento a cada uno de estos, se inicia con el análisis bibliográfico con el fin de estudiar las posibles formas de iluminación acorde al espacio que se vaya a iluminar y la eficiencia de los equipos. Una vez realizado el análisis bibliográfico fue necesario la entrevista con el personal encargado del polideportivo con el fin de determinar el modelo de gestión (horarios, funcionamiento, mantenimientos, etc). Y el levantamiento de la información técnica, así como del estado actual de la iluminación, además de la comprobación de distancias acorde al plano obtenido en la base de datos del GAD Mira. Con la información recolectada del estado y funcionamiento del polideportivo se procede a la evaluación del cumplimiento, donde se determina que si existe cumplimiento se propone un mantenimiento preventivo, caso contrario se realiza una propuesta técnica que cumpla con la normativa.

3.1 Diseño de la investigación

Los tipos de investigación empleados en el estudio son los siguientes:

Investigación bibliográfica – documental: mediante la búsqueda de información en diversas fuentes bibliográficas como base de datos de artículos, libros, capítulos de libros y repositorios institucionales se profundizó en el conocimiento del tema, donde se obtuvo una visión más clara de los procedimientos a seguir para diseñar sistemas de iluminación artificial.

Se utilizan buscadores profundos de internet para localizar bibliografía relevante y válida que fundamente la parte científica de la investigación. Las etapas de la metodología aplicada son descritas a continuación:

- **Preguntas de investigación**

Se establecen tres preguntas de investigación con el objetivo de ordenar el proceso investigativo, partiendo del tema Diseño de sistemas eléctricos de iluminación para Polideportivos. Otra practica útil es la de establecer algunos puntos de vista que logren un buen enfoque metodológico:

PV1: Diseño de sistemas de iluminación para instalaciones deportivas,

PV2: Eficiencia de los diseños a partir de otras metodologías de iluminación,

PV3: Diseño de sistemas de iluminación artificial para Polideportivos.

En la tabla siguiente se describen las preguntas de investigación utilizadas en la metodología.

Tabla IV. Preguntas de investigación

Número	Preguntas de Investigación	Motivación
PI1	¿Cuáles son los objetivos de rediseñar un sistema eléctrico de iluminación artificial?	Identificar la utilidad de rediseñar un sistema de iluminación artificial en un Polideportivo.
PI2	¿Qué métodos son utilizados para lograr un eficiente rediseño eléctrico de iluminación?	Identificar otras metodologías usadas para tener procesos eficientes de diseños de iluminación diferentes a los tradicionales.
PI3	¿Qué ventajas trae diseñar un sistema de iluminación para un Polideportivo?	Identificar los resultados obtenidos a partir del diseño eficiente de un Polideportivo.

- **Búsqueda de documentos**

Para la búsqueda se tuvieron en cuenta documentos con vigencia de cinco años atrás con el objetivo de obtener información y resultados actuales de la aplicación de la investigación, es decir se abarcó bibliografía desde el año 2019 al 2024. A pesar de que

en apariencia la luminotecnia es un campo dentro de la ingeniería que avanza rápido empresas como Cree LED, Acuity Brands, Iluminación Eaton o Iluminación Philips/Signifylo monopolizan no solo el mercado sino también la información sobre tecnologías en desarrollo mostrando solo pequeños catálogos orientados a las ventas. Para la fundamentación teórica se utilizan normas y libros de fechas más antiguas.

La búsqueda bibliográfica se la realiza en bases de datos reconocidas y de acceso mediante el dominio institucional tales como: Dialnet, Redalyc, Scielo, MDPI, El Repositorio Digital UTN, otras fuentes como Google Académico de las cuales se obtienen proyectos de investigación y libros.

En la Tabla 5 se describen los criterios de exclusión e inclusión (desde C1 a C5) para analizar y catalogar los documentos encontrados que serán referenciados en esta investigación.

Tabla V. Criterios de inclusión y exclusión

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Artículos que describen los diseños de iluminación exterior para instalaciones deportivas	Artículos que hacen referencia a un artículo original anterior
C2	Artículos en español e inglés	Artículos sobre iluminación de interiores y exteriores no deportivos.
C3	Artículos desde el 2019 a 2024	Artículos no relacionados al tema
C4	Normas internacionales, Normas Nacionales, Reglamentos locales que contengan ordenanzas obligatorias.	Normativa que discrepe con las disposiciones nacionales.
C5	Bibliografía que contenga información relevante con respecto al diseño de iluminación para espacios deportivos.	

- **Extracción de datos**

El Anexo 1 detalla la tabla resumen con las fuentes, base de datos y años de publicación de la bibliografía seleccionada y utilizada en el proyecto.

Investigación de campo: este tipo de investigación es utilizado puesto que el estudio se realizó en el Polideportivo de la Ciudad de Mira con el objetivo de recopilar la información actual y considerarlas posibles mejoras. Se realizo en varias secciones diurnas y nocturnas. Las herramientas utilizadas fueron: teléfono celular, cinta métrica de 30 m, cinta laser digital y entrevistas, el equipo utilizado fue el Luxómetro. Las

entrevistas realizadas a la administración del centro fueron vitales para entender los antecedentes y proyección del espacio deportivo en cuestión.

Investigación aplicada: Esta modalidad permitió la aplicación de los conocimientos adquiridos durante la formación universitaria. Con la finalidad de identificar las deficiencias lumínicas del Polideportivo y establecer una propuesta de mejora a partir de la aplicación de nuevas tecnologías de iluminación.

Investigación cuantitativa: La investigación tiene un enfoque cuantitativo puesto que se realizaron mediciones de niveles lumínicos, áreas, alturas, capacidades y distancias, así como también se realizaron simulaciones complejas para calcular los niveles de iluminancia, deslumbramiento y otras operaciones menos complejas mediante el uso del software Excel.

3.1.1. Población y Muestra

Para el proyecto de investigación se consideró como elementos que componen la muestra los espacios lumínicamente calculables del polideportivo (población), detallados en la tabla siguiente. Esta información fue resultado de la aplicación del método de investigación de Campo.

Tabla VI. Población de estudio

Área	Cantidad	Área // Utilización
Cancha de Fútbol 11	1	7350 m ² / Solo se ocupará para juegos previo alquiler o permiso.
Cancha de Fútbol 7	1	1035 m ² / Solo se ocupará para juegos previo alquiler o permiso.
Cancha de Básquet	2	1186 m ² / Uso frecuente
Cancha de Ecuavoley	1	506 m ² / Uso frecuente
Vías	4	Varios / Uso frecuente
Parqueaderos	2	1035 m ² / Uso frecuente
Juegos Infantiles	1	784 m ² / Uso frecuente
TOTAL	12	

3.1.2. Recolección de información

Entrevista: Esta técnica permitió la obtención de la información general, los problemas operativos fundamentales que presenta la funcionabilidad del Polideportivo de la ciudad de Mira por parte del administrador y del personal de mantenimiento. Se efectuó una entrevista planificada con los principales puntos de interés que permitieron tener una visión más clara partiendo desde los antecedentes del polideportivo hasta su actual estructuración y las proyecciones futuras del mismo. Ver ficha de campo (Anexo 1) para el registro de la información más relevante.

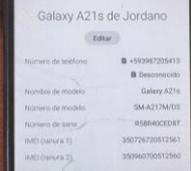
Observación: Permitted un dictamen previo del estado de la instalación, la evaluación visual del sistema de iluminación, la ausencia de luces en unas áreas por roturas y en otra por falta de diseño, la anotación y fotografía de tableros eléctricos y ubicación de postes. Se observó la poca estética de la instalación cableada de forma aérea. recolección de información e identificación del procedimiento llevado a cabo para la obtención del producto final, esto a través de una ficha de observación (anexo 2) que permitió recopilar toda la información primaria con eficiencia.

Medición: Es la técnica que se empleó para obtener los datos de partida del presente estudio. Las herramientas utilizadas son: el luxómetro para medir los niveles de iluminancia de las distintas áreas ver anexo 6, el multímetro digital con el cual se verificaron los niveles de voltaje (V) y las corrientes (I) en la entrada de los tableros eléctricos, las cintas métricas utilizadas para verificar las áreas de trabajo.

3.2. Materiales, equipos y software

Para la realización del presente proyecto utilizamos los siguientes materiales de campo, equipos y software tal y como se relacionan en la Tabla 7.

Tabla VII. Lista de materiales, equipos y software

Material	Figura o Características	Descripción
Computador		Equipo requerido para la búsqueda bibliográfica, realizar reuniones on line, realizar simulaciones, elaboración y presentación del proyecto.
Teléfono		Dispositivo móvil utilizado para capturar fotografías, referenciar puntos de GPS. Coordinación de reuniones On line con tutores.
Cinta métrica 30 mts		Herramienta empleada para realizar levantamiento y comprobación de las dimensiones del plano CAD.
Cinta métrica láser		Herramienta empleada para realizar comprobación de medidas tomadas.
Tablero Porta hojas		Objeto utilizado para la comodidad del observador en la recolección de información.
Luxometro		Equipo utilizado para medir la Iluminancia (lux), préstamo de EMELNORTE S.A.
Multimetro Digital		Equipo utilizado para medir los niveles de voltaje expresados en (V) y las corrientes (A).
Microsoft Word		Software empleado para la redacción y presentación de la información correspondiente al desarrollo del proyecto.
Microsoft Excel		Software utilizado para la realización de formatos de la toma de tiempos y además de los cálculos necesarios en este estudio.
Microsoft Visio		Software empleado para el diseño de diagramas de flujo y cursogramas sinópticos.

Auto Cad 2018		Software empleado para obtener el plano general en planta arquitectónica del Polideportivo de Mira.
Dialux Evo		Software empleado para simular los niveles de iluminación de vías, parqueos y juegos infantiles.
Dialux 4,13		Software empleado para simular las canchas deportivas.
ArcGIS		Software empleado para migrar la información de distribución de EMELNORTE S.A. sobre el plan general obtenido en AutoCAD.

3.3. Criterios de diseño del sistema de iluminación

En este punto se establece de forma resumida cuales son las normativas, reglamentos, resoluciones que aplican en el diseño de iluminación de cada área.

- **Criterios para el diseño de alumbrado de canchas deportivas**

Partiendo del plano general (ver anexo 5) que se utilizara como plano de trabajo en AutoCAD, donde se localizaron las áreas con las medidas ya verificadas, Se establece en principio que: Las canchas de los escenarios deportivos deberán cumplir con los niveles de calidad lumínica que se ilustra en la siguiente tabla.

Tabla VIII. Criterios de diseño. Iluminancia y Uniformidad para canchas del Polideportivo.

Descripción	Iluminancia promedio (lx)		Uniformidad de la Iluminancia U_o
	Máxima	Mínima	
Canchas deportivas de uso múltiple y recreativo	90	75	0.5
Canchas recreativas de fútbol			
Canchas recreativas de baloncesto y ecuavoley			

Cuando existieron discrepancias entre los estándares consultados se realizó una comparación como la que se muestra en la tabla siguiente y tras el análisis técnico – económico se decidirá que rigor aplicar.

Tabla IX. Comparación de rigurosidad entre Normas.

Deporte	Tabla de la Norma		Resolución Nro.	
	UNE-EN 12193:2020		ARCERNNR-020/2023	
FUTBOL	$E_{hor Ave lx}$	75	$E_{hor max lx}$	90
Nivel de Competición	U_{2hor}	0,50	$E_{hor min lx}$	75
(Recreativo / deportes escolares (educación Física)	R_G	55	$E_{hor Ave lx}$	>75
Alumbrado Clase III	R_a	60	U_{2hor}	0.5

La tabla muestra una comparación entre la Norma Española y el reglamento que utiliza EMELNORTE S.A. Se muestra que no hay incongruencia en las exigencias de ambos.

- **Criterios para el diseño de alumbrado de parqueaderos**

Se propuso en principio intentar colocar en estas áreas iluminación solar. Para ello, se delimitan las superficies de cálculo. Para la parte de normas se utilizará como referencia a la normativa establecida en “The Lighting Handbook”.



Fig. 16 Localización de los parqueaderos

Como se lo muestra en la tabla siguiente el polideportivo tiene una densidad de tráfico bajo, propio de pueblos pequeños. Los parqueaderos podrían clasificarse con nivel de tráfico ligero, pero, previendo posibles incrementos poblacionales se selecciona nivel de tráfico medio.

Tabla X. Niveles lumínicos, zonas de parqueaderos

Zona de parqueaderos	E _m	R _a
Tráfico medio - áreas de estacionamiento de grandes almacenes, edificios de oficinas, plantas, complejos deportivos y polivalentes	10	20

- **Criterios para el diseño de alumbrado público vial**

Se estableció la distribución de áreas del polideportivo “Ciudad de Mira” Fig. 17. Los puntos 1, 5, 7 y 8 representan los cuatro (4) tramos de vías que componen el polideportivo.

Para diseñar el sistema de alumbrado público de las vías se deben cumplir ciertas condiciones establecidas. El directorio de la agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables ARCERNNR Nro. 007/23 nos permite establecer una clasificación.

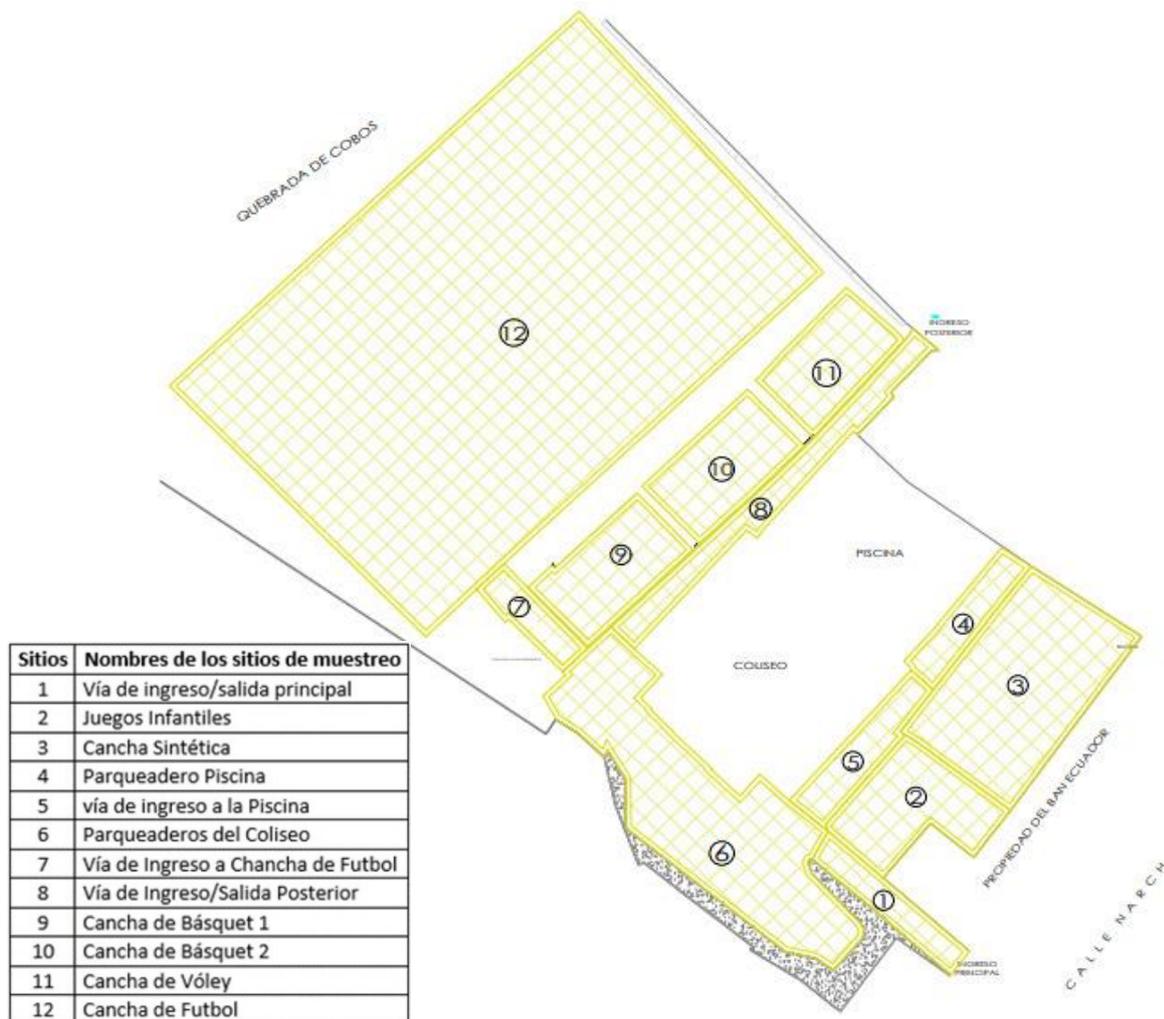


Fig. 17 Plano de ubicación de áreas de estudio

El material que conforma la vía es importante para seleccionar el coeficiente de reflectividad de esta que se tomara en cuenta para calcular el deslumbramiento. En el polideportivo las 4 vías que existen son.

- Tres (3) de adoquines gris claro (Coeficiente de reflectividad 0.7).
- Una (1) de Piedras (Coeficiente de reflectividad 0.3).

La categorización de la vía se obtiene del resultado de aplicar la ecuación 3 en cada uno de los casos descritos anteriormente.

$$M = (6 - \sum V_{pM}) \quad (3)$$

Donde:

M Clase de iluminación, va de M1 a M6.

$\sum V_{pM}$ Sumatoria de los valores ponderados (V_{pM}) seleccionados.

Las vías del polideportivo que se van a iluminar pertenecen a la categoría M4 por tanto cuando se realice la simulación se deberá observar se cumplan con los siguientes parámetros.

- **Criterios para realizar las Simulaciones**

Una vez clasificadas las áreas a iluminar. Cuando se realicen las simulaciones se deberán utilizar los “plugins” que correspondan a las luminarias que están aprobadas en EMELNORTE S.A.

Luminarias de referencia:

- ✓ LED SYL-STREET 200W_IESNA2002
- ✓ LED SYL-STREET 150W_IESNA2002
- ✓ URBINO SOLAR LED 12350LM 740 O6 FOTGJ HT KL.II
- ✓ LED SYLFLOOD HW G2 400W 45°
- ✓ SYLVANIA SP09 1000W-5700K-40°
- ✓ SYLVANIA SP09 1000W-5700K-15°
- ✓ SYLVANIA SP09 1000W-5700K-20°
- ✓ LED SYL-STREET 60W_IESNA2002

Tabla XI. Tipos de softwares y luminarias

Áreas	Software	Luminarias
Canchas deportivas	Dialux 4.13	Proyectores LED de 1000W, 400 W
Parqueaderos	Dialux Evo	Solar LED de 150W.
Vías de circulación vehicular	Dialux Evo	Solar LED de 150W.
Juegos Infantiles	Dialux Evo	Proyectores LED de 400 W

3.4 Toma de Datos (Mediciones de Campo).

En la Tabla 12 se resumen las cargas, circuitos de alumbrado, cantidad de luminarias, carga instalada, corriente de carga, circuito de fuerza, etc. De cada uno de los objetos.

Tabla XII. Información de circuitos y cargas de cada sitio

ITEM	Área	Sub - Área	Circuitos de iluminación	Cantidad de Luminarias	Potencia luminarias (W)	Potencia total (W)	Corriente de Carga (A)	
1	POLIDEPORTIVO	Vía de ingreso/salida principal	Alumbrado publico	2	150	300	1.36	
2		Juegos Infantiles	Alumbrado publico	1	150	150	0.68	
3		Cancha Sintética	Circuito Baños / TCI		4	9	36	1.49
			Circuito Cancha sintética / TCI		8	400	3200	14.55
4		Parqueadero Piscina	Alumbrado publico		1	150	150	0.68
5		Vía de ingreso a la Piscina	S/C		0	0	0	0
6	Parqueaderos del Coliseo	Alumbrado publico		3	150	450	2.05	

		Alumbrado publico	1	250	250	1.14
7	Vía de Ingreso a cancha de Futbol	S/C	0	0	0	0
8	Vía de Ingreso/Salida Posterior	S/C	0	0	0	0
9	Canchas posteriores	Circuito cancha 1 basquetbol / TCI	8	250	2000	9.1
10		Circuito cancha 2 basquetbol/ TCI	8	250	2000	9.1
11		Circuito cancha 3 voleibol / TCI	0	0	0	0
12		Cancha de Futbol	S/C	0	0	0

- **Cancha de Futbol 11**

En la cancha de futbol no existe iluminación, existen 4 postes de 11 metros PHC11_350 ubicados en los laterales de la cancha de futbol, en uno de ellos existe tendido dos cables desnudos de aluminio con un herraje donde se tiene 240 V, que alimentan a 2 reflectores metal halide de 400 W. Los cuales no se encuentran funcionando. Ver Plano Anexo E – D – 018.

- **Canchas posteriores.**

Las dos canchas de basquetbol y la cancha de eua vóley por diseño deberían estar controladas desde el tablero de control TCI ubicado en el cuarto de bodegas de la piscina. Existe un medidor de energía No 201702005669, posee un tablero de protección con un interruptor 3 polos de 160A que está ubicado junto al medidor de energía eléctrica. Ver Figura 18.



Fig. 18 Medidor de Energía y Tablero de protección Canchas Posteriores.

Tal y como se mencionó en el párrafo anterior, por diseño, la instalación comprendía un tablero de control TCI (ver figura 19) mismo que posee tres contactores y tres pulsadores que sirven como maniobra para el control de cada cancha, a su lado existe adosado un interruptor bifásico de 63 A. Este circuito de control no se encuentra en funcionamiento, esta inutilizado. El encendido y apagado se realiza desde el breaker bifásico de 63 A.



Fig. 19 Medidor de Energía y Tablero de protección Canchas Posteriores.

En la cancha 1 de basquetbol hay en funcionamiento siete (7) reflectores y uno (1) que no se encuentra encendiendo, en la cancha 2 se tienen seis (6) reflectores funcionando y dos (2) sin encender, en la cancha de ecua vóley no existen reflectores, nunca se instalaron los reflectores solo existe la instalación.

- **Cancha Sintética (de Futbol 7)**

La cancha sintética posee circuito de iluminación independiente con un medidor de energía eléctrica bifásico N° 2021209286, La iluminación se realiza desde 4 postes aledaños, dos postes de ocho (8) metros de altura en cuya parte superior se ubican dos (2) Reflectores Metal Halide de 400W en cada uno y dos postes de siete (7) metros de altura

en cuya parte superior se ubican dos (2) reflectores de 400W de la misma marca. Su control se realiza desde dos tableros de distribución bifásicos de 4 espacios que están ubicados dentro de los baños. Ver Plano Anexo E – D – 009.

Tablero de 4 espacios (Figura siguiente), lado izquierdo, 2 espacios están ocupados con un interruptor Schneider Electric Enchufable Square D de 2 polos de 32 A para el circuito de fuerza de un punto de tomacorriente especial de 240V ubicado en el ingreso a los baños, 1 espacio con un interruptor Schneider Electric Enchufable Square D de 1 polo y 20A para el circuito de fuerza de tomacorrientes de 120V de los baños, 1 espacio está ocupado con un breaker de 1 polo 16 A para el circuito de iluminación de baños.

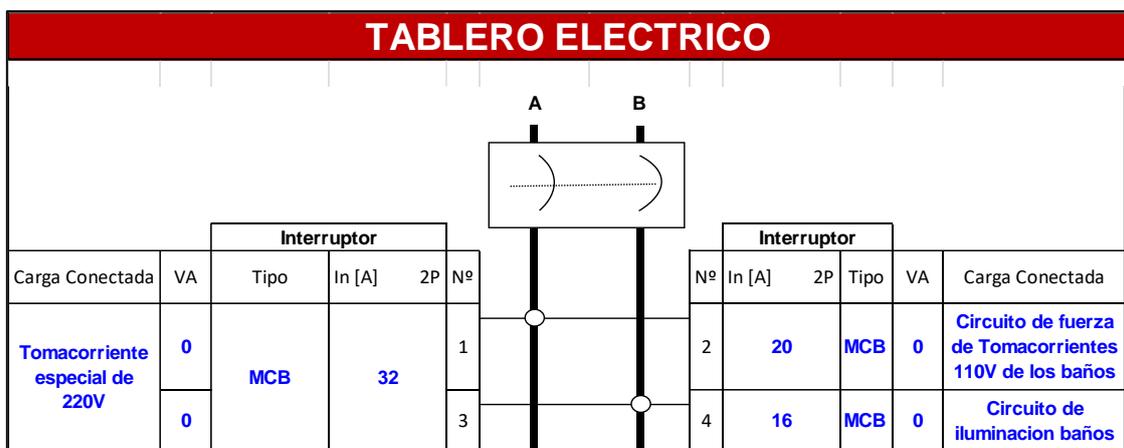


Fig. 20 Diagrama tablero baños

Tablero derecho de 4 espacios (Fig. 21), compuesto por 2 interruptores Schneider Electric Enchufable Square D de 2 polos y 32A, cada interruptor controla 4 reflectores del lado izquierdo y 4 reflectores del lado derecho. Del total de reflectores instalados están funcionan dos (2) del lado izquierdo y tres (3) del lado derecho.

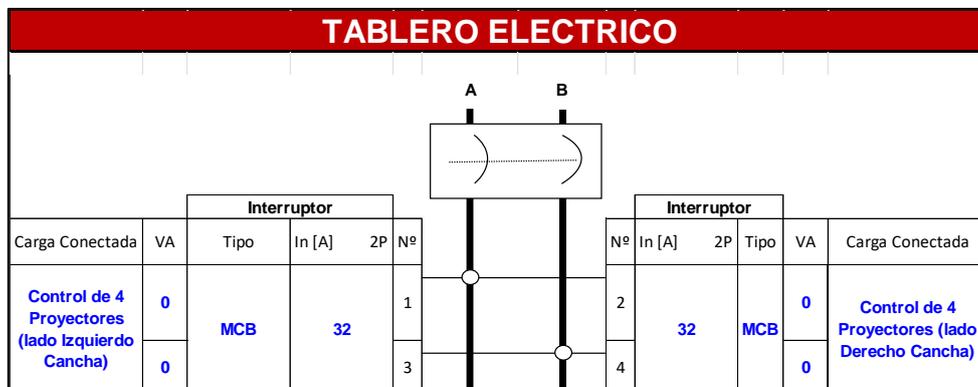


Fig. 21 Diagrama tablero cancha sintética

- **Vías de Ingreso Principal**

En el lado lateral izquierdo está ubicado el poste P_109622 un poste de hormigón armado PHC12_500 donde está montado un transformador monofásico autoprotegido marca Ecuatrans de 25KVA el código del transformador es T_14810, el transformador alimenta el circuito de bajo voltaje y alumbrado público.

Existen dos postes de hormigón con luminarias de sodio cerrada de 150W (LDPS150PCC), Ver Planos Anexos E – D - 007.

- **Parqueadero de la piscina**

En el parqueadero aledaño a la piscina se ubica el poste P_190634 en la parte superior del cual está colocada una luminaria de 150W (LDPS150PCC) que se alimenta desde la red de alumbrado público. Ver Plano Anexo E – D – 010.

- **Vía de ingreso a la piscina**

En la vía de ingreso a piscina no existe iluminación. La zona no se encuentra bien delimitada. Ver Plano Anexo E - D - 011.

- **Parqueaderos frente al coliseo**

Este parqueadero consta de tres (3) postes de hormigón de 9 metros de altura PHC9_350 con luminarias de 150W (LDPS150PCC), un (1) reflector de 250W en el poste P_109621 todos son alimentados desde el circuito de alumbrado público. Ver Plano Anexo E - D - 012.

- **Vía de ingreso cancha de futbol 11**

En la vía de ingreso a cancha de futbol no existe iluminación. La iluminación que se muestra es una luz de rebote. Ver Plano Anexo E - D - 013.

- **Vía de Ingreso posterior**

En la vía de ingreso posterior no existe iluminación. Ver Plano Anexo E - D - 015.

- **Juegos Infantiles**

En esta área no existe circuito de iluminación, sin embargo, en la misma está ubicado el poste P_109637 con una luminaria de 150W (LDPS150PCC) para alumbrado público, que sirve como iluminación.

Dentro del parque infantil existe dos postes ornamentales de 4 metros los cuales están ubicados sin poseer ningún tipo de conexión ni cableado. Ver Plano Anexo E-D-008.

- **Transformadores**

Existen en el complejo dos transformadores monofásicos: uno de 37,5 kVA y otro de 15 kVA. Ambos están instalados en postes y reciben alimentación desde la red de distribución trifásica de 13.8 kV y 7.96 kV en monofásico. Estos transformadores proporcionan servicio tanto al sistema de bajo voltaje del polideportivo como a la red pública de bajo voltaje de EMELNORTE S.A.



Fig. 22 Transformadores del polideportivo

Finalmente, se obtuvieron puntos GPS para la creación de un plano general del polideportivo (Ver Plano Anexo E – D – 005) en donde se ve la distribución de las áreas y la ubicación de las luminarias. El levantamiento de información proporcionó análisis de las condiciones técnicas de la instalación, el funcionamiento actual de sistema de alumbrado y su mantenimiento.

- **Medición de iluminación polideportivo**

Se tomo los datos con el luxómetro de los valores de iluminación que existen en el polideportivo. Utilizando el método de medición, fundamentada en una cuadrícula de puntos de medición que cubra cada zona analizada. Para la precisión de la iluminancia media influye el número de puntos de medición utilizados Anexo E-D-006 Existe una relación que calcula el número mínimo de puntos de medición a partir del valor del índice de local aplicable al interior. En la Tabla 13 está representado los valores lumínicos en luxes tomados en campo.

Tabla XIII. Resultados de medición lumínica.

RESULTADOS	ÁREAS
Em = 0 lx Uo = 0	CANCHA DE FUTBOL 11
Em = 21.94 lx Uo = 0.59	CANCHA DE FUTBOL 7, SINTÉTICA
Em = 18.38 lx Uo = 0.71	CANCHA DE BÁSQUET 1
Em = 20.03 lx Uo = 0.64	CANCHA DE BÁSQUET 2
Em = 0 lx Uo = 0	CANCHA DE ECUAVOLEY
Em = 16.14 lx Uo = 0.19	PARQUEADERO DEL COLISEO
Em = 4.72 lx Uo = 0	PARQUEADERO DE LAS PISCINAS
Em = 23.7 lx Uo = 0.36	VÍA DE INGRESO / SALIDA PRINCIPAL
Em = 0 lx Uo = 0	VÍA DE INGRESO A CANCHA DE FUTBOL
Em = 0 lx Uo = 0	VÍA DE INGRESO / SALIDA POSTERIOR
Em = 7.71 lx Uo = 0.43	VÍA DE INGRESO A LA PISCINA
Em = 3.14 lx Uo = 0.38	JUEGOS INFANTILES

- **Conductores**

En las instalaciones del polideportivo en la red de alumbrado se encontró que existe la red de tipo aérea con conductores de aluminio desnudos ASC.2 para las fases y neutro, ASC. 4 para la línea del piloto del alumbrado.

En la cancha sintética se encuentra conductores de cobre tipo THWN #12 AWG para la red secundaria que deriva a los circuitos de iluminación, para el circuito de tomacorrientes e iluminación se encuentra con cable de cobre tipo THWN #12 AWG, la alimentación principal tiene cable de cobre tipo THWN #8 AWG desde el medidor hasta la caja de distribución con una configuración 2F3C. En las canchas posteriores los circuitos de iluminación desde la caja de distribución hasta las luminarias se encuentran con cable de cobre tipo THWN #12 AWG, y la alimentación principal desde el medidor de energía hasta la caja de distribución esta con cable de cobre tipo THWN #8 AWG con configuración 2F3C.

Capítulo IV

Resultados

4.1. Resultados del proyecto

El presente capítulo presenta una recopilación de todos los resultados obtenidos del proyecto, así como la relación entre estos y los criterios de diseño que se tomaron en consideración para la elaboración de este.

Los softwares empleados para el diseño son DIALux 4.13 y DIALux Evo, los cuales están certificados por diferentes entes regulatorios (ARC, REBT, CENACE, entre otros), lo que garantiza un resultado con la mayor precisión posible. Con ello se obtiene una disminución de tiempo en la entrega de resultados y adicionalmente una experiencia visual, en la cual se puede observar cómo sería montarlo en la vida real.

4.2. Diseño de alumbrado de canchas deportivas

Las canchas deportivas presentes dentro del polideportivo fueron delimitadas y categorizadas en el capítulo 3. Los parámetros a cumplir son los que dicta la normativa europea UNE-12.193 enfocada específicamente a las zonas recreativas y deportivas. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de las diferentes canchas deportivas.

4.2.1. Cancha de Fútbol 11

- **Selección de los proyectores.**

Se emplearon los plugins del proyector SYLVANIA SP09 1200W-5700K-2. Se realizaron varios ajustes para lograr los niveles requeridos.



Fig. 23 Proyector Sylvania 1200 W.

- **Posición y Altura de las torres de la cancha de fútbol.**

La cancha tiene una medida de 105 x 70 m. El área disponible alrededor de la cancha permitió escoger la disposición de proyectores con torres en esquina para lo cual se observó el criterio mostrado en la figura siguiente.

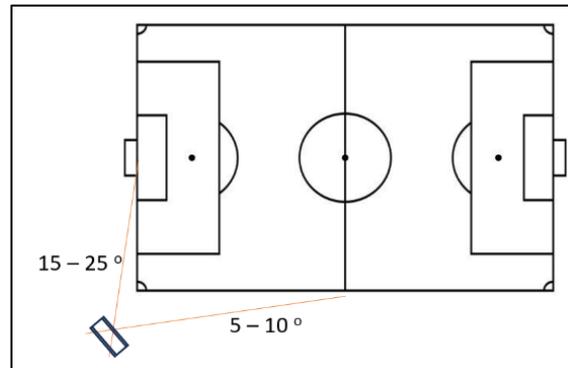


Fig. 24 Posición de las torres en las esquinas.

La altura de las torres está limitada por los ángulos α y β mostrados en la Figura 25. Para quien desconoce el método esta figura podría no ser muy ilustrativa, sin embargo, la ayuda del AutoCad 3D nos alivia los cálculos que siguen y nos dan una mejor perspectiva de lo deseado.

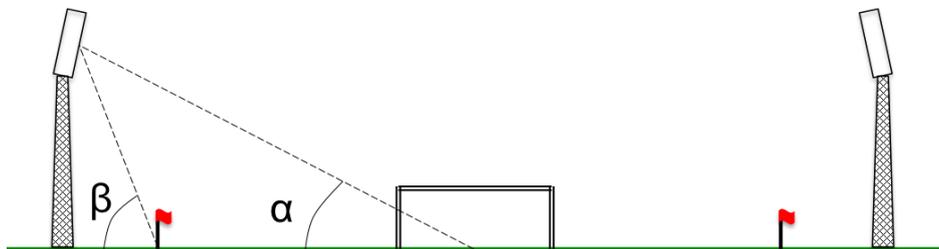


Fig. 25 Disposición seleccionada ángulos alfa y beta

Donde:

La altura mínima del proyector por potencia es de 12 metros.

- $45^\circ \leq \beta \leq 75^\circ$
- $20^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

Utilizando el AutoCAD podemos revisar en 3D la posición exacta donde ubicar las torres y la altura de las luminarias con la que podemos estar dentro de los rangos permisibles para evitar el deslumbramiento.

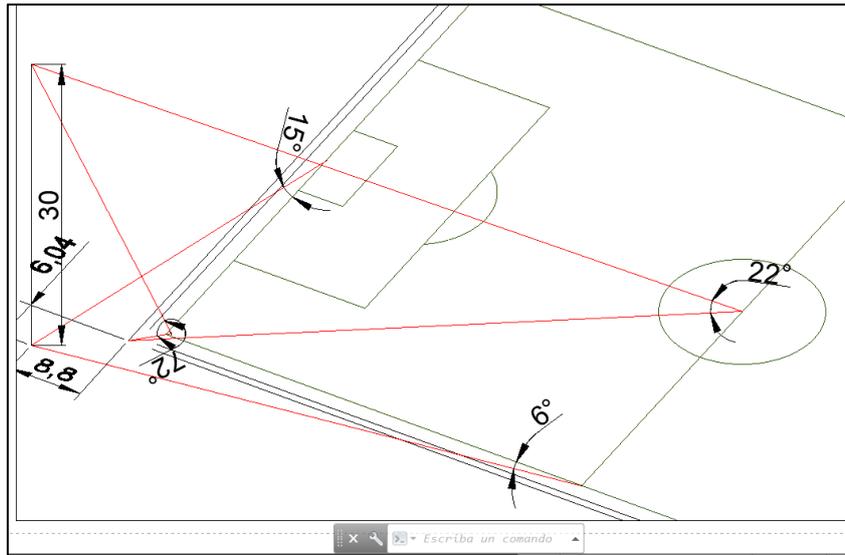


Fig. 26 Disposición de proyectores con torres en las esquinas.

Entonces tendremos:

- H (altura mínima del proyector) = 30 m
- $B = 72^\circ$
- $\alpha = 22^\circ$

La altura de montaje (30 m), al igual que la posición de las torres se aprecia en la figura 28. En un plano de planta se ubicaron los puntos de irradiación de la luz, esto se utiliza para en el momento del montaje realizar con una guía laser su colocación. las luminarias de este tipo tienen que apuntar hacia el suelo, ya que la disposición de la luz va directa hacia la superficie, lo que garantiza una correcta visualización sobre las canchas deportivas.

- Tipo de Montaje.

Es importante que las ópticas lumínicas no se crucen en la parte superior de los mástiles. En la figura 27 se propone un tipo convencional de montaje con 25 grados de inclinación de la estructura que impedirá la superposición de ondas entre los proyectores colocados en la misma.

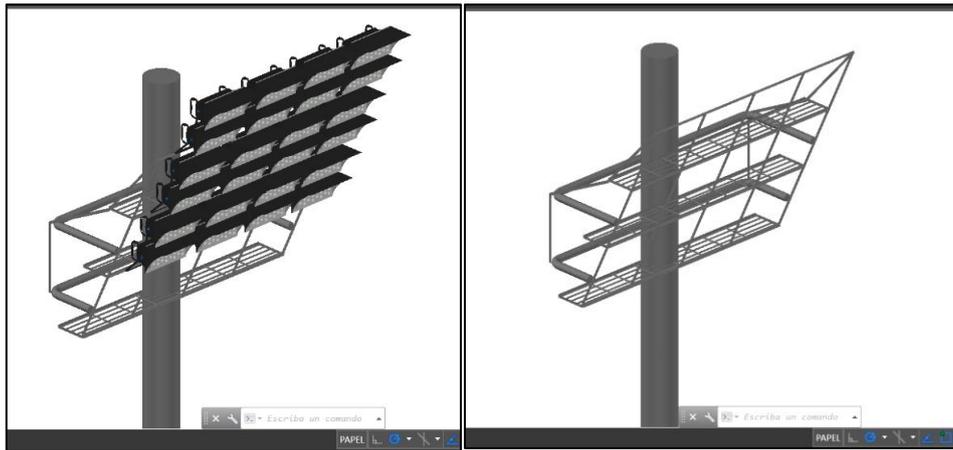


Fig. 27 Tipo de montaje en la cancha de Futbol. Autocad 3D

➤ **Resultados de la simulación.**

Con todos los elementos anteriores definidos comenzamos la simulación. Modelamos la cancha con las dimensiones exactas y le asignamos como material el césped que tiene las características reflectivas reales y con esto obtenemos un modelo.

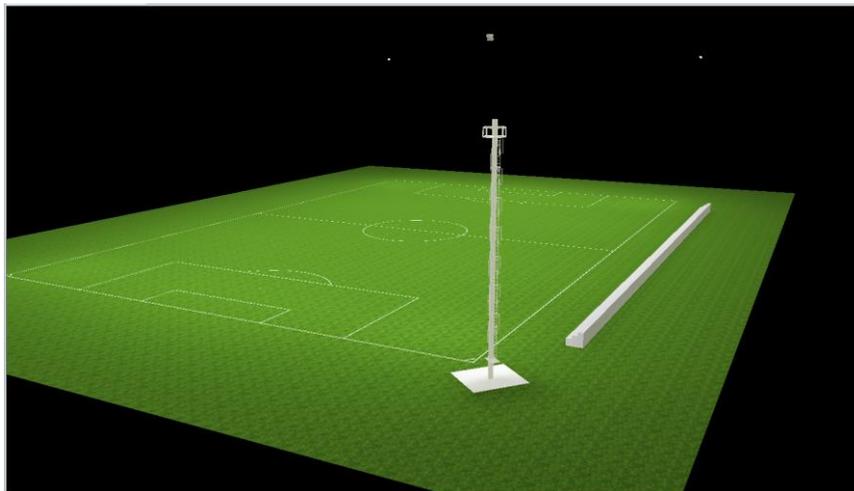


Fig. 28 Simulación de la cancha de Futbol 11, Dialux 4.13

La figura 29 muestra la simulación de las cuatro (4) torres en la cual se montan 10 proyectores Sylvania de 1200 W en cada torre de manera simétrica.

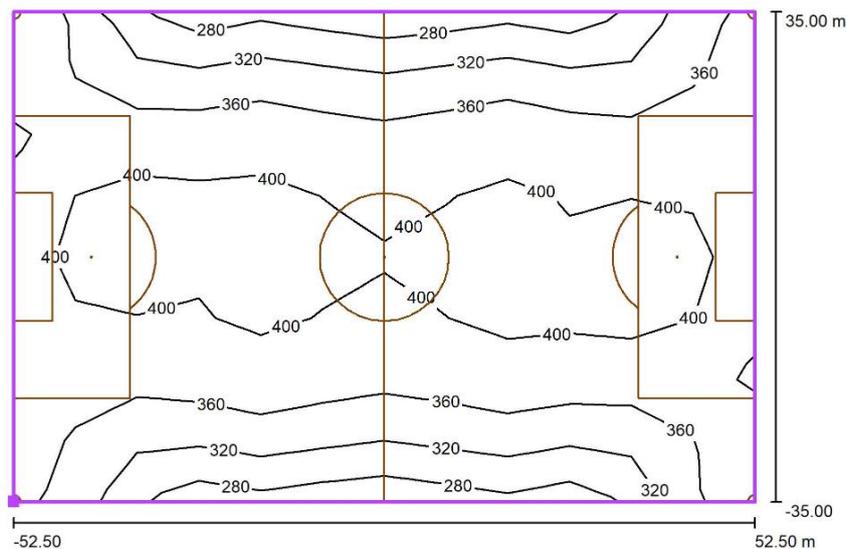


Fig. 29 Resultados luminotécnicos de la cancha de Futbol 11

Los resultados que se obtuvieron cumplen con todos los parámetros establecidos por la normativa UNE-12.193. La característica de estos valores es que en la parte de iluminancia (E_m) y Uniformidad (E_{min}/E_m) los resultados son superiores al objetivo planteado por la norma, con el fin de utilizar la potencia adecuada instalada en luminarias.

Trama: 12 x 8 Puntos

E_m [lx]
369

E_{min} [lx]
278

E_{max} [lx]
428

E_{min} / E_m
0.75

E_{min} / E_{max}
0.65

Fig. 30 Resultados emitidos por DiaLux.

4.2.2. Cancha de Futbol 7 (Sintético)

- **Selección de los proyectores.**

Esta es una cancha de menor exigencia. Para ello se empleó los plugins del proyector LED SYLFLOOD 400W CW 45° Ver Anexo 20. Se realizaron varios ajustes para lograr los niveles requeridos.



Fig. 31 Proyector Sylvania 400 W.

- **Posición y Altura de las torres de la cancha de fútbol.**

La medida de esta cancha es de 38.34 x 21.31 m. Para la colocación de las luminarias se utilizó los mástiles existentes en los laterales de la cancha. Elevando su altura a 11 metros para evitar el deslumbramiento y mejorar la uniformidad. Esto es la disposición bilateral.

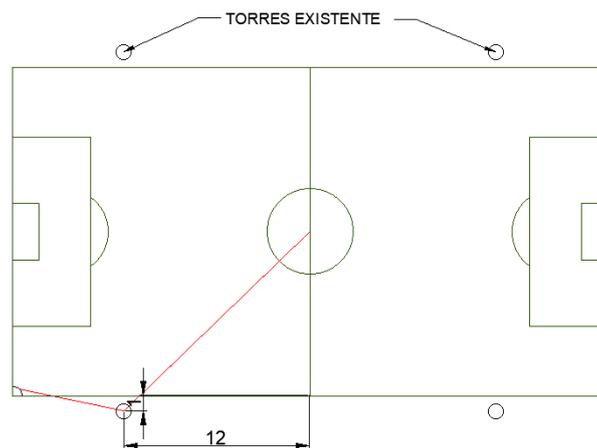


Fig. 32 Disposición bilateral de las torres existentes.

Utilizando el mismo criterio que en la cancha de futbol 11 para escoger la altura mínima de las torres. Tendremos en cuenta los ángulos α y β mostrados en la Figura 33 del sub punto 4.3.1. Otra vez nos apoyamos en el modelo AutoCad 3D.

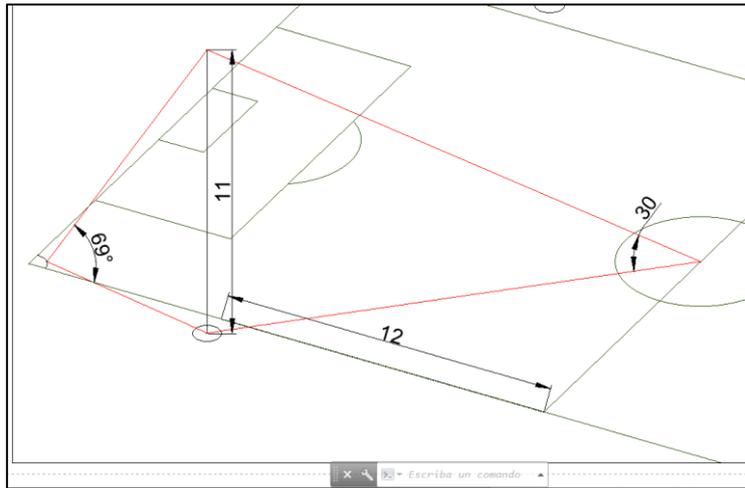


Fig. 33 Posición de la Torre, Altura mínima y ángulos.

Entonces tendremos:

- H (altura mínima del proyector) = 11 m
- $\beta = 69^\circ$
- $\alpha = 30^\circ$

Como podemos deducir esta altura y los ángulos que se obtienen respecto a los puntos trazados nos indican que estamos dentro de los rangos permisibles para evitar el deslumbramiento.

- **Tipo de Montaje.**

Para evitar el cruce de las ópticas se realizó el diseño mecánico del soporte de las luminarias en la parte superior del mástil. En la figura 34 mostramos ese diseño realizado en AutoCad 3D con las dimensiones reales del modelo de proyector seleccionado. Sencillo pero efectivo este garantiza hacer efectivo el diseño propuesto.

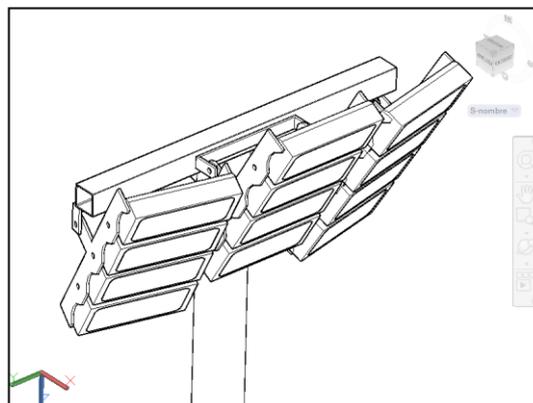


Fig. 34 Montaje en parte superior de mástil. Cancha de Fútbol Sintético. Autocad 3D

- **Resultados de la simulación.**

En la figura 35 mostramos un modelo preciso realizado con las dimensiones y material asignado.

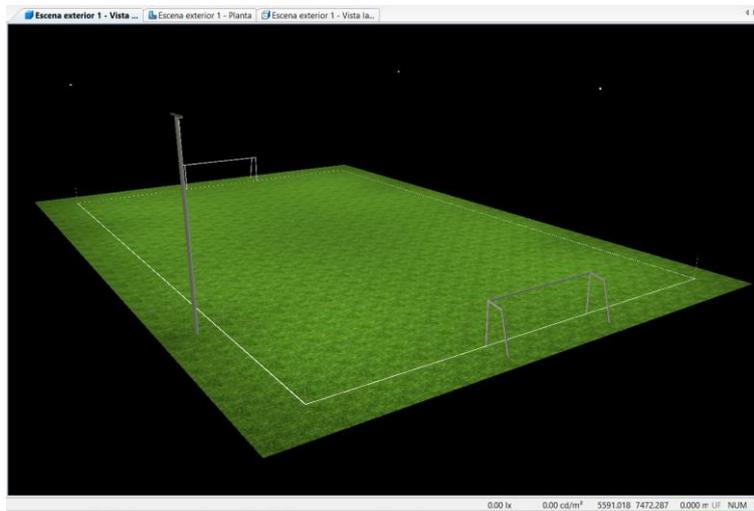


Fig. 35 Simulación de la cancha de Futbol sintético, DiaLux 4.13

La simulación de la iluminación de la cancha sintética con cuatro (4) torres en disposición bilateral y la sima de las cuales se ubican 3 proyectores sylvania de 400 W por cada una se observa en la Figura siguiente.

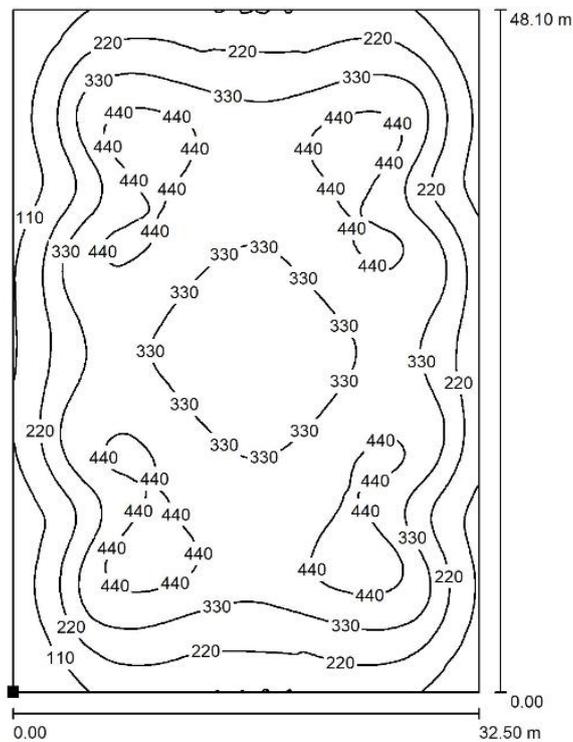


Fig. 36 Resultados luminotécnicos de la cancha de Futbol Sintética

Los resultados que se obtuvieron cumplen con todos los parámetros establecidos por la normativa UNE-12.193. Los resultados obtenidos son superiores a los planificados. La iluminancia (E_m) está en 359 de 80 lx y la Uniformidad (E_{min}/E_m) está en 0.63 de 0.5.

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
359	225	503	0.63

Fig. 37 Resultados emitidos por Dialux.

4.2.3. Canchas de Basquetbol y Ecuavóley

Debido a que estas canchas se encuentran muy cercanas entre ellas es importante que se trabajen en un solo plano de cálculo para tener en cuenta las ondas encontradas.

- **Selección de los proyectores.**

Para este conjunto de canchas modelamos utilizando los plugin del proyector LED SYLFLOOD 400W CW 45° ver Anexo 20.



Fig. 38 Proyector Sylvania 400 W.

- **Posición y Altura de las torres de las Canchas de Básquet y Ecuavoley.**

Para la colocación de las luminarias se utilizó los mástiles existentes en los laterales de cada cancha. Elevando su altura hasta los 8 metros para evitar el deslumbramiento. Esto es la disposición bilateral.

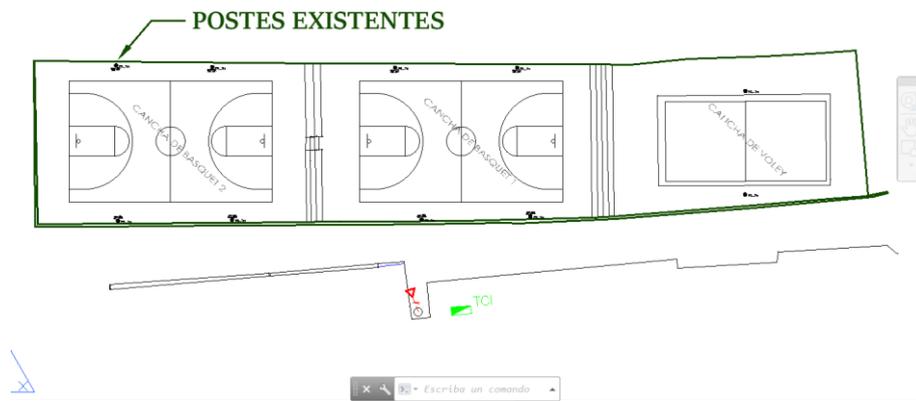


Fig. 39 Posición bilateral de las torres existentes en las canchas de básquet y ecuavoley.

Estas canchas son solo recreativas, como ya se indicó se utilizó la posición de los mástiles existentes ya instalados para realizar la simulación.

- **Tipo de Montaje**

En la figura 40 mostramos un diseño sencillo que puede sujetar perfectamente los proyectores en la parte superior del mástil. Esto tiene en cuenta el tamaño de los nuevos proyectores a instalar. AutoCAD 3D permite dimensionar de forma precisa los brazos sobre el mástil.

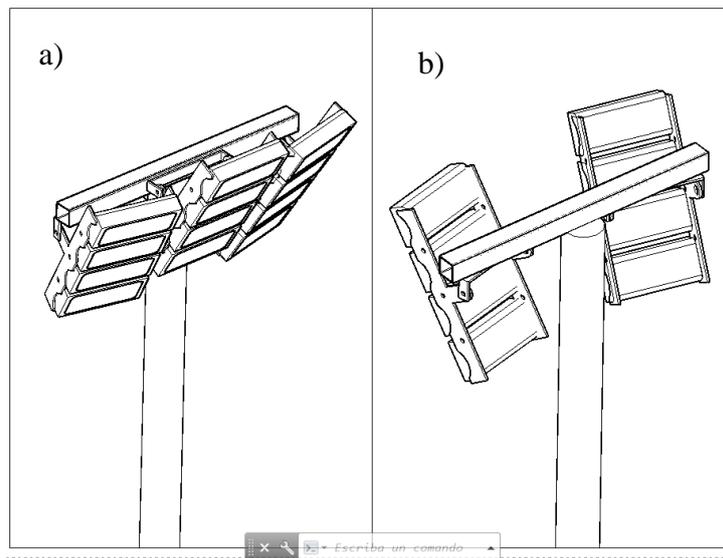


Fig. 40 Montaje en parte superior de mástil. a) Cancha de Ecuavoley y b) canchas de Básquet. AutoCAD

3D

➤ **Resultados de la simulación.**

En la próxima figura mostramos un modelo preciso realizado con las dimensiones y material asignado.

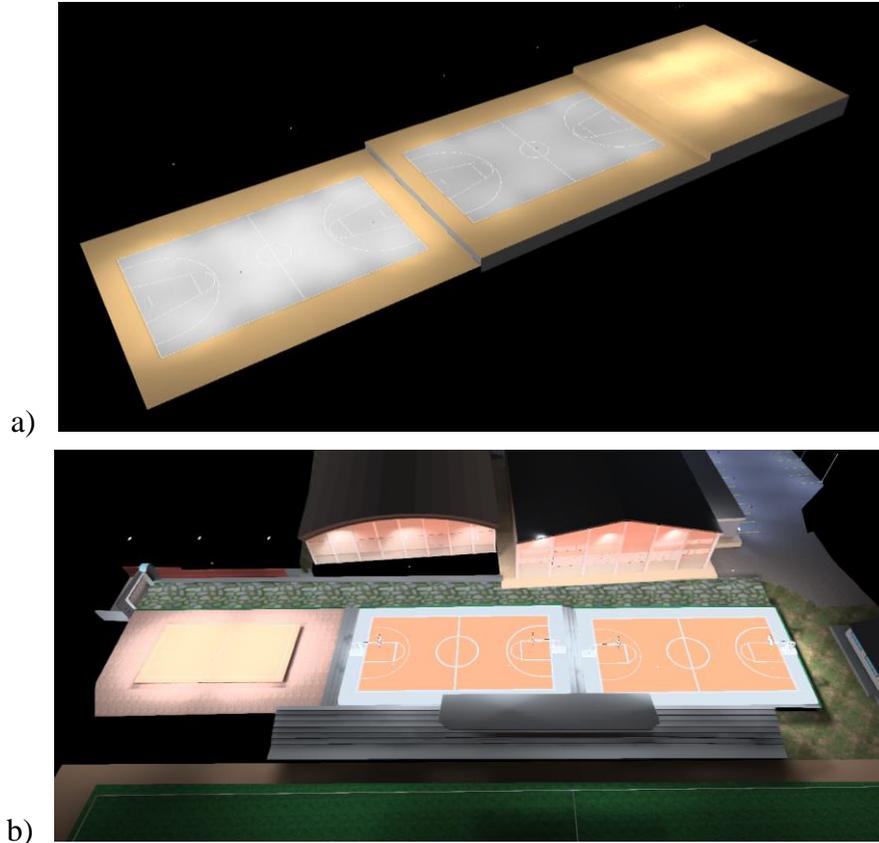


Fig. 41 Simulación de las canchas de Básquet y Ecuavoley, a) DiaLux 4.13 y b) Dialux Evo

La simulación se realizó de la siguiente manera. En las canchas de Básquet se colocaron dos (2) proyectores Sylvania de 400 W por cada una de las cuatro (4) torres situadas en disposición bilateral, a ocho (8) metros de altura, de la manera que se observa en la figura 41 b), En la cancha de Ecuavoley utilizando los dos (2) mástiles existentes colocados de forma bilateral se colocan tres (3) proyectores Sylvania de 400 W sobre cada uno de ellos de la manera en que se muestra en la figura 41 a). Los resultados de muestran en la Figura siguiente.

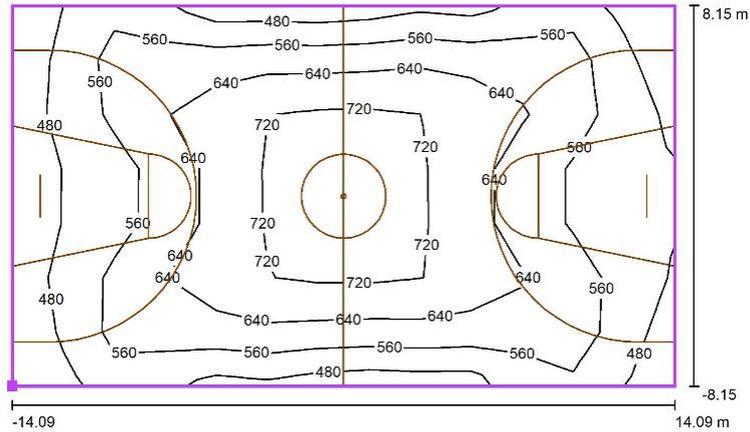


Fig. 42 Resultados luminotécnicos de la cancha de Basquetbol 1

Los resultados obtenidos de la simulación de la cancha de Básquet 1 fueron los siguientes. La iluminancia (E_m) está en 599 y la Uniformidad (E_{min}/E_m) está en 0.69.



Fig. 43 Resultados emitidos por DiaLux para la cancha de básquet 1.

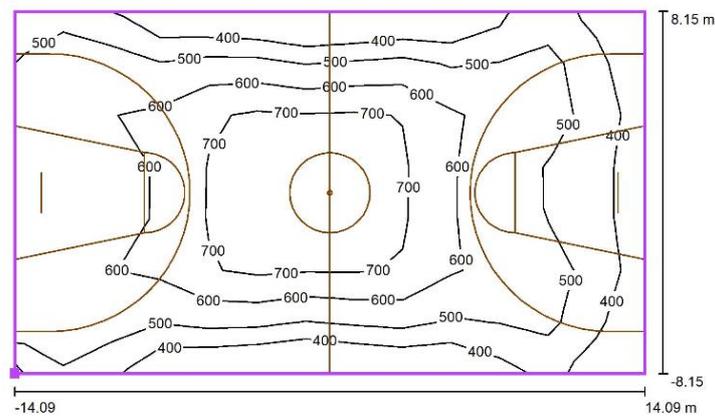


Fig. 44 Resultados luminotécnicos de la cancha de Basquetbol 2

Los resultados obtenidos de la simulación de la Cancha de Básquet 2 fueron los siguientes. La iluminancia (E_m) está en 556 y la Uniformidad (E_{min}/E_m) está en 0.54.



Fig. 45 Resultados emitidos por Dialux para la cancha de Básquet 2.

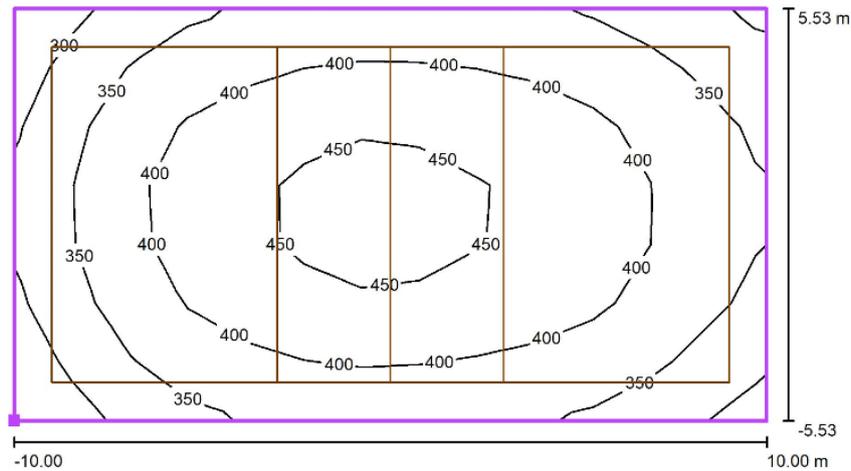


Fig. 46 Resultados luminotécnicos de la cancha de Ecuavoley

Los resultados obtenidos de la simulación de la cancha de ecuavoley fueron los siguientes. La iluminancia (E_m) está en 389 y la Uniformidad (E_{min}/E_m) está en 0.71.



Fig. 47 Resultados emitidos por DiaLux para la cancha de Ecuavoley.

Como pudimos observar en estos casos los resultados han sido positivos, se han logrado superar los niveles de iluminancia y las uniformidades.

4.3. Diseño de alumbrado de Parqueaderos.

Los dos parqueaderos existentes en el polideportivo fueron definidos y categorizados en el capítulo 3. La iluminación que se propone en este caso es la iluminación solar cuyas ventajas fueron descritas en el capítulo 2. Ambos parqueaderos se modelan con el mismo tipo de luminarias con el propósito de no tener diferentes luminarias instaladas lo cual siempre es negativo para la actividad del mantenimiento. La modelación de estos se realiza con el software DiaLux Evo.

- **Selección de las luminarias.**

Se utilizó luminarias solares para estos parqueaderos por la gran ventaja de montaje y ahorro de consumo que ofrece. Se modeló utilizando los plugins del proyector URBINO LED 12350LM 740 O6 FOTGJ HT KL. II. En este caso se utilizó plugins convencionales

disponibles en internet que por la poca rigurosidad de estas áreas se ajustan perfectamente.



Fig. 48 Luminaria Solar de 110 W.

La fotometría implementada en los parqueaderos se puede apreciar en la figura 47 junto con el resto de las características de la luminaria. Fue escogida debido a que ofrece una correcta contención de los haces de luz, como se puede visualizar en el plano 0-180°. El direccionamiento de su luz es hacia delante de la luminaria, permitiendo iluminar solo lo requerido.

- **Tipo de Montaje.**

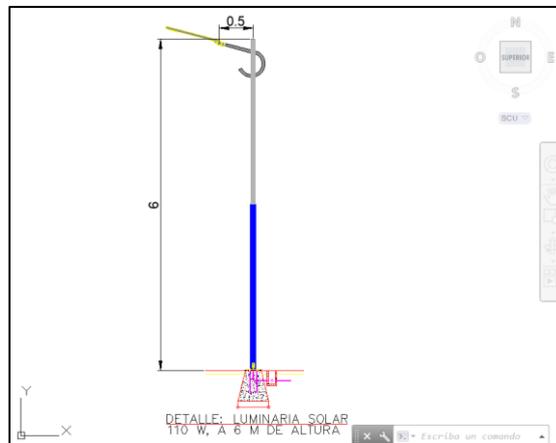


Fig. 49 Tipo de montaje empleado en los parqueaderos

El tipo de montaje empleado en los parqueaderos se muestra en la figura 49, proponiendo una altura de seis (6) metros. Los mástiles fueron colocados detrás de los bordillos cuidando no afectar la seguridad de los peatones.

- **Resultados de la simulación.**

En la próxima figura se muestra una simulación del parqueadero principal tal cual se vería en la realidad. Además, se puede visualizar que la posición de los mástiles del

alumbrado no interfiere en la circulación de los autos y mucho menos en la de las personas, cumpliendo su único objetivo de iluminar la zona de parqueaderos.



Fig. 50 Simulación del Parqueadero del Coliseo. Luces Encendidas.

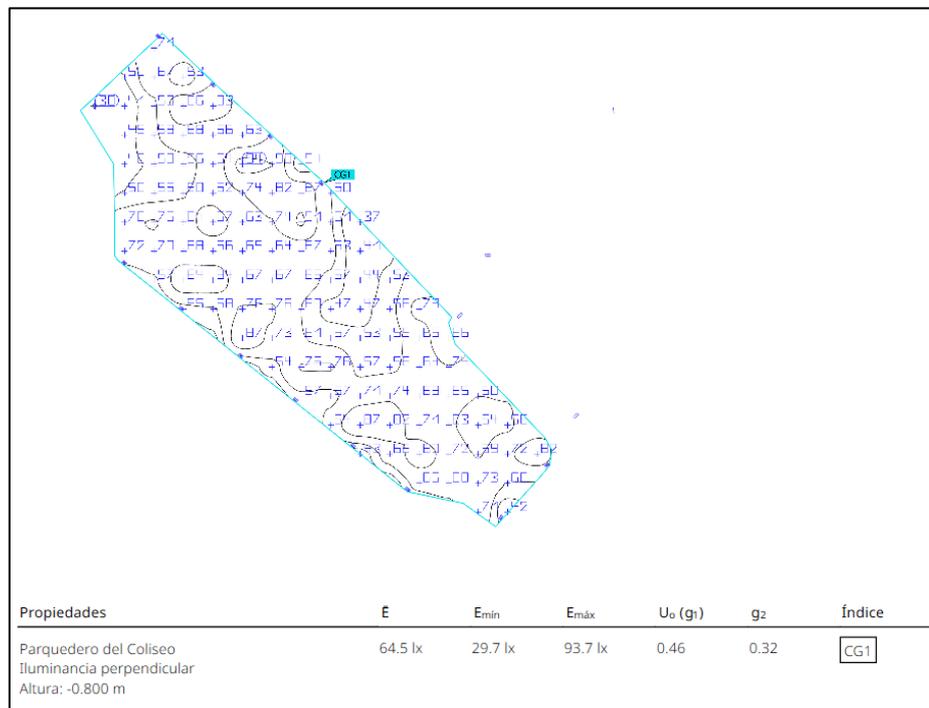


Fig. 51 Resultados luminotécnicos del parqueadero del coliseo

Los resultados luminotécnicos del parqueadero del coliseo se los puede visualizar en la figura 51. Se ha logrado tener la mayor uniformidad posible en toda al área que corresponde al parqueadero. Por experiencia sabemos que estas luminarias logran una autonomía de 8 a 10 horas, lo suficiente para brindar un buen confort lumínico y seguridad a estas áreas.

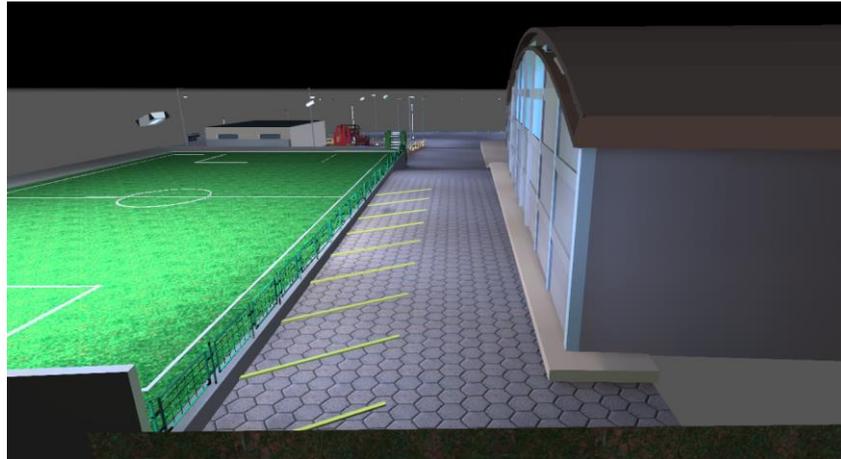


Fig. 52 Simulación del Parqueadero de la Piscina. Luces Encendidas

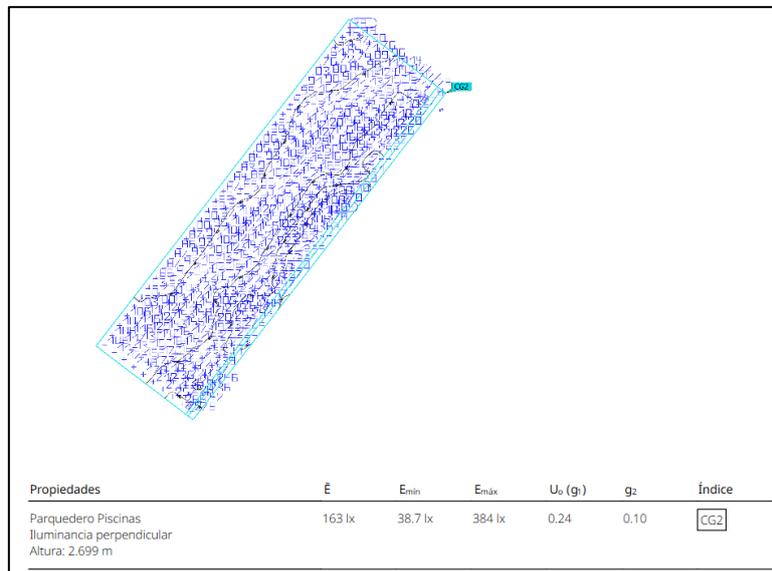
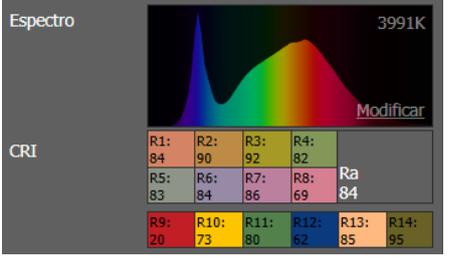


Fig. 53 Resultados luminotécnicos del parqueadero de la Piscina

Los resultados de luminotécnicos del parqueadero de la Piscina se muestran en la figura 52. EMELNORTE S.A. no establece los límites permisibles de uniformidad ni del deslumbramiento para los parqueaderos debido a que estos no pertenecen al sector público, sino son más enfocados al sector privado, por tal motivo quedan a criterio propio de cada dueño el nivel y la calidad de iluminación.

En la siguiente Tabla comparamos los valores obtenidos de la simulación en relación con los parámetros solicitados en la normativa europea “The Lighting Handbook”.

Tabla XIV. Comparativos entre los resultados de las simulaciones hechas en DialuxEvo y las exigencias de “The Lighting Handbook”.

TLH Valor establecido	E_m [lux] ≥ 20	Reproducción Cromática [Ra] ≥ 20																				
Parqueadero del Coliseo	64.5	 <p>Espectro 3991K Modificar</p> <table border="1"> <tr> <td>R1: 84</td> <td>R2: 90</td> <td>R3: 92</td> <td>R4: 82</td> <td></td> </tr> <tr> <td>R5: 83</td> <td>R6: 84</td> <td>R7: 86</td> <td>R8: 69</td> <td>Ra 84</td> </tr> <tr> <td>R9: 20</td> <td>R10: 73</td> <td>R11: 80</td> <td>R12: 62</td> <td>R13: 85</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>R14: 95</td> </tr> </table>	R1: 84	R2: 90	R3: 92	R4: 82		R5: 83	R6: 84	R7: 86	R8: 69	Ra 84	R9: 20	R10: 73	R11: 80	R12: 62	R13: 85					R14: 95
R1: 84	R2: 90		R3: 92	R4: 82																		
R5: 83	R6: 84	R7: 86	R8: 69	Ra 84																		
R9: 20	R10: 73	R11: 80	R12: 62	R13: 85																		
				R14: 95																		
Parqueadero de las Piscinas	163																					

4.4. Diseño de alumbrado público vial.

Dentro del polideportivo se ubican cuatro (4) vías, las cuales conectan las dos entradas (principal y posterior) con los parqueaderos y canchas deportivas. Estas calzadas corresponden a la categoría M4 por sus características propias tal y como se lo demostró en el capítulo 3.

Tabla XV. Tamaño de las vías.

VIAS	DIMENSIONES
Vía de Ingreso / salida principal	38.71 x 6.32 m
Vía de ingreso a la piscina	37.98 x 9 m
Vía de ingreso a cancha de futbol	29.35 x 7.35 m
Vía de ingreso / salida posterior	89.12 x 6.9 m

4.4.1. Vía de Ingreso / salida principal

Como vemos en el cuadro anterior esta calzada tiene una dimensión de 38.71 metros de largo por 6.32 metros de ancho. Es la que conecta la entrada principal con el parqueadero del coliseo y tiene frontera con la calzada de acceso a la piscina.

- **Selección de las luminarias.**

Por el tipo de vía y buscando una armonía en el diseño dado su proximidad al parqueadero del coliseo realizamos el diseño utilizando los Plugin de la luminaria Solar

URBINO LED 12350LM 740 O6 FOTGJ HT KL. II cuyas características se muestran en la figura 54.

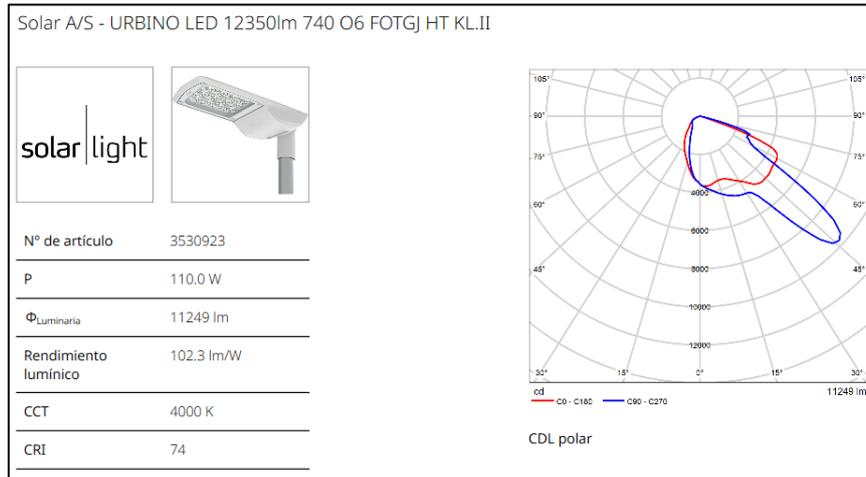


Fig. 54 Fotometría de la luminaria de la entrada principal

De la misma manera que en todas las áreas del Polideportivo se insiste en lograr un gran realismo en cuanto a las dimensiones, los materiales utilizados, las texturas y dimensiones para garantizar la veracidad de los resultados.



Fig. 55 Modelación realista de la entrada principal. Luces apagadas.

La altura del punto de luz la obtendremos de la simulación. Para las cuatro vías utilizaremos la sección Iluminación de Carreteras de Dialux Evo. Esta permite manejar con mayor exactitud los criterios normados.

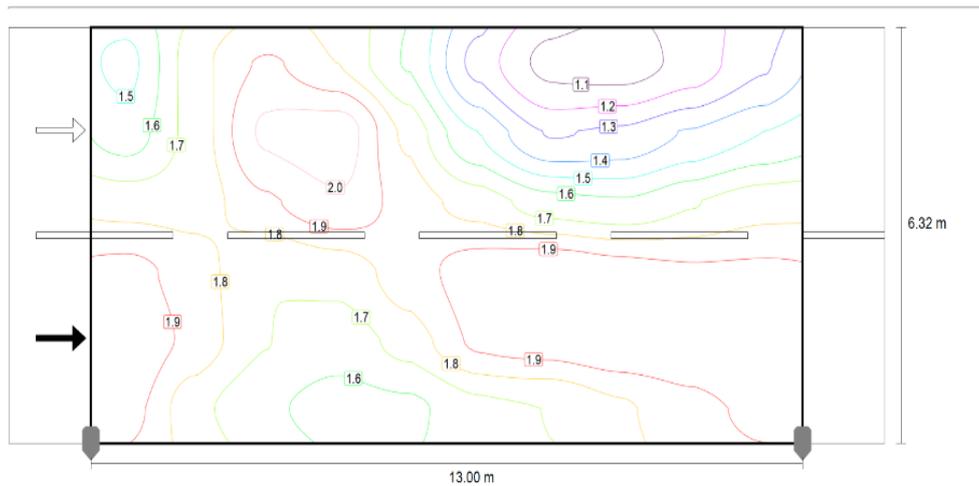


Fig. 56 Resultados de la entrada principal, Curva Isolux

El diseño de alumbrado público se lo realiza en el software DIALux que está enfocado directamente en cálculos de las calzadas, la mecánica de trabajo es en base a la metodología europea de los nueve puntos. En la figura 56 se puede visualizar una uniformidad adecuada para la visibilidad sobre la calzada.

Tabla XVI. Resultados en base a la Normativa.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luminancia Media	L_m	1.69 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m	☑
Uniformidad Global	U_o	0.60	≥ 0.40	☑
Uniformidad Longitudinal	U_l	0.63	≥ 0.60	☑
Incremento Umbral C. [%]	TI	0 % \leq	15 %	☑
Relación del Borde superior	R_{EI}	0.59	≥ 0.30	☑



Fig. 57 Simulación de la entrada principal. Luces Encendidas

La figura 57 es una modelación realista del proyecto, según los cálculos se utilizarán cuatro (4) Luminarias Solares separadas trece (13) metros una de otra y colocadas en la parte superior del mástil a ocho (8) metros de altura.

4.4.2. Vía de Ingreso a la Piscina

Como vimos en la tabla 26 esta calzada tiene una dimensión de 37.98 metros de largo por 9 metros de ancho. Es la vía que da acceso al parqueadero de la Piscina y colinda con la vía de la entrada principal del polideportivo.



Fig. 58 Modelación realista de la vía de entrada a la Piscina. Luces apagadas.

Tanto la altura del punto de luz como la separación entre mástiles se obtendrán de los resultados de la simulación.

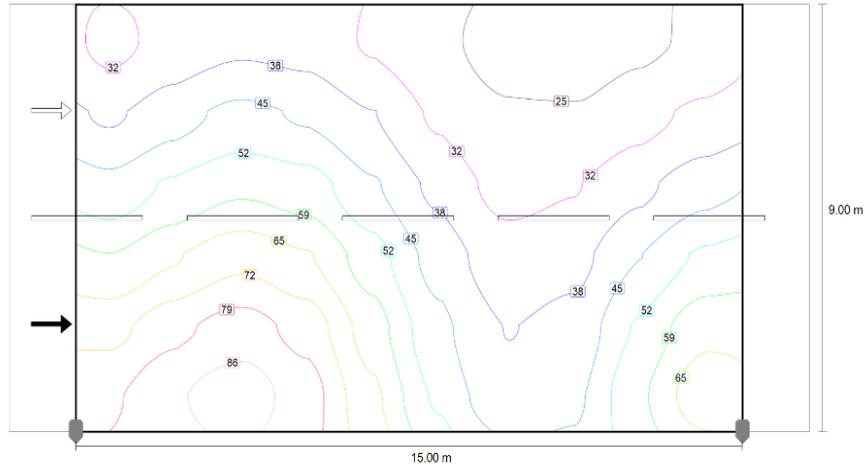


Fig. 59. Resultados de la vía de entrada a la Piscina, Curvas Isolux

En la tabla siguiente resumimos los resultados técnicos del calculo que nos brinda DialuxEvo.

Tabla XVII. Resultados en base a la Normativa. Vía de entrada a la Piscina.

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luminancia Media	L_m	1.88 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m	✓
Uniformidad Global	U_o	0.41	≥ 0.40	✓
Uniformidad Longitudinal	U_l	0.63	≥ 0.60	✓
Incremento Umbral C. [%]	TI	4 % \leq	15 %	✓
Relación del Borde superior	R_{EI}	0.63	≥ 0.30	✓



Fig. 60 Simulación de Vía de entrada a la Piscina. Luces encendidas

La figura 60 muestra un modelo realista de como luciría la vía de la piscina en la realidad, según los cálculos se utilizarán cuatro (4) Luminarias Solar LED separadas a doce (12) metros una de otra y colocadas en la parte superior del mástil a ocho (8) metros de altura.

4.4.3. Vía de Ingreso a cancha de futbol 11

Esta es la menor en cuanto a dimensión de todas las vías con 29.35 metros de largo por 7.35 metros de ancho. Es la que conecta la cancha de futbol 11 con el parqueadero principal y está próxima a la cancha de Básquet 2.

- **Selección de las luminarias.**

Realizamos el diseño utilizando los plugin de la luminaria solar URBINO LED 12350LM 740 O6 FOTGJ HT KL. II cuyas características se mostraron en la figura 61.



Fig. 61 Modelación realista Vía de ingreso a Canchas de Futbol. Luces apagadas.

Utilizando la sección iluminación de carreteras de Dialux Evo obtendremos la altura propicia del punto de luz y la separación entre mástiles.

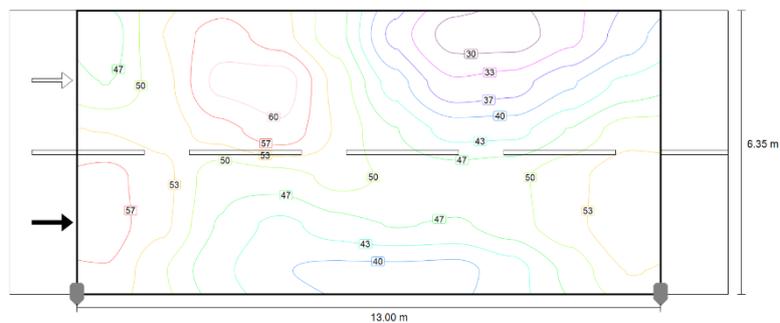


Fig. 62 Resultados de la vía de ingreso a la cancha de Futbol, Curva Isolux

En la próxima tabla vemos un resumen de los resultados técnicos que arroja DIALux Evo para el cálculo de las calzadas.

Tabla XVIII. Resultados en base a la Normativa. Vía de Ingreso a la Cancha de Fútbol

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luminancia Media	L_m	1.68 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m	✓
Uniformidad Global	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
Uniformidad Longitudinal	U_l	0.62	≥ 0.60	✓
Incremento Umbral C. [%]	TI	0 % \leq	15 %	✓
Relación del Borde superior	R_{EI}	0.59	≥ 0.30	✓



Fig. 63 Simulación vía de ingreso a Canchas de Fútbol. Luces Encendidas

El cómo podría lucir la iluminación en la realidad se muestra en la figura 63 con una modelación realista del proyecto. Los cálculos se utilizarán tres (3) Luminarias Solares separadas entre sí por trece (13) metros y colocadas en la parte superior del mástil a ocho (8) metros de altura.

4.4.4. Vía de ingreso / salida posterior

Para la mayor de las vías mantenemos el concepto de iluminación solar. Esta vía tiene una dimensión de 89.12 metros de largo por 6.9 metros de ancho. Es la vía que bordea las canchas de básquet y ecuavoley y termina en el parqueadero principal.

- **Selección de las luminarias.**

Realizamos el diseño utilizando los plugin de la luminaria Solar URBINO LED 12350LM 740 O6 FOTGJ HT KL.II ya mencionada en puntos anteriores.



Fig. 64 Modelación realista Vía de ingreso Posterior. Luces apagadas.

Utilizando la sección iluminación de carreteras de Dialux Evo obtendremos la altura propicia del punto de luz y la separación entre mástiles.

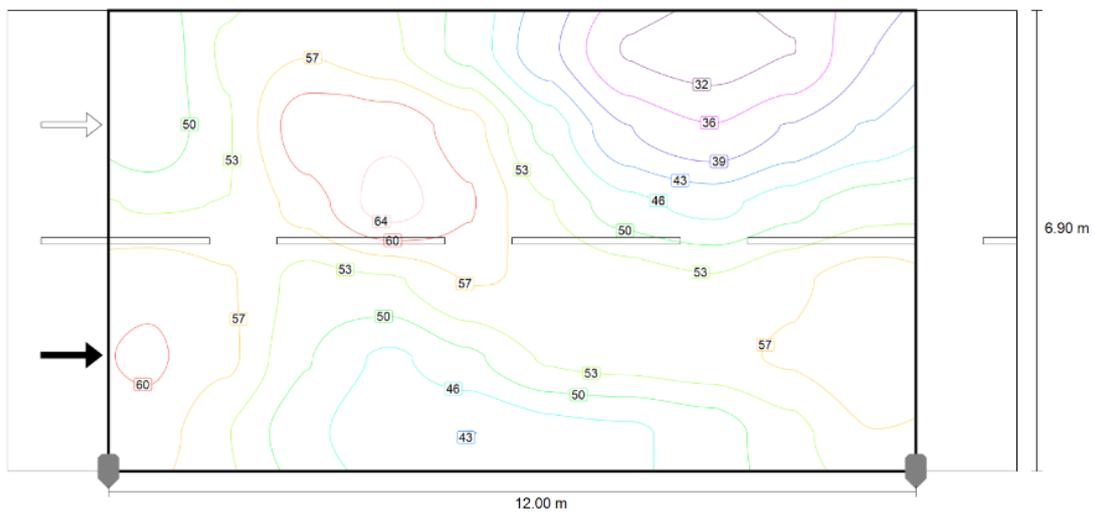


Fig. 65 Resultados de la vía de ingreso a la cancha de Fútbol, Curva Isolux

En la próxima tabla vemos un resumen de los resultados técnicos que arroja DIALux Evo para el cálculo de las calzadas.

Tabla XIX. Resultados en base a la Normativa. Vía de Ingreso Posterior

	Tamaño	Calculado	Nominal	Verificación
Luminancia Media	L_m	1.79 cd/m ²	≥ 0.75 cd/m	✓
Uniformidad Global	U_o	0.60	≥ 0.40	✓
Uniformidad Longitudinal	U_l	0.63	≥ 0.60	✓
Incremento Umbral C. [%]	TI	0 % \leq	15 %	✓
Relación del Borde superior	R_{EI}	0.57	≥ 0.30	✓

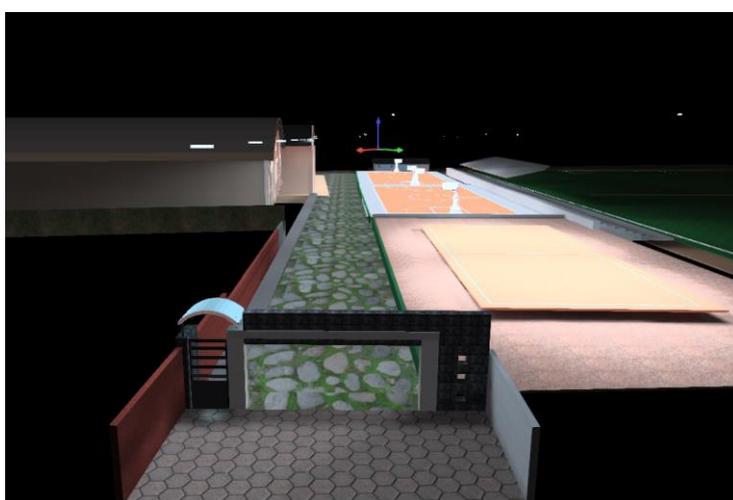


Fig. 66 Simulación vía de ingreso posterior. Luces encendidas.

En la figura 66 observamos la modelación realista del proyecto. Los cálculos indican que se utilizarán nueve (8) Luminarias Solares separadas a doce (12) metros una de la otra y colocadas en la parte superior del mástil a ocho (8) metros de altura. Algo positivo es comparar los resultados ya mostrados con las exigencias de la regulación de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables.

Tabla XX. Comparativa entre los resultados calculados y regulación de ARCERNNR

Regulación Nro. ARCERNNR-007/23	L_m [cd/m ²]	U_0	U_L	TI [%]	SR
Valor establecido	≥ 1.00	≥ 0.40	≥ 0.60	≤ 15	≥ 0.50
Vía de Ingreso / salida principal	1.69	0.60	0.63	0	0.59
Vía de ingreso a la piscina	1.64	0.49	0.63	1	0.43
Vía de ingreso a cancha de futbol	1.68	0.60	0.62	0	0.59
Vía de ingreso / salida posterior	1.79	0.60	0.63	0	0.57

Los resultados que se obtuvieron de todas las calzadas cumplen con todos los parámetros establecidos por la normativa CIE-115. Algo resaltable es que de las cuatro (4) vías a las que se les diseñó el alumbrado, tres (3) se hicieron con iluminación solar LED evitando sobrecargar los circuitos existentes y dañar el entorno con zanjas, cableados y demás.

En las cuatro vías los parámetros de la uniformidad media (U0) y uniformidad vertical (UL), supera los parámetros establecidos en las normativas y reglamentos. Por lo tanto, estas se califican como excelente, permitiendo la visualización de objetos por parte de los conductores de vehículos.

Por último, los niveles de relación de los alrededores (SR) y el deslumbramiento (TI) cumplen con los valores mínimos establecidos por las recomendaciones de la normativa. Lo cual garantiza que la luminaria no causará el efecto deslumbrante o de ceguera sobre los usuarios que transiten por estas vías.

4.5. Alumbrado de Juegos Infantiles.

La iluminancia necesaria para un parque infantil varía según el tamaño, la ubicación y los juegos que se encuentran en el área. En general, se recomienda una iluminancia de al menos 20 lux para áreas donde los niños juegan. Esto significa que el nivel de luz debe ser lo suficientemente alto como para permitir que los niños vean lo que está sucediendo a su alrededor sin ser deslumbrados.

➤ Selección de las luminarias.

Para este diseño vamos a utilizar la Luminaria Sylvania para alumbrado vial de 60 W cuyas características mostramos en la Figura 67. Utilizando los Plugin de la luminaria LED SYL-STREET 60W_IESNA2002.

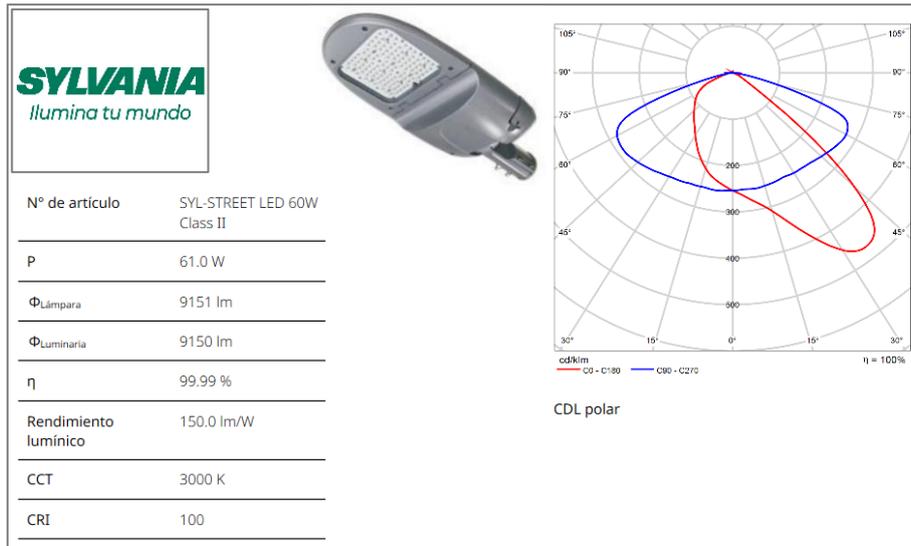


Fig. 67 Luminaria Sylvania de 60 W.



Fig. 68 Modelo del Parque Infantil, Dialux Evo

En la próxima tabla vemos un resumen de los resultados técnicos que arroja DIALux Evo para el cálculo de los Juegos Infantiles. Nótese que se sacrifica la uniformidad por cumplir con una luminancia baja y evitar el deslumbramiento.

Propiedades	\bar{E}	E_{min}	$E_{máx}$	$U_o (g_1)$	g_2
Juegos Infantiles	40.4 lx	23.2 lx	75.1 lx	0.57	0.31

Fig. 69 Resultados calculados para los juegos infantiles.

4.6. Diseño Eléctrico.

La iluminación exterior del Polideportivo de la Ciudad de Mira consta de circuitos independientes que permite la iluminación bajo el concepto de Iluminación por objetivos que permiten el traslado del personal dentro del polideportivo y su evacuación en caso de ser necesario. En este apartado se ilustra el diseño del sistema eléctrico que responde a la demanda de las luminarias que se alimentarán de la red eléctrica de EMELNORTE S.A.

Los circuitos quedarán con las siguientes especificaciones. A los Tableros de distribución nuevos se suman los ya instalados en el polideportivo (que se representan en casillas sombreadas).

Tabla XXI. Tableros de distribución

TABLEROS	Circuitos	Cargas (W)	Nivel de Voltaje (V)	Corriente (A)
TDP	TDS 1	5430	220	82.24
	TDS 2	8000	220	40.40
	TDS 3	48000	220	242.42
	TDS 4	4200	220	21.21
	TDS 5	4000	220	20.20
TDS 1	C1.1	4800	220	24.24
	C1.2	180	220	1
	C1.3	800	220	4.04
TDS 2	C2.1	3200	220	16.16
	C2.2	3200	220	16.16
	C2.3	1600	220	8.08
TDS 3	C3.1	12000	220	60.61
	C3.2	12000	220	60.61
	C3.3	12000	220	60.61
	C3.4	12000	220	60.61

Luminarias para ubicar por diseño:

Tabla XXII. Especificación de luminarias utilizadas en simulación

LUMINARIAS	AREAS EXTERIORES	CANTIDAD DE LUMINARIAS	POTENCIA TOTAL (W)
Proyector SYLVANIA SP09 1200W-5700K-2	Cancha de Futbol 11	40	48000
Proyector LED SYLFLOOD 400W CW 45°	Cancha de Futbol 7, Sintética	12	12800
	Cancha de Básquet 1	8	
	Cancha de Básquet 2	8	
	Cancha de Ecuavoley	4	
Luminaria SOLAR URBINO LED 12350LM 740 O6 FOTGJ HT KL.II	Parqueadero del Coliseo	12	3960 
	Parqueadero de las Piscinas	4	
	Vía de Ingreso / salida principal	4	
	Vía de ingreso a cancha de futbol	3	
	Vía de ingreso / salida posterior	9	
	Vía de ingreso a la piscina	4	
Luminaria LED SYL-STREET 60W_IESNA2002.	Juegos Infantiles	3	180

En los próximos puntos describiremos el dimensionamiento de los conductores e interruptores para los Tableros de distribución que se agregan (TDS 1, TDS 2 y TDS 3). Con relación a los existentes que no intervienen en la iluminación exterior que es el objeto del presente trabajo se recomienda su revisión y mantenimiento.

➤ Tablero de Distribución Principal

En la tabla XXIII se realizó el análisis de la caída de voltaje desde el transformador hasta el tablero de distribución principal.

Tabla XXIII. Caída de voltaje TDP

TRAMO		CONDUCTOR				COMPUTO		
		LUM	FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)		
DESIG.	L(m)	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	5	6	7	8	9	10	11
P_1 - TDP	18	67,756	Monofásico	# 2/0	960	1219,6	1,07	1,07

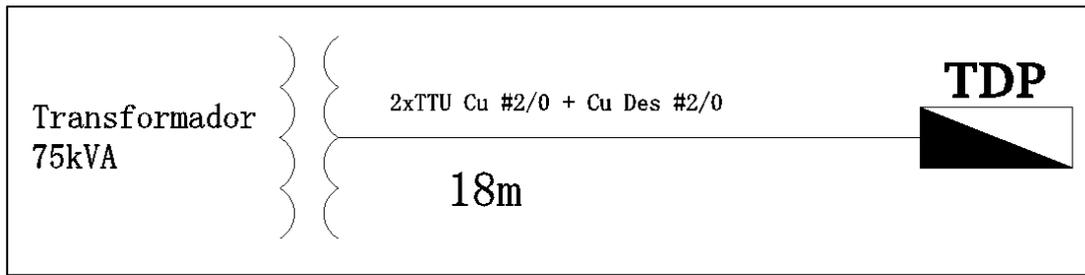


Fig. 72 Transformador a TDP

➤ **Tablero de Distribución Secundaria TDS 1**

El Tablero *TDS 1* alimenta la cancha de futbol sintética (futbol 7), los baños ubicados en una esquina de esta y el área de juegos infantiles. El mismo consta de tres circuitos los cuales alimentan a la cancha sintética, los juegos infantiles y los baños respectivamente. Los tres circuitos que componen el tablero TDS 1 se calculan de la siguiente forma como se muestra en la tabla XIV

Tabla XIV. Caída de voltaje TDS 1

DATOS		Luminarias	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO				FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)	
DESIG.	L(m)	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	5	6	7	8	9	10	11
TDP - TDS 1	62	5,622	Monofásico	# 8	215	348,57778	1,62	1,62
TDS 1 - Cancha futbol 7	91	4,333	Monofásico	# 10	215	495,33333	1,26	1,26
TDS 1 - Juegos Infantiles	40	0,200	Monofásico	# 12	215	8	0,04	0,04
TDS 1 - Baños	95	4,889	Monofásico	# 10	215	484,444444	1,39	1,39

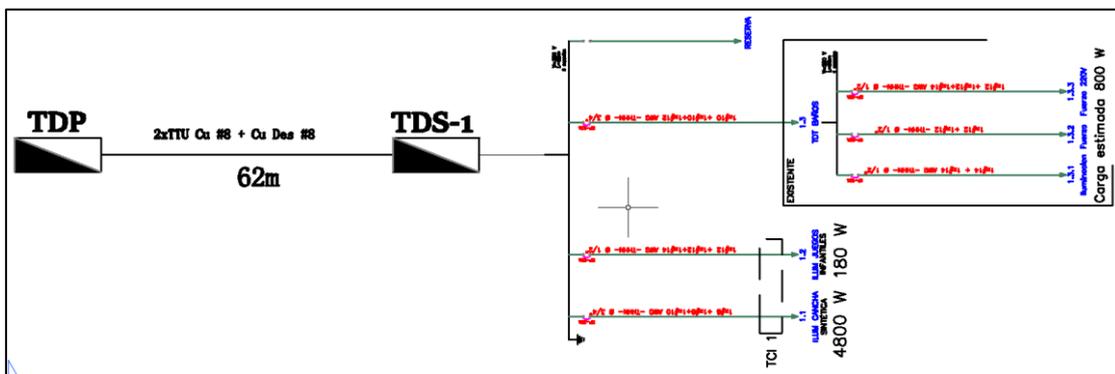


Fig. 73 TDS 1

El Tablero TDS 1 contiene los circuitos que alimentan la cancha de futbol sintética (futbol 7), juegos infantiles y baños (circuito existente). Este se alimentará con un conductor TTU Cu de 2 x 8 AWG + 1 x 8 AWG y tendrá una protección principal de 2P 40 A.

La cancha de futbol sintética (futbol 7) se alimentará con un conductor 2 x 10 AWG + 1 x 10 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 32 A.

El área de los juegos infantiles se alimentará con un conductor 2 x 12 AWG + 1 x 12 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 2 A.

➤ Tablero de Distribución Secundaria TDS 2

El Tablero **TDS 2** alimenta las canchas posteriores. El mismo consta de tres circuitos C2,1; C2,2 y C2,3 los cuales alimentas las canchas de basquetbol 1, cancha de basquetbol 2 y cancha de ecuavóley respectivamente.

Tabla XXV. Caída de voltaje TDS 2

DATOS		Luminarias	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO			FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)		
DESIG.	L(m)	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	5	6	7	8	9	10	11
TDP - TDS 1	3	8,889	Monofásico	# 6	215	26,666667	0,12	0,12
TDS 2 - Cancha basket 1	53	3,556	Monofásico	# 6	215	188,44444	0,88	0,88
TDS 2 - Cancha basket 2	68	3,556	Monofásico	# 6	215	241,77778	1,12	1,12
TDS 2 - Cancha ecuavoley	68	1,778	Monofásico	# 6	215	120,88889	0,56	0,56

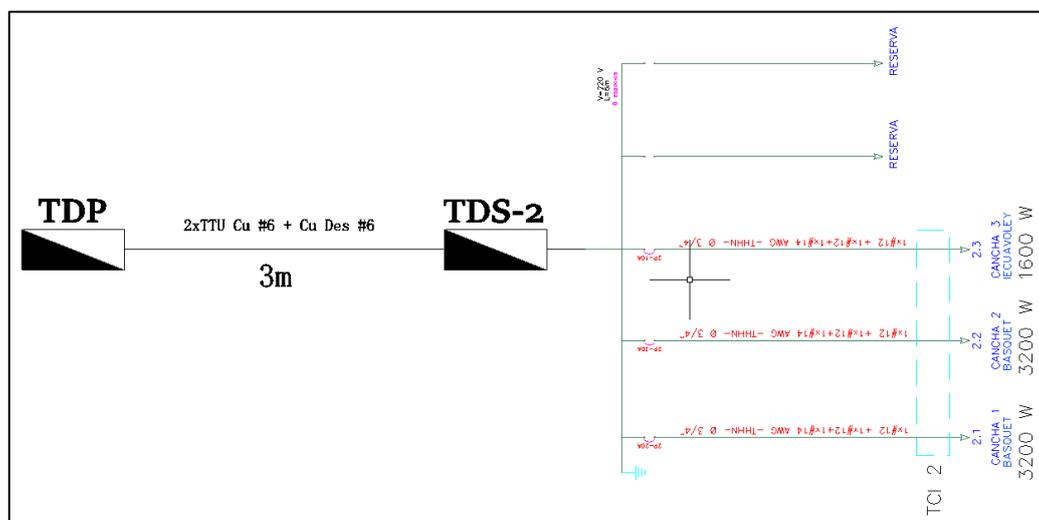


Fig. 74 TDS 2

La entrada de alimentación al tablero TDS 2 se hará con un conductor TTU Cu 2 x 6 AWG + 1 x 6 AWG. El circuito estará protegido por interruptor automático de 50 A.

La Cancha de Básquet 1 se alimentará con un conductor 2 x 12 AWG + 1 x 12 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 20 A.

La Cancha de Básquet 2 se alimentará con un conductor 2 x 12 AWG + 1 x 12 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 20 A.

La Cancha de Ecuavoley se alimentará con un conductor 2 x 12 AWG + 1 x 12 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 10 A.

➤ Tablero de Distribución Secundaria TDS 3

El Tablero **TDS 3** alimenta la Cancha de Fútbol 11 donde se concentra la mayor potencia en luminarias. El mismo consta de cuatro circuitos C3,1,2,3,4 los cuales alimentan las 4 Torres.

Tabla XXVI Caída de voltaje TDS 3

DATOS		Luminarias	CIRCUITO	CONDUCTOR		COMPUTO		
TRAMO			FASE	CALIBRE	FDV	CAIDA VOLTAJE (%)		
DESIG.	L(m)	kVA/tramo	Conf. de red	AWG	kVA-m	kVA-m	PARCIAL	ACUMULADO
1	2	5	6	7	8	9	10	11
TDP - TDS 3	93	53,333	Monofásico	350 MCM	1850	4960	1,93	1,93
TDS 3 - Torre 1	143	13,333	Monofásico	# 1/0	780	1906,6667	2,14	2,14
TDS 3 - Torre 2	68	13,333	Monofásico	# 1/0	780	906,66667	1,01	1,01
TDS 3 - Torre 3	139	13,333	Monofásico	# 1/0	780	1853,3333	2,08	2,08
TDS 3 - Torre 4	212	13,333	Monofásico	# 2/0	960	2826,6667	2,54	2,54

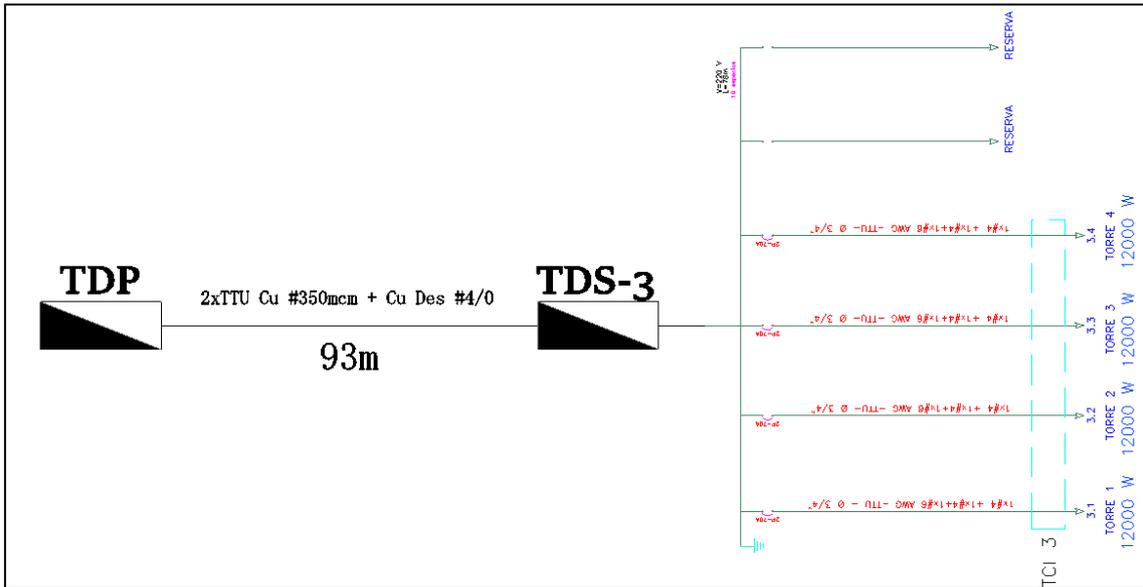


Fig. 75 TDS 3

La entrada de alimentación al tablero TDS 3 se hará con un conductor 2 x 350 MCM + 1 x 4/0 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 250 A.

La entrada de alimentación a las torres #1, #2 y #3 se hará con conductor TTU Cu 2 x 1/0 AWG + 1 x 2 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 63 A.

La entrada de alimentación a la Torre#4 se hará con un conductor TTU Cu 2 x 2/0 AWG + 1 x 1/0 AWG. El circuito estará protegido por un interruptor automático de 2P 63 A.

Los interruptores automáticos que alimentan cada circuito y los conductores son seleccionados de forma genérica para no sesgar la opinión de quien los valla a montar. Sin embargo, recomendamos se utilicen elementos de calidad como los que proporcionan marcas de la altura de Square D, Schneider Electric o similares.

➤ **Análisis comparativo.**

La siguiente tabla comparativa muestra los resultados lumínicos en las áreas trabajadas.

Tabla XXVII. Resultados lumínicos

ANTES	ÁREAS	DESPUÉS
Em = 0 lx Uo = 0	CANCHA DE FUTBOL 11	Em = 369 lx Uo = 0.75
Em = 21.94 lx Uo = 0.59	CANCHA DE FUTBOL 7, SINTÉTICA	Em = 359 lx Uo = 0.63
Em = 18.38 lx Uo = 0.71	CANCHA DE BÁSQUET 1	Em = 599 lx Uo = 0.69
Em = 20.03 lx Uo = 0.64	CANCHA DE BÁSQUET 2	Em = 556 lx Uo = 0.54
Em = 0 lx Uo = 0	CANCHA DE ECUAVOLEY	Em = 381 lx Uo = 0.71
Em = 16.14 lx Uo = 0.19	PARQUEADERO DEL COLISEO	Em = 64.5 lx Uo = 0.46 /Ra= 74
Em = 4.72 lx Uo = 0	PARQUEADERO DE LAS PISCINAS	Em = 163 lx Uo = 0.24 Ra= 74
Em = 23.7 lx Uo = 0.36	VÍA DE INGRESO / SALIDA PRINCIPAL	Em = 47.6 lx Uo = 0.6
Em = 0 lx Uo = 0	VÍA DE INGRESO A CANCHA DE FUTBOL	Em = 47.6 lx Uo = 0.6
Em = 0 lx Uo = 0	VÍA DE INGRESO / SALIDA POSTERIOR	Em = 50.8 lx Uo = 0.59
Em = 7.71 lx Uo = 0.43	VÍA DE INGRESO A LA PISCINA	Em = 47.1 lx Uo = 0.49
Em = 3.14 lx Uo = 0.38	JUEGOS INFANTILES	Em = 40.4 lx Uo = 0.57

Se observó en todos los casos las condiciones de cada área mejora y cumple con los estándares dispuestos por normativas y reglamentos.

4.7. Cálculo de la Malla de puesta a Tierra.

La puesta a tierra se realiza con conductor de cobre desnudo 3/0 AWG 7 hilos unido con suelda exotérmica a una varilla de acero cubierta de cobre de 1,80 m.

En el pozo donde se realiza la transición de área a subterránea se instalará una puesta a tierra con cable de cobre desnudo, cableado suave # 3/0 AWG 7 hilos conectada con suelda 3 exotérmica a una varilla de acero recubierta de cobre de 1,80 m por 15.87 mm (5/8”) de diámetro.

La malla de puesta a tierra tiene una configuración rectangular que consiste en doce (12) varillas tipo Copperweld 1.80m y conductor de cobre desnudo #3/0 CO0-0G2, unidas mediante suelda exotérmica PTO-ODC2_2/0, de la misma manera, para el tablero principal de distribución se instalará una puesta a tierra con una varilla tipo Copperweld 1.80m unidas mediante suelda exotérmica a un conductor de cobre desnudo #6 PTO-ODC1_6 y para el recorrido a tierra de todos los circuitos del Polideportivo se utilizó el conductor de cobre #10 AWG CO0-0Q10.

En cada circuito de iluminación se conectó a una varilla a tierra en el pozo donde se deriva cada circuito, esta protección se realizó mediante una varilla tipo Copperweld 1.80m unidas al conductor a tierra. Ver anexos 19 y 22.

4.8. Sistemas de Fuerza

- **Transformador**

La necesidad de recambio o no del transformador existente (37.5kva) se analizó sobre la base de satisfacer una demanda mínima, media o máxima. La mínima demanda del polideportivo fue en horario diurno funcionando baños e iluminación interior de coliseo y piscina (5555.56 va). en la demanda media funcionan baños, cancha de futbol 7, juegos infantiles (tds 1 a plena carga) y canchas posteriores (tds 2 a plena carga), la demanda media en esta variante fue de (14922.22 va). Todas las cargas del polideportivo suman (77 366.66 VA) sin embargo por esta potencia no se seleccionó el transformador.

Una vez revisadas las cargas totales del sistema y antes de seleccionar el transformador se analizó un grupo de factores como son:

FFUN (%)	Factor de frecuencia de uso
FSn	Factor de simultaneidad
CIR	Carga instalada del consumidor comercial o industrial.
DMU	Demanda máxima unitaria
DD [kVA]	Demanda de diseño

REGLON	APARATOS ELECTRICOS Y DE ALUMBRADO			CI (W)	FFUN (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
	DESCRIPCION	CANT	PU (W)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
TDS 1	Cancha Sint	12	400	4800	100	4800	80	3840
TDS 1	Juegos Inf	3	60	180	100	180	80	144
TDS 2	Canchas Post	20	400	8000	100	8000	80	6400
TDS 3	Canch Futb 11	40	1200	48000	100	48000	80	38400
TDS 4	Coliseo	6	700	4200	100	4200	70	2940
TDS 1	Tomas Baños	8	100	800	100	800	10	80
TDS 5	Piscinas	8	500	4000	100	4000	70	2800
TOTALES				3360	69980	69980		54604
Factor de Potencia de la carga FP				Factor de Demanda FDM=		DMU = 54604	= 0,78	
0,85						CIR 69980		
DMU (kVA) =	54604/1000		=		64,24			
	0,85							
N =	1							
F Diversidad=	1		obtenido de tabla de EEQ					
DD (kVA)=	=64,24*1		= 64,24					
	1							

Fig. 76 Determinación potencia del transformador

Como se puede observar la demanda de diseño está en un valor de 64.24 kVA por lo que se decide instalar un transformador monofásico autoprotegido de 75 kVA.

- **Red primaria**

Se proyecta la colocación de un transformador monofásico de 75kVA en poste, que estará conectado a la red aérea de medio voltaje, en el poste P_10963 que contiene una estructura EST-1CD con un seccionador 1S100T.

La bajante hacia el transformador se ha dimensionado con conductor 1x2/0 XLPE Cu + 1x2/0 Cu desnudo por tubería de 2" tipo EMT sujeta al poste para continuar a un pozo de revisión (EU0-0PB) y este se conecta al pozo de revisión (EU0-0PA) mediante una zanja de 0,60x0,30 cm con tubería PVC corrugada color naranja de 4" (110mm).

- **Red Secundaria**

La red de bajo voltaje parte desde un transformador monofásico de 75 kVA, que se ubicó sobre el poste existente P_10963 desde el cual desciende la acometida de EMELNORTE S.A. Se ha dimensionado con conductor TTU Cu 1x2/0 + 1x2/0 Cu desnudo por tubería de 2" tipo EMT sujeta al poste para continuar a un pozo de revisión (EU0-0PB) y este se conecta al pozo de revisión (EU0-0PA) mediante una zanja de 0,60x0,30 cm con tubería pvc corrugada color naranja de 4" (110mm). Dicha red se

conecta a un tablero de distribución principal TDP mismo que contiene un medidor de energía clase 200, previo a la distribución de los circuitos secundarios, el cual está protegido con un breaker caja moldeada de 200A.

- **Zanjas y Pozos.**

En la siguiente Tabla se muestra las características de las canalizaciones y zanjas fundamentales que conforman la red de distribución soterrada del Polideportivo.

Tabla XXVIII. Detalle de canalización eléctrica

CANALIZACIONES ELECTRICAS				
PUNTO A	INTERMEDIO	PUNTO B	CANALIZACION	DISTANCIA
TRV-1A75	EUO – OPB (01)	TDP	EU0-0B1X3B1	4 m
TDP	EUO – OPB (01) EUO – OPA (02) EUO – OPA (03)	TDS 3	EU0-0B1X2B1	96 m
TDS 3	EUO – OPB (04) EUO – OPA (05)	TORRE #1	EU0-0B1X2B1	143 m
TDS 3	EUO – OPB (04) EUO – OPA	TORRE #2	EU0-0B1X2B1	65 m
TDS 3	EUO – OPB (04) EUO – OPA	TORRE #3	EU0-0B1X2B1	139 m
TDS 3	EUO – OPB (04) EUO – OPA (07)	TORRE #4	EU0-0B1X2B1	211 m
TDP	EUO – OPB (01) TUNEL ELECT. EUO – OPA (08)	TDS 1	TUBERÍA CONDUIT FLEXIBLE LIQUID TIGHT 3” EU0-0B1X2B1	60 m

Como se describe en la tabla anterior los pozos y zanjas se diseñan para cumplimiento de las disposiciones del MEM. Desde el TDP hasta cada uno de los Tableros de Distribución Secundaria se conectan los pozos por medio de Tubo PVC NOVADUCTO TDP PLUS color naranja de 110 mm de diámetro. Las zanjas y pozos diseñados se muestran en el anexo 26 y corresponden con las especificaciones indicadas en el plano Anexo 24. Aun cuando se especifica que se deben cumplir las directrices del MEER en sus unidades de propiedad se aclara que tanto la construcción de pozos como la excavación de zanjas son en un proyecto parte de la obra civil.

Desde el TDS 2 hasta las canchas posteriores la alimentación a los postes de alumbrado se realizó en zanjas de 400 x 400 mm por las cuales se colocarán mangueras negras de PVC de ¾” para la distribución de los circuitos C2.1, C2.2 y C2.3.

Desde el TDP hasta el pozo EUO – OPA (09) la distribución se realiza por dentro del túnel ubicado en el lateral derecho del Coliseo. Se emplea una tubería conduit flexible liquid tight.

Desde el TDS 1 hasta los Baños, los Juegos Infantiles y los postes de la cancha sintética la distribución se realizó de manera soterrada en zanjas de 400 x 400 mm, los circuitos C1.1 y C1.3 contendrán mangueras negras de PVC de ¾” y el circuito C1.2 con mangueras ½” de igual característica. Ver Plano anexo E – D – 016.

Para las torres de 30 m de altura de la Cancha de Fútbol 11, los alimentadores se suben en dependencia de la decisión de la parte mecánica del proyecto. Podría ser por el interior de la torre o utilizando escalerillas metálicas soldadas a la estructura de la torre. Para el resto de los postes de 6 y 8 m de altura los conductor de alimentación si ira por el interior de los postes.

Conclusiones

Mediante la revisión bibliográfica se identificó los tipos de iluminación y sus niveles permiten reconocer la mejor opción de optimizar energía, a su vez detallar los sistemas de distribución manteniendo un ambiente estético, el control de redes de bajo voltaje en espacios recreativos, tomando en cuenta los estándares normados por el MEM y reglamentados por EMELNORTE S.A

Al realizar el diagnóstico del sistema eléctrico existente en el polideportivo con la utilización del luxómetro, se identifica las necesidades lumínicas de cada espacio que conforma el plano de trabajo, se pudo verificar que existen puntos oscuros por lo que el diseño actual era nulo, de acuerdo con la cantidad de luxes registrado por cada zona.

Los sistemas eléctricos soterrados permiten realizar una distribución con menor impacto visual en el área donde se está implementando los sistemas eléctricos, además de proporcionar mayor protección al cableado pese a que su construcción requiere de una mayor complejidad a diferencia de las redes aéreas.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio de iluminación interior de las instalaciones cubiertas y cerradas del polideportivo, ya que hay puntos que se podría mejorar considerando la proyección de uso y el alcance a eventos televisados que puedan ser regulados por una normativa de iluminación, así como la implementación de un sistema de generación de energía eléctrica fotovoltaica de respaldo para estas instalaciones.

Bibliografía

- [1] D. Moscoso y E. Moyano, *Deporte, Salud y calidad de vida*, La Caixa. Barcelona, España, 2019.
- [2] Ministerio de Energía y Recursos Naturales No Renovables, «REDES SUBTERRÁNEAS SEGURIDAD, ORDEN Y PROGRESO», <https://www.eeasa.com.ec/redes-subterranas-seguridad-orden-y-progreso/#:~:text=Entre%20los%20beneficios%20de%20las,la%20est%C3%A9tica%20de%20la%20urbe>.
- [3] Luxlite, «Iluminación deportiva».
- [4] INEC, «Cantón Mira».
- [5] A. Cajamarca y S. Morales, «Diseño e implementación de un sistema de iluminación exterior programable, para la Casona principal de la escuela de formación de tecnólogos», Escuela Politécnica Nacional, Quito, 2018.
- [6] A. Ramírez, «Diseño de un Sistema de Iluminación para Homogenizar la Intensidad de Luz Blanca a Base de un Arreglo de Diodos Emisores de Luz (LED'S)», Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2018.
- [7] Mailitaxi Juan, «Rediseño de las Instalaciones Eléctricas en la Unidad Educativa Antonio Ante Sede Principal», Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2023.
- [8] C. Arévalo y P. Maldonado, «Implementación de un sistema de iluminación exterior con Timers programables para el parqueadero de la “ESFOT”», Escuela Politécnica Nacional, Quito , 2018.
- [9] P. Espinosa Diaz, D. Torres Cabezas, y H. Torres-Silva, «Estudio de un absorbedor basado en metamaterial quirral», *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 19, n.º 1, pp. 62-66, jun. 2020, doi: 10.4067/S0718-33052011000100007.
- [10] SYLVANIA, «Guía Técnica de Iluminación», <https://sylvania.com.ec/wpcontent/uploads/2021/01/Manual-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n- Sylvania.pdf>.
- [11] Adrian Leon, «LIGHTINHG», *Atlantic International University*, Honolulu, Hawaii, 2015.
- [12] Oscar Anrrango, «Rediseño de las Instalaciones eléctricas en el edificio de coordinación Zona 1 Ministerio de Educación», Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2020.

- [13] B. Scaddan, «Electric Wiring For Domestic Installers», *Sisteenth edition published 2019 ed.*, 2019.
- [14] J. Ochoa, «Metodología y Procedimiento para el Uso de Software de Diseño Asistido por computador y su conexión a Sistemas de Información Geográfica en el GAD Municipal del Cantón Cuenca», Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca, Cuenca, 2019.
- [15] DINAMOT Técnica Revista de Ingeniería y Energía, «Iluminación exterior, LED, inducción y plasma», <https://dinamotecnica.es/2016/02/iluminacion-exterior-led-induccion-y.html>.
- [16] ILUMINET, «Nueva tecnología que promete feroz competencia a LCFs y LEDs», <https://iluminet.com/nueva-tecnologia-que-promete-feroz-competencia-a-lcfs-y-leds/#>.
- [17] A. Flores, «DISEÑO DE UN SISTEMA DE ILUMINACIÓN INTELIGENTE PARA CAMPOS DEPORTIVOS DE ALTA COMPETICIÓN.», Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú, 2022.
- [18] P. Espinosa Diaz, D. Torres Cabezas, y H. Torres-Silva, «Estudio de un absorbedor basado en metamaterial quirral», *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, vol. 19, n.º 1, pp. 62-66, jun. 2021, doi: 10.4067/S0718-33052011000100007.
- [19] K. Chandan, B. Sumit, y C. Abhijit, «Gate for Electrical Engineering», *PHI Learning Private Limited*, 2016.
- [20] P. Loja y F. Maldonado, «Rediseño del sistema de distribución e Iluminación externa de la Ciudadela Universitaria mediante el uso de nuevas Tecnologías», Electromecánica, Universidad Nacional de Loja, Loja, Ecuador, 2019.
- [21] M. H. Flórez-Guzmán, L. Hernández-Aros, y L. C. Gallego-Cossio, «Tableros de control como herramienta especializada: perspectiva desde la auditoría forense», *Cuadernos de Contabilidad*, vol. 16, n.º 42, ago. 2016, doi: 10.11144/Javeriana.cc16-42.tche.
- [22] P. Blasco, «ILUMINACIÓN», Universidad Politécnica de Valencia, España, 2015.
- [23] J. Cadena y C. Muñoz, «DISEÑO Y MONTAJE DE UN TABLERO DE CONTROL PARA LA AUTOMATIZACIÓN DE LA ILUMINACIÓN EN LAFARGE CEMENTOS», Ibarra, 2017.
- [24] ANFALUM, «Iluminación de Instalaciones Deportivas», *Norma Española UNE-EN 12193*, 2020.

- [25] E. Harper, *Guía Práctica para el cálculo de instalaciones eléctricas*. México DF, 2018.
- [26] EnergyX, «Medidor de Energía Eléctrica», <https://cesienergy.com/como-funciona-el-medidor-de-energia-electrica/>.
- [27] A. Riva, «Mediciones de Iluminación por el Método de la cuadrícula», *Asociación de Higienistas de la Republica de Argentina*, 2019.
- [28] SALTOKI, «NORMATIVA UNE-EN 12193:2020 PARA ILUMINACIÓN DEPORTIVA», <https://www.saltoki.com/blog/claves-nueva-normativa-iluminacion-deportiva>.
- [29] O. Calle y Á. Ulloa, «Metodología para la Evaluación de los Niveles de Iluminación Pública en Áreas Urbanas Aplicando Información Geográfica», Universidad Politécnica Salesiana , Cuenca, 2022.
- [30] De Ávila Jhonatan y Teherán Camilo, «SISTEMA HARDWARE-SOFTWARE PARA EL SEGUIMIENTO Y ANÁLISIS DE LA TEMPERATURA CORPORAL DEL USUARIO MEDIANTE EL USO DE CÁMARAS TERMOGRÁFICAS DE BAJO COSTO DENTRO DE UN ENTORNO CONTROLADO PARA PRUEBAS DE USABILIDAD», Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias , 2022.

Anexo 1. Formato de entrevista para la recolección de información

FICHA DE CAMPO				
Lugar:		Polideportivo Ciudad de Mira		
Investigador:		Elvis Jordano Rojas Muñoz		
Fecha:		15/11/2023		
Objetivo: Conocer la situación actual de la instalación de iluminación exterior del Polideportivo y su limitación para los planes de utilización de este.				
N°	Aspectos	Satisface		Observaciones
		Sí	No	
1	Horarios de utilización de las Áreas		X	El Horario se limita a las zonas iluminadas, Ningún área tiene la suficiente iluminación como para ser utilizadas de noche.
2	Capacidad de ampliación		X	La capacidad de los transformadores que alimentan el Polideportivo impide una ampliación por Potencia.
3	Seguridad		X	Desde la perspectiva de la Seguridad Industrial el Polideportivo no es apto para el uso nocturno.
4	Satisfacción de los habitantes de la Ciudad de Mira		X	No han aplicado encuestas documentadas, pero, si han receptado las criticas ciudadanas por no poder hacer mejor uso de la instalación.
5	Proyección del Municipio	X		Existe la intención manifiesta de ejecutar las reformas necesarias para receptar el estudio de iluminación exterior y verificar si viabilidad.
6	Estudios anteriores		X	No existen evidencias de que se hayan realizo estudios lumínicos con anterioridad.
7	Apertura al estudio actual	X		Manifiestan total apertura para realizar los levantamientos de Datos en cualquier horario.

Anexo 2. Formato de la ficha de observación para el registro de información

FICHA DE OBSERVACIÓN					
Lugar:	Polideportivo Ciudad de Mira				
Investigador:	Elvis Jordano Rojas Muñoz				
Fecha:	16/11/2023				
Objetivo: Registrar la información relevante y necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación.					
CRITERIO	ÁREA	¿EXISTE?		*¿CUMPLE?	
		SI	NO	SI	NO
Iluminación Exterior	Cancha de Futbol 11		X		
	Cancha de Futbol 7	X			X
	Cancha de Básquet	X			X
	Cancha de Ecuavoley	X			X
	Vía Principal	X			X
	Vía Piscina		X		
	Vía Posterior		X		
	Via C de Futbol		X		
	Parqueaderos Princ.	X			X
	Parqueaderos Piscina		X		
	Juegos Infantiles		X		
Transformadores	Exclusivos				
	Compartidos				
Tableros	Fotografiar				X
Cableado	Fotografiar				X

* En este caso el criterio de cumplimiento es deductivo.

Anexo 3. Tabla cuatro de la Norma UNE-EN 12193:2020

Nivel de competición	Clase de alumbrado		
	I	II	III
Internacional y nacional	X		
Regional	X	X	
Local	X	X	X
Entrenamiento		X	X
Recreativo/deportes escolares (Educación física)			X

Anexo 4. Extracto de la Tabla 5 de la Norma UNE-EN 12193:2020I – Lista de deportes (en orden alfabético)

Deporte		Tabla
Baloncesto	Interior	A.2
	Exterior	A.21
Voley playa	Exterior	A.21
Fútbol (5/6)	Interior	A.2
Fútbol (asociación)	Exterior	A.21

Tabla 1 de la Regulación Nro. ARCERNR-007/23. Parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado (M1 a M6):

Parámetro	Opciones	Valor de ponderación (V_{PM})	V_{PM} seleccionado
Velocidad	Muy alta, $v \geq 100$ [km/h]	1	
	Alta, $70 < v < 100$ [km/h]	0.5	
	Moderada, $40 < v \leq 70$ [km/h]	0	
Volumen del tráfico	Muy alto	1	
	Alto	0.5	
	Moderado	0	
	Bajo	-0.5	
	Muy bajo	-1	
Composición de tráfico	Mezcla con un alto porcentaje de tráfico no motorizado	2	
	Mezclado	1	
	Solamente motorizado	0	
Separación de vías	No	1	
	Si	0	

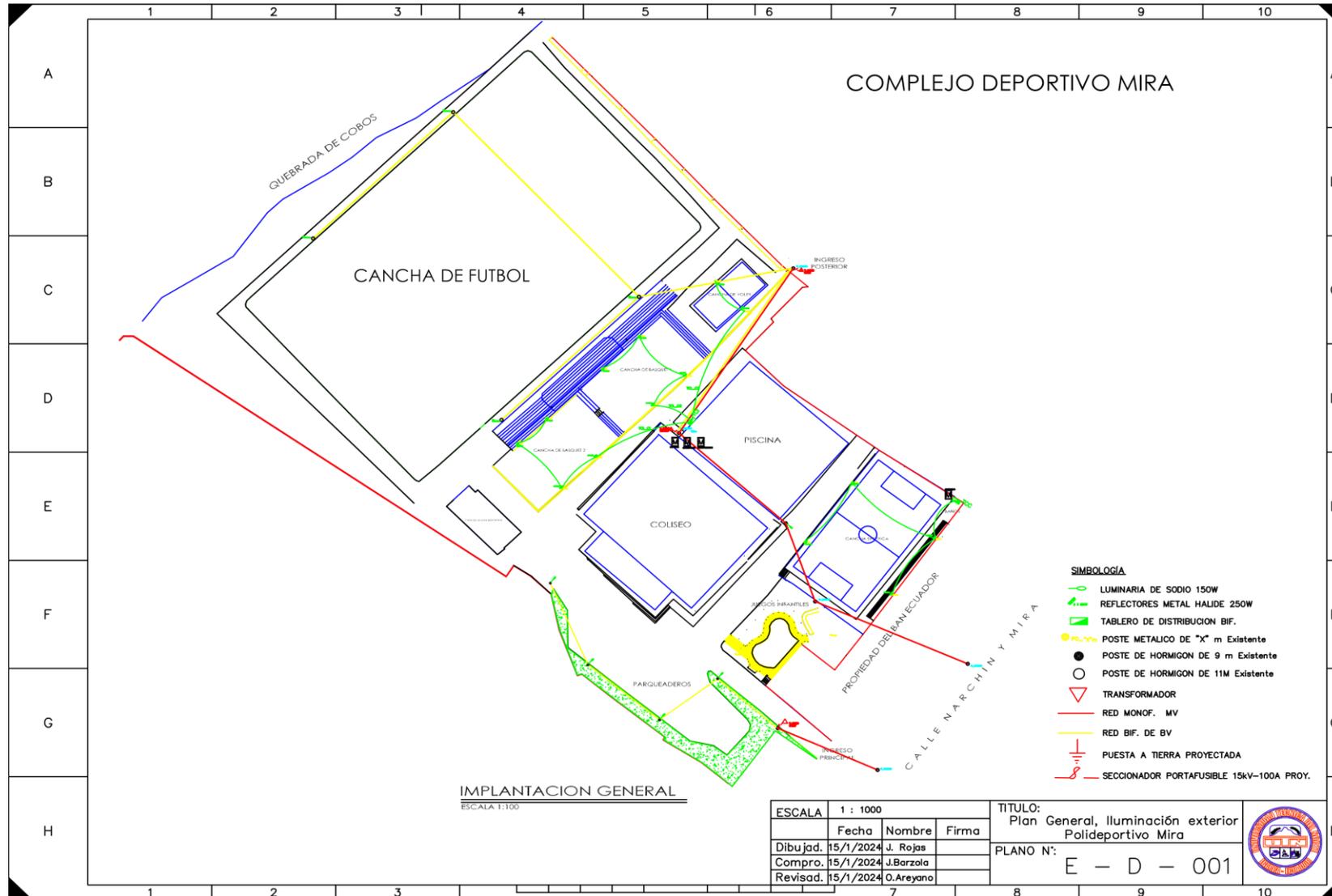
Densidad de la intersección	Alta	1
	Moderada	0
Vehículo parqueados	Se permite	0.5
	No se permite	0
Iluminación ambiental	Alta	1
	Moderada	0
	Baja	-1
Guías visuales	Pobre	0.5
	Moderado o bueno	0

ΣV_{pM}

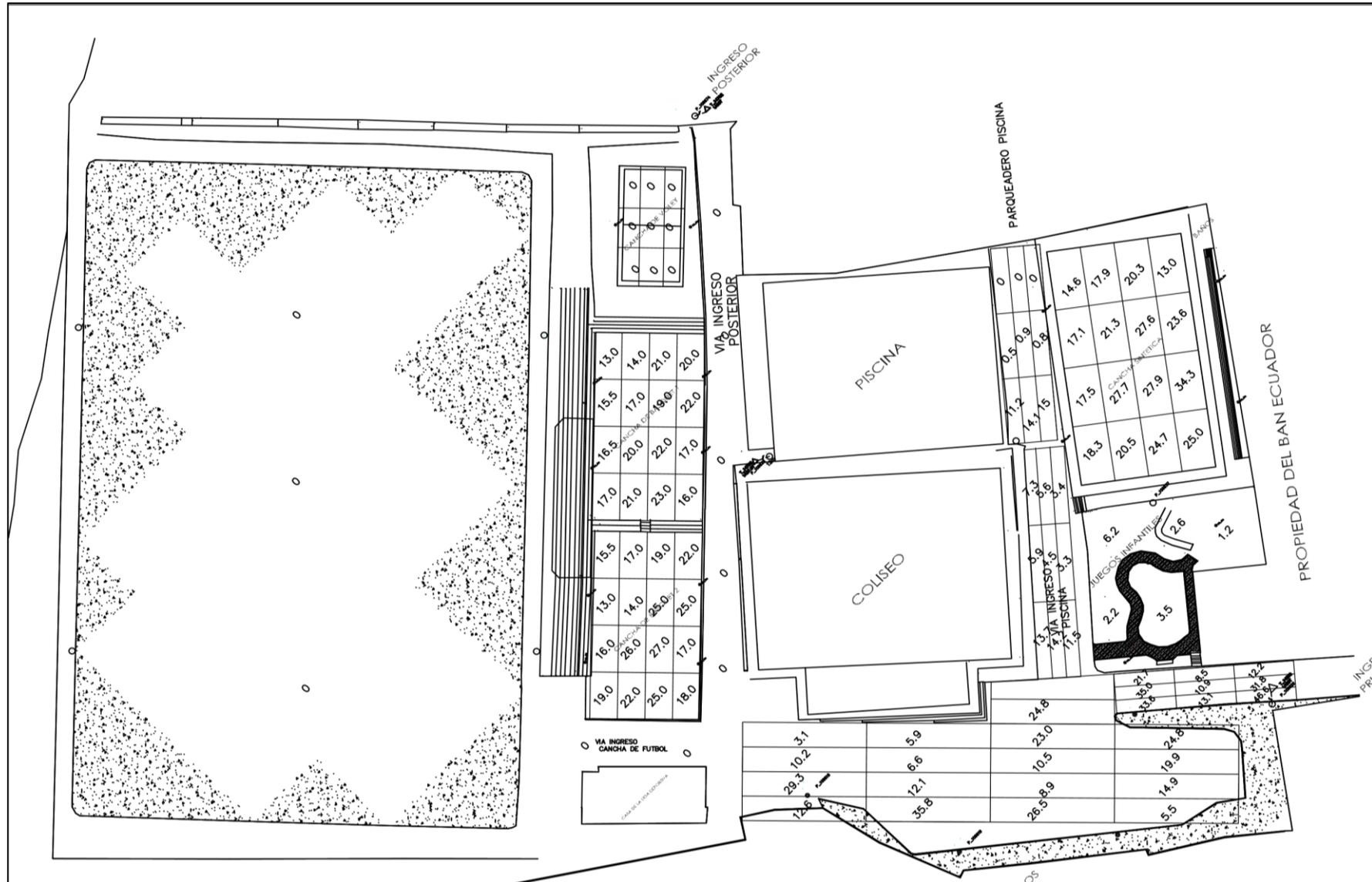
Tabla 2 de la Regulación Nro. ARCERNR-007/23. Parámetros fotométricos para vías con tráfico motorizado (M1 a M6),:

Campo de Aplicación						
Todas las Vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con aceras no iluminadas para clases P1 a P4 (ver Tabla 6)		
Clase de iluminación	Luminancia promedio L_{av} [cd/m^2] mantenido		Factor de uniformidad U_o mínimo	TI % máxima inicial	Factor de uniformidad longitudinal de luminancia U_L Mínimo	Relación de alrededores (SR) mínima ²
	Máxima	Mínima				
M1	2.4	2.0	0.40	10	0.70	0.5
M2	1.8	1.5	0.40	10	0.70	0.5
M3	1.2	1.0	0.40	15	0.60	0.5
M4	1.0	0.75	0.40	15	0.60	0.5
M5	0.75	0.50	0.35	15	0.40	0.5
M6	0.50	0.30	0.35	20	0.40	0.5

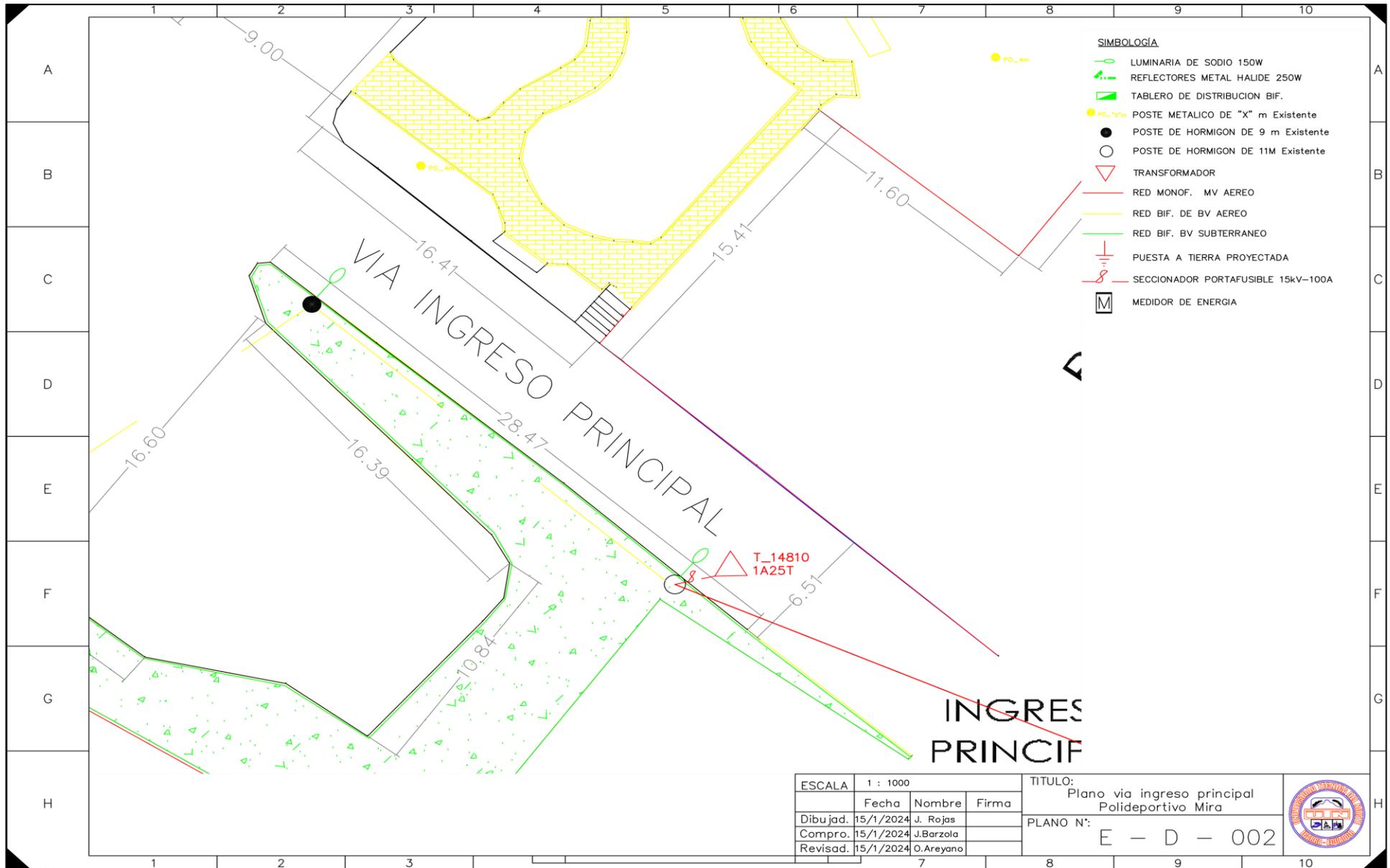
Anexo 5. Plan General del polideportivo de la Ciudad de Mira



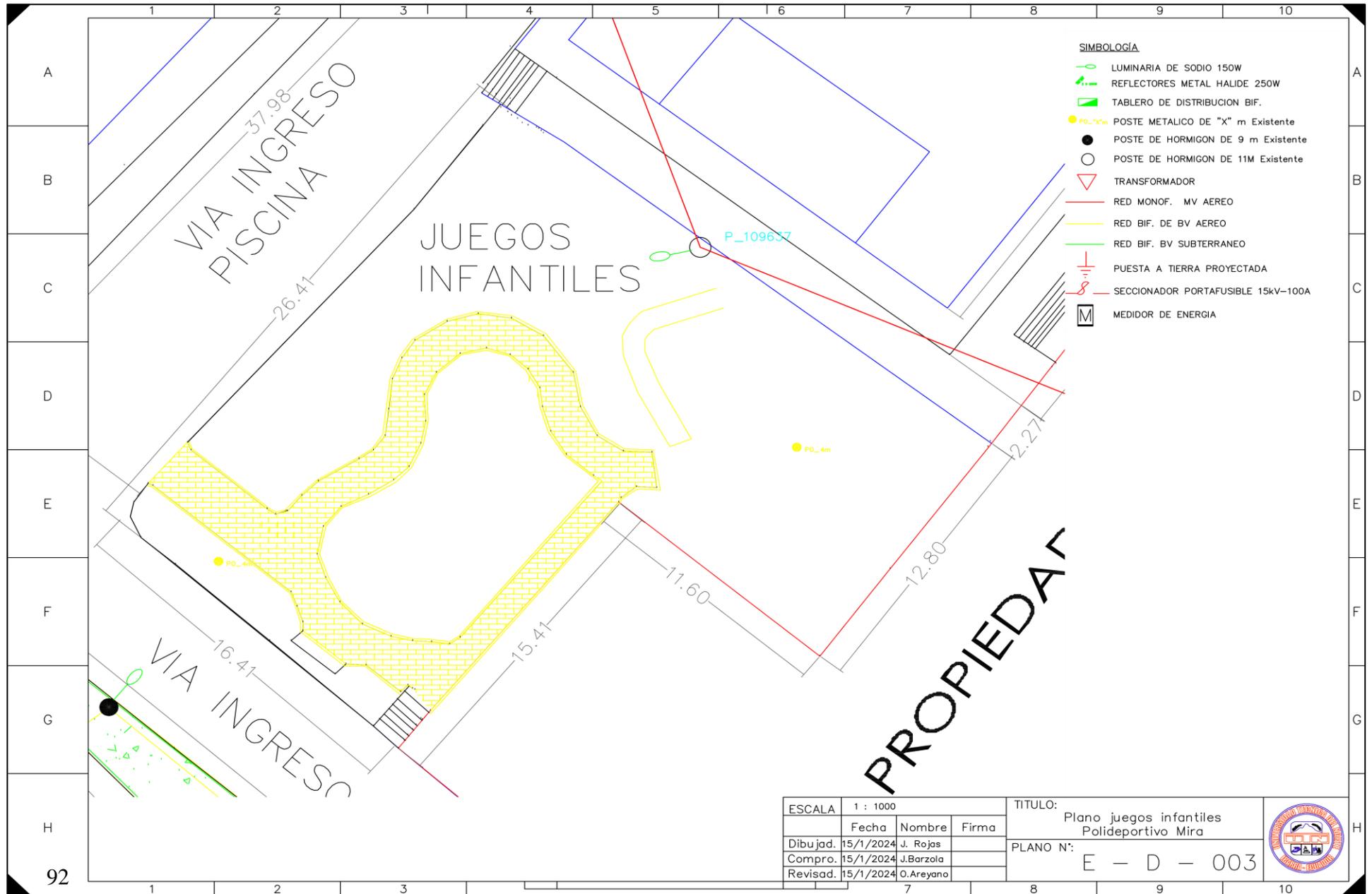
Anexo 6. Datos de la medición de Iluminancia, los valores dentro de las grillas están expresados en luxes.



Anexo 7. Levantamiento de la vía de Ingreso Principal.



Anexo 8. Levantamiento de los Juegos Infantiles.



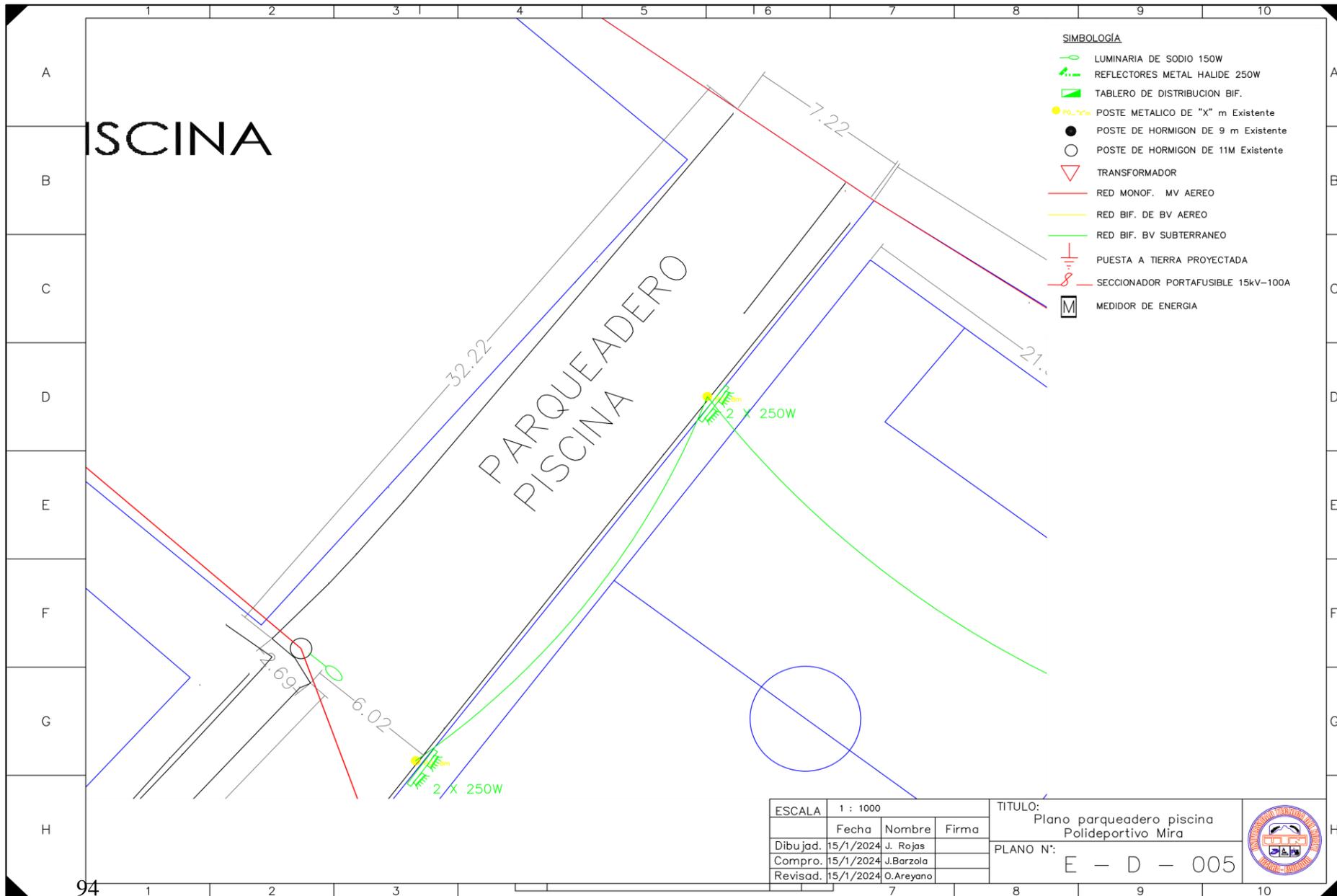
ESCALA	1 : 1000		
	Fecha	Nombre	Firma
Dibujad.	15/1/2024	J. Rojas	
Compro.	15/1/2024	J.Barzola	
Revisad.	15/1/2024	O.Areyano	

TITULO:
Plano juegos infantiles
Polideportivo Mira

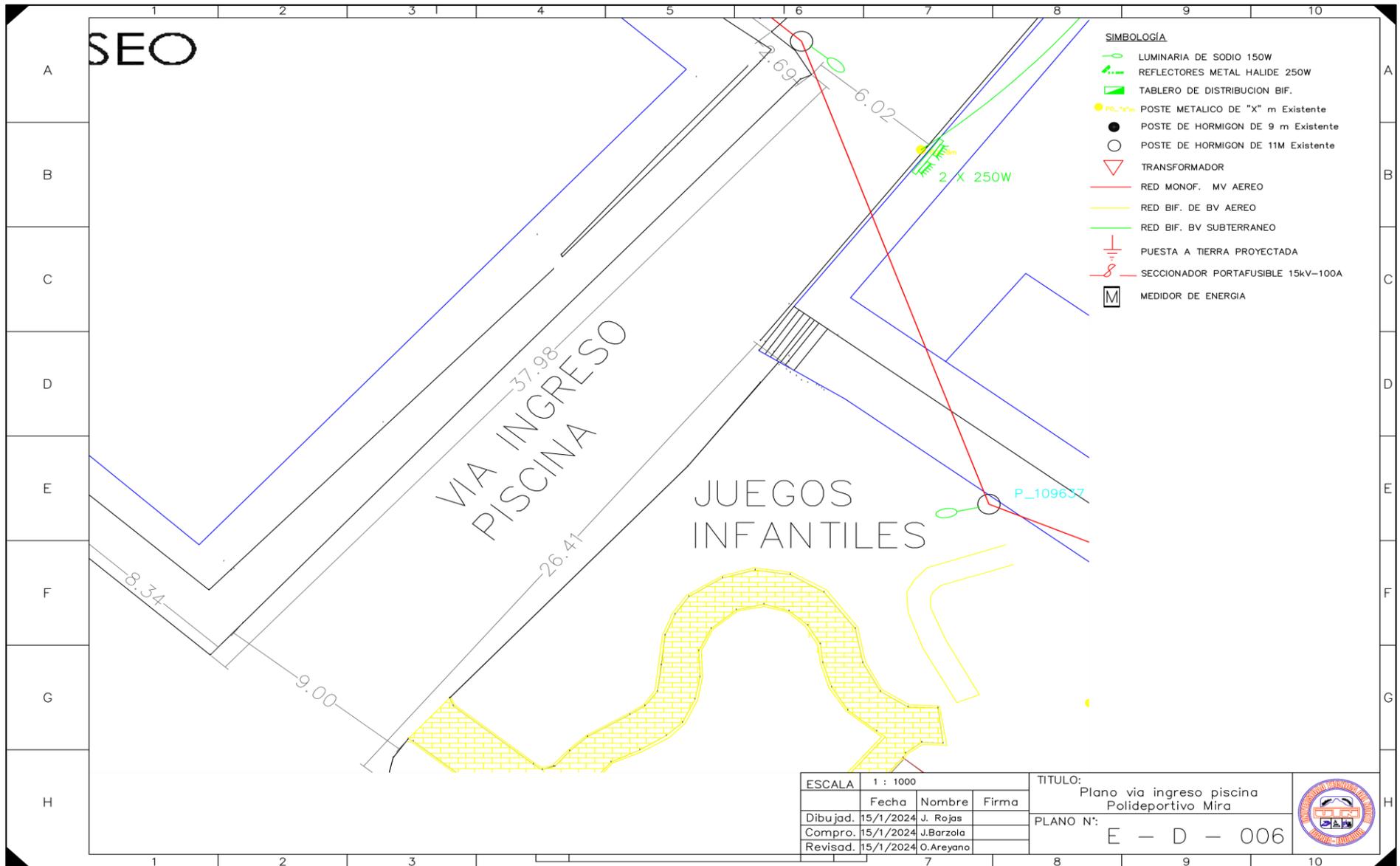
PLANO N°:
E - D - 003



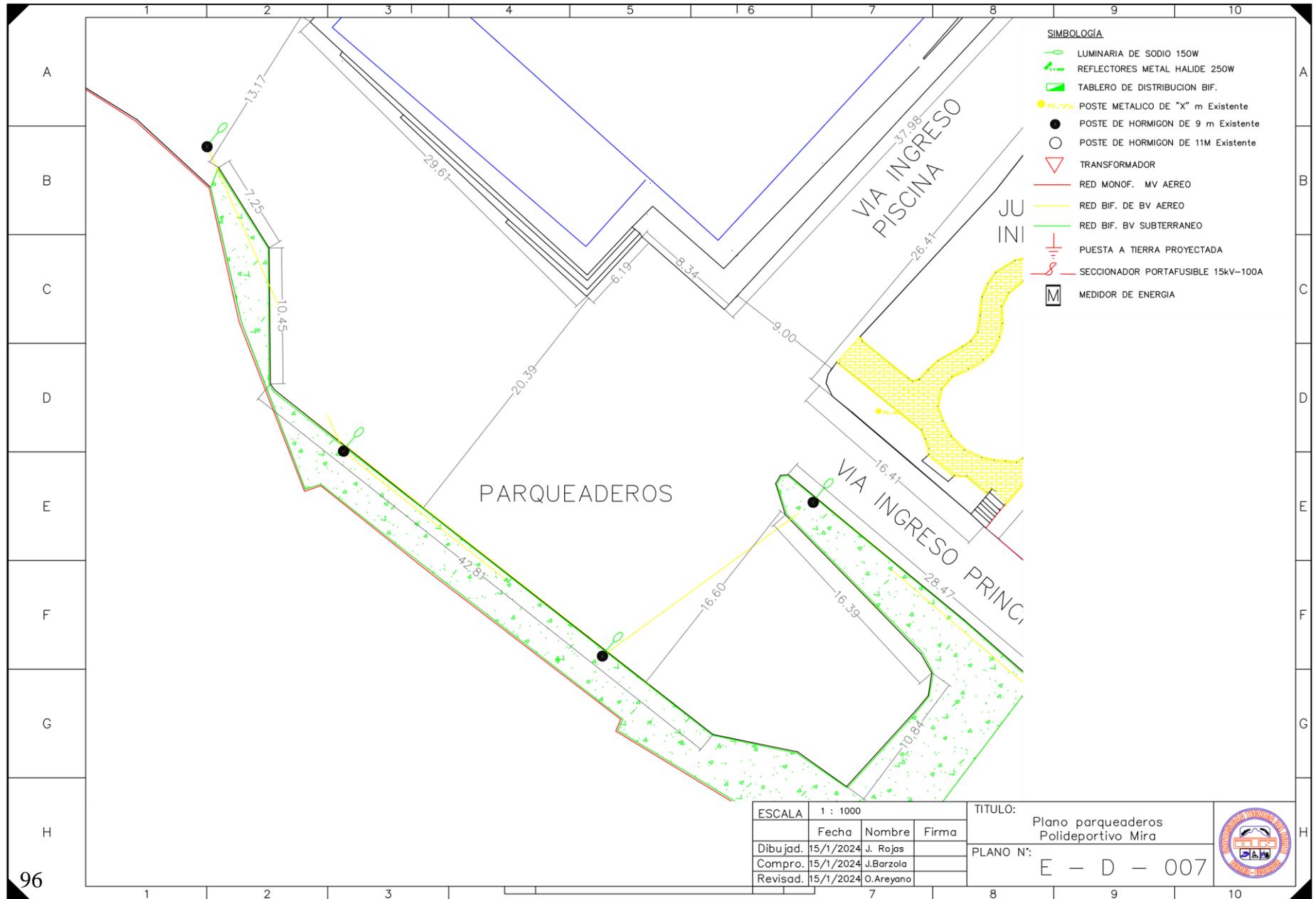
Anexo 10. Levantamiento área del Parqueadero de la Piscina



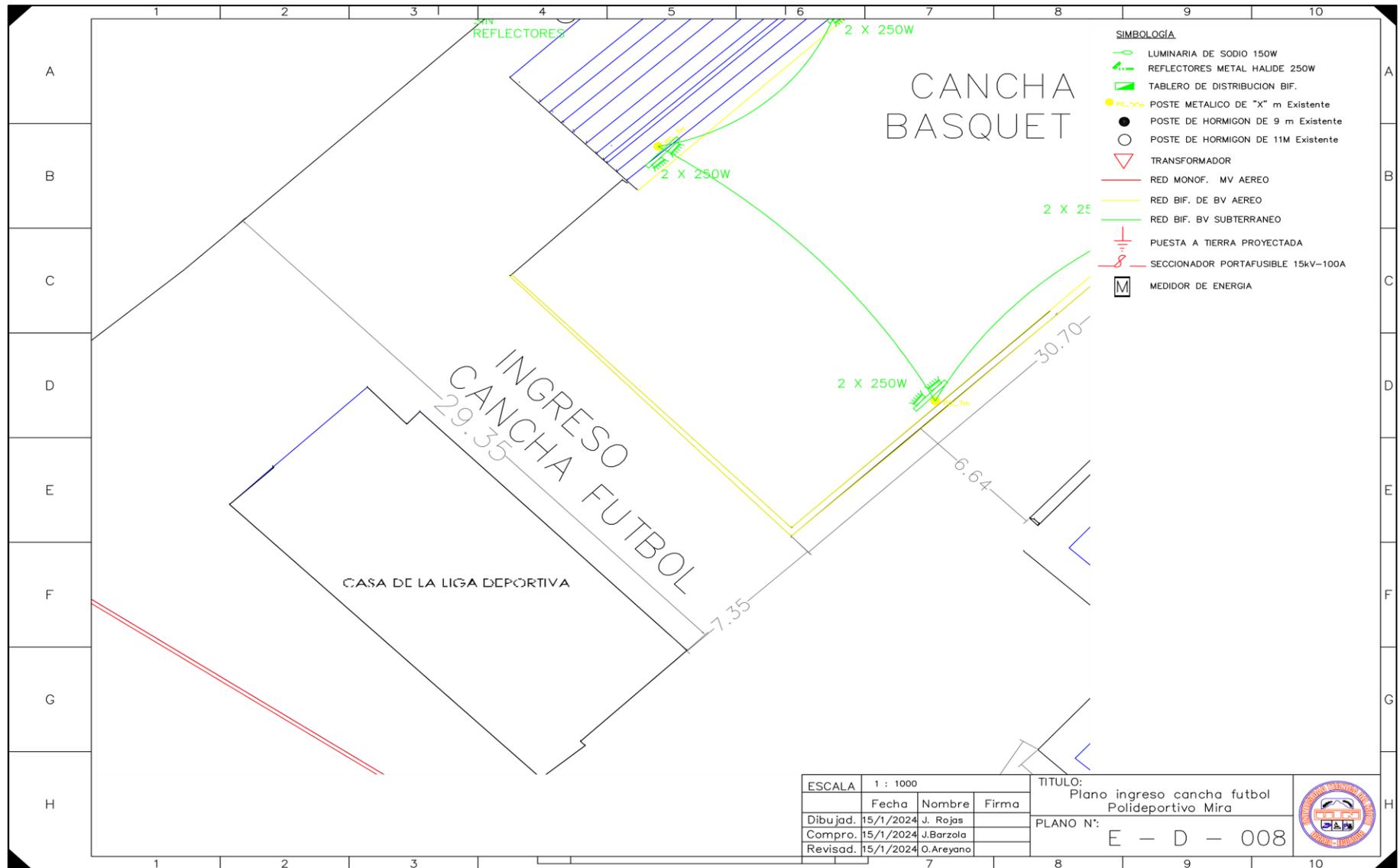
Anexo 11. Levantamiento de la Vía de Ingreso a la Piscina.



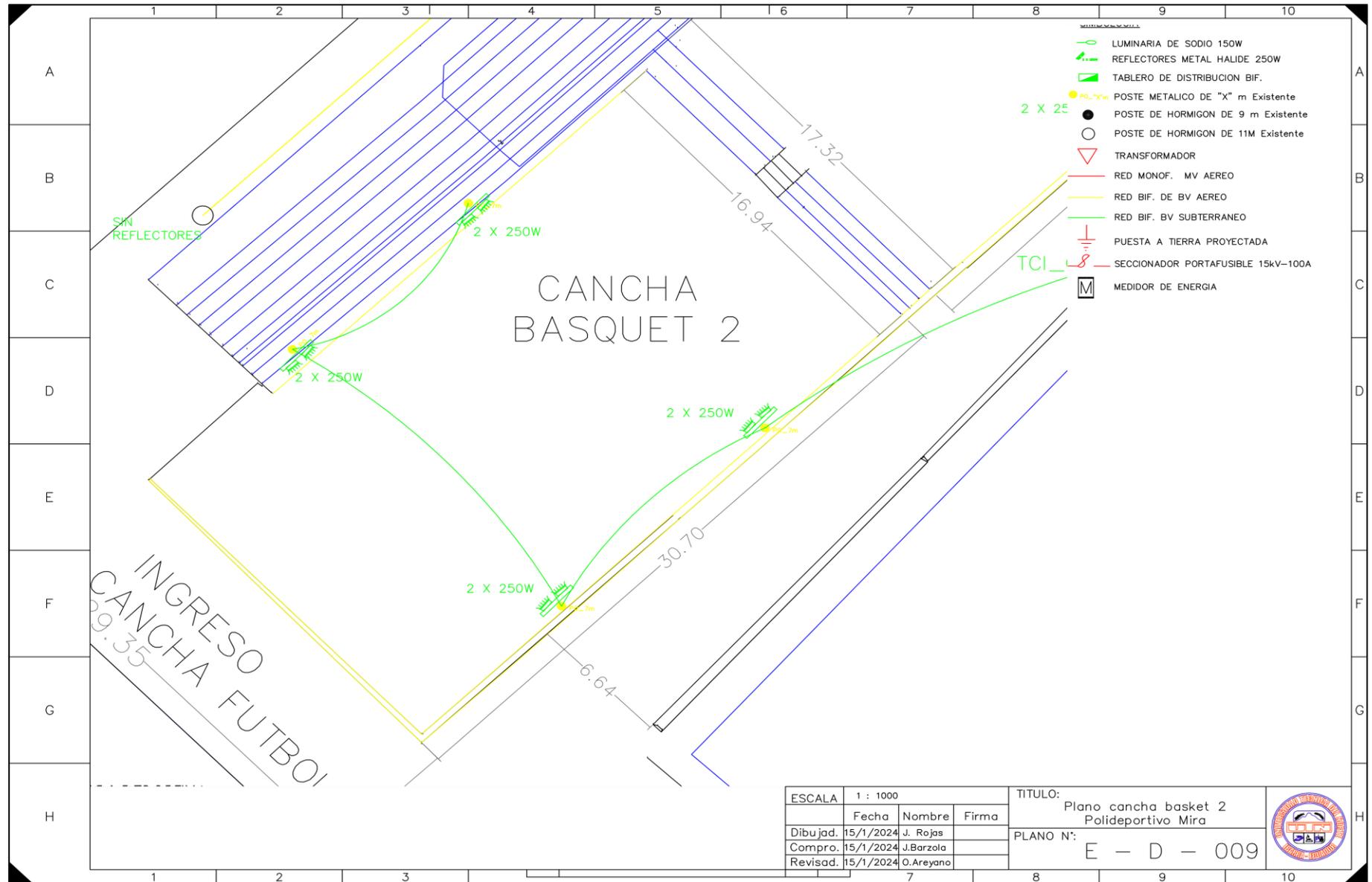
Anexo 12. Levantamiento de la Cancha sintética de futbol.



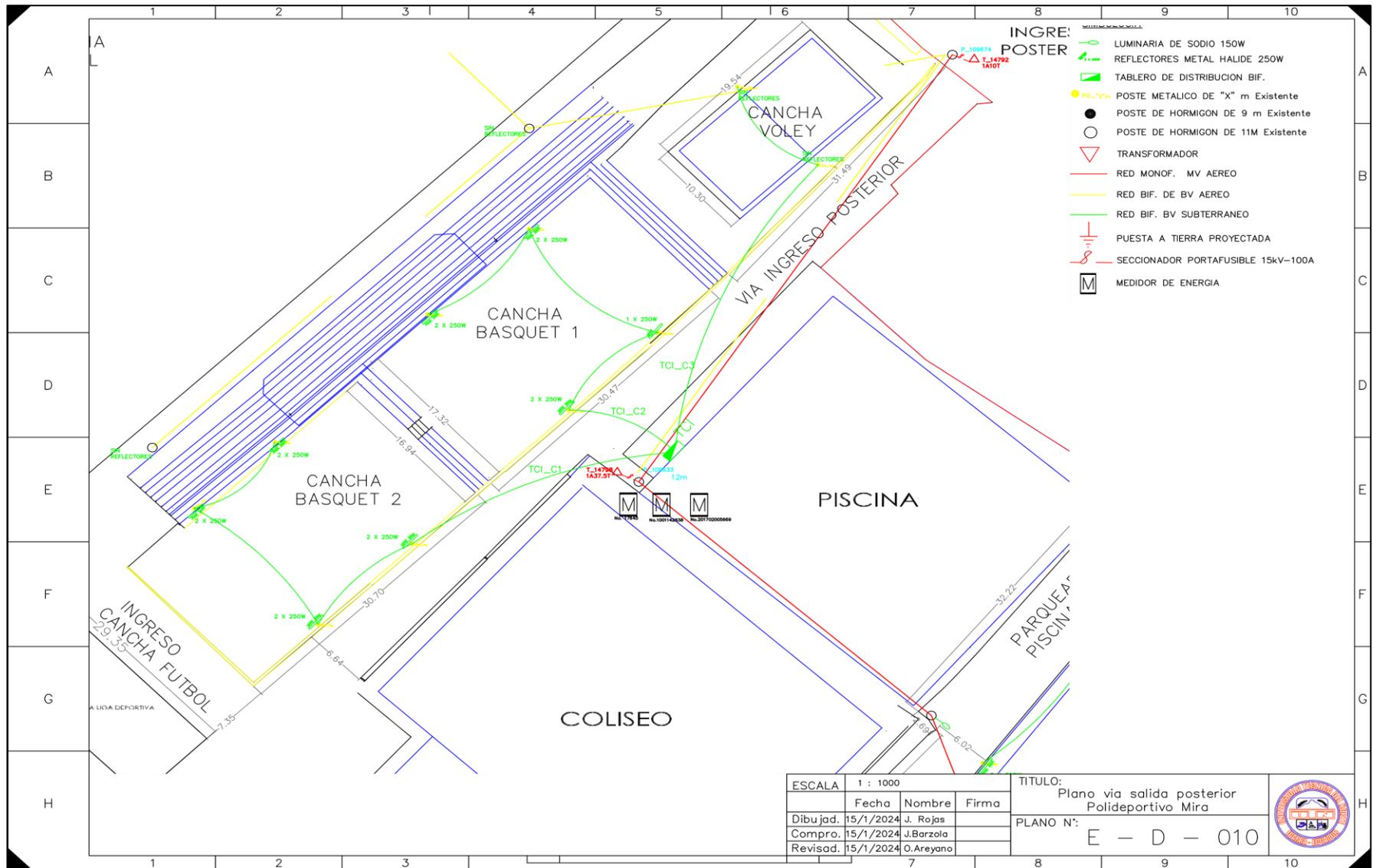
Anexo 13. Levantamiento de la vía de Ingreso Cancha de futbol.



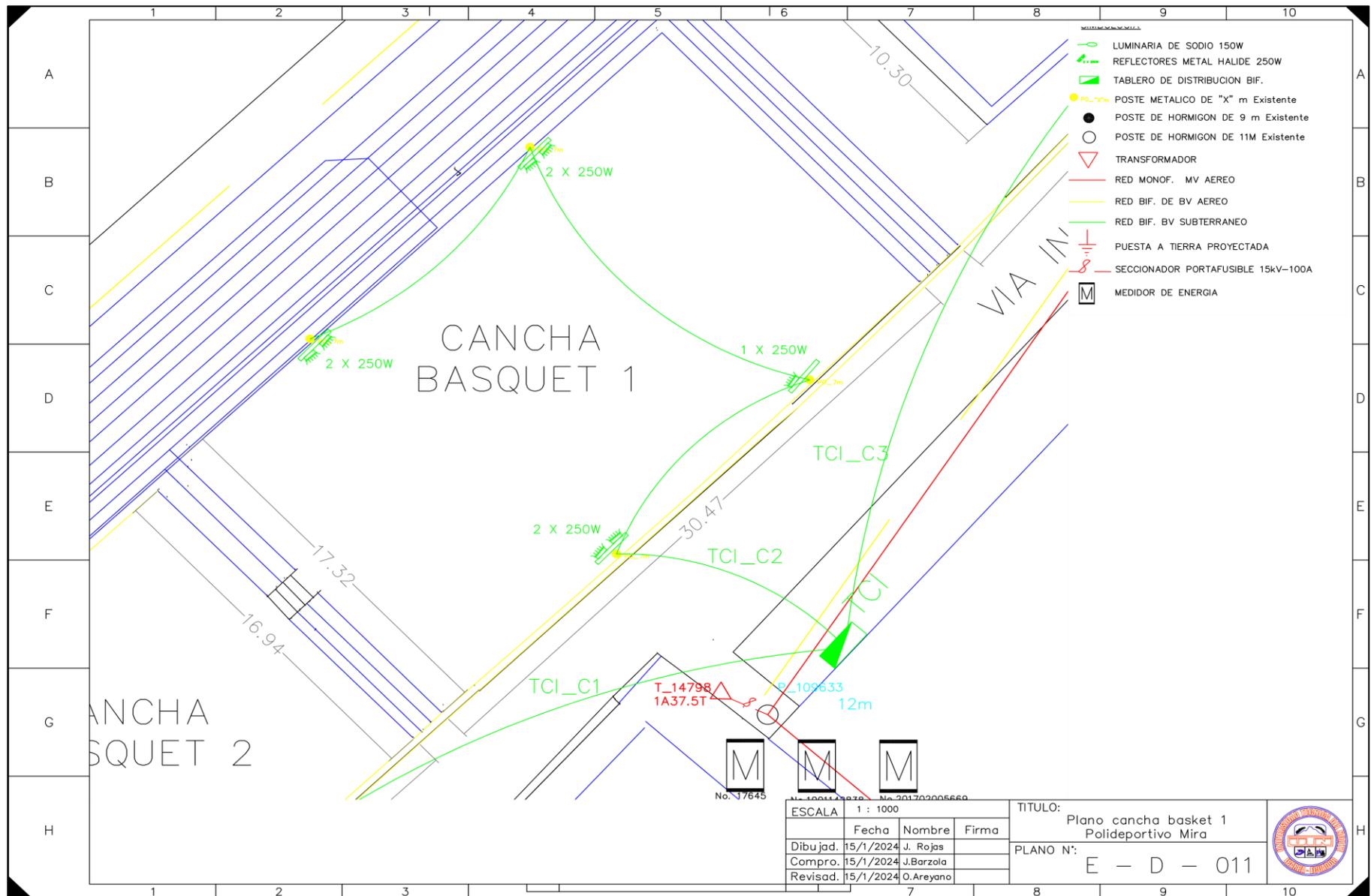
Anexo 14. Levantamiento de la Cancha sintética de futbol.



Anexo 15. Levantamiento de la vía de Ingreso Posterior del Polideportivo.



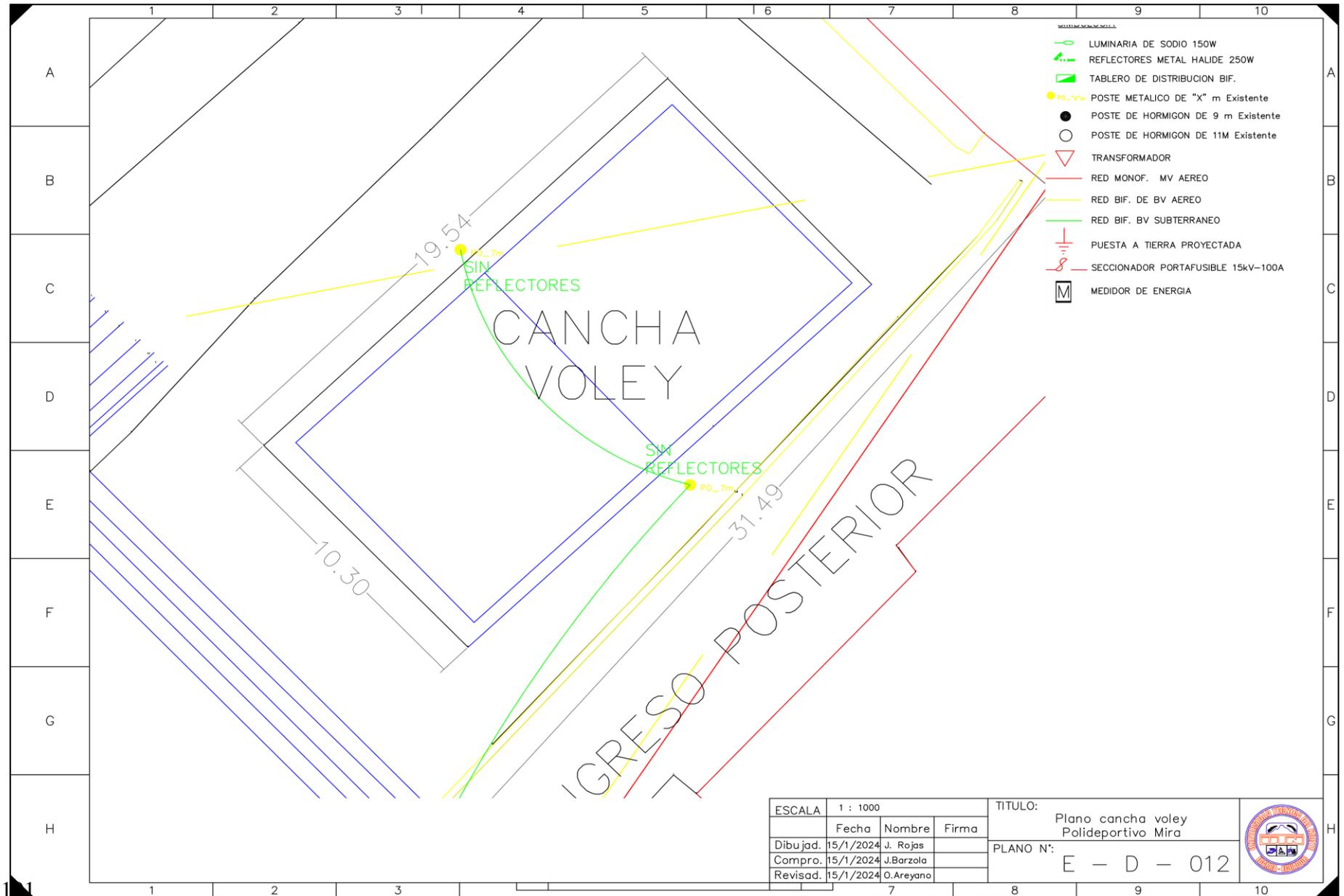
Anexo 16. Levantamiento de la Cancha de Básquet 1.



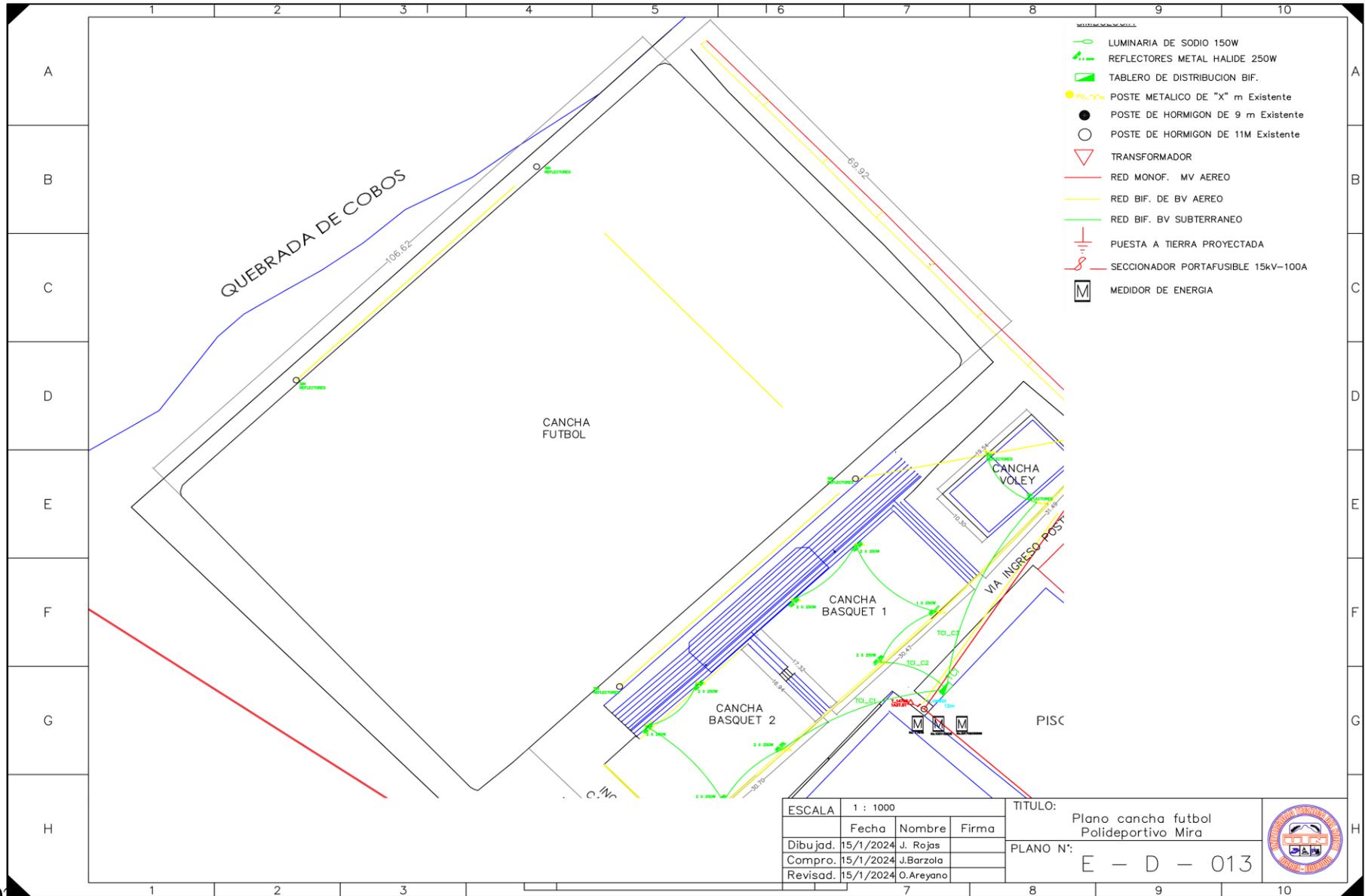
ESCALA	1 : 1000			TITULO:	Plano cancha basket 1 Polideportivo Mira	
Dibujad.	15/1/2024	J. Rojas	Firma	PLANO N°:	E - D - 011	
Compro.	15/1/2024	J.Barzola				
Revisad.	15/1/2024	O.Areyano				



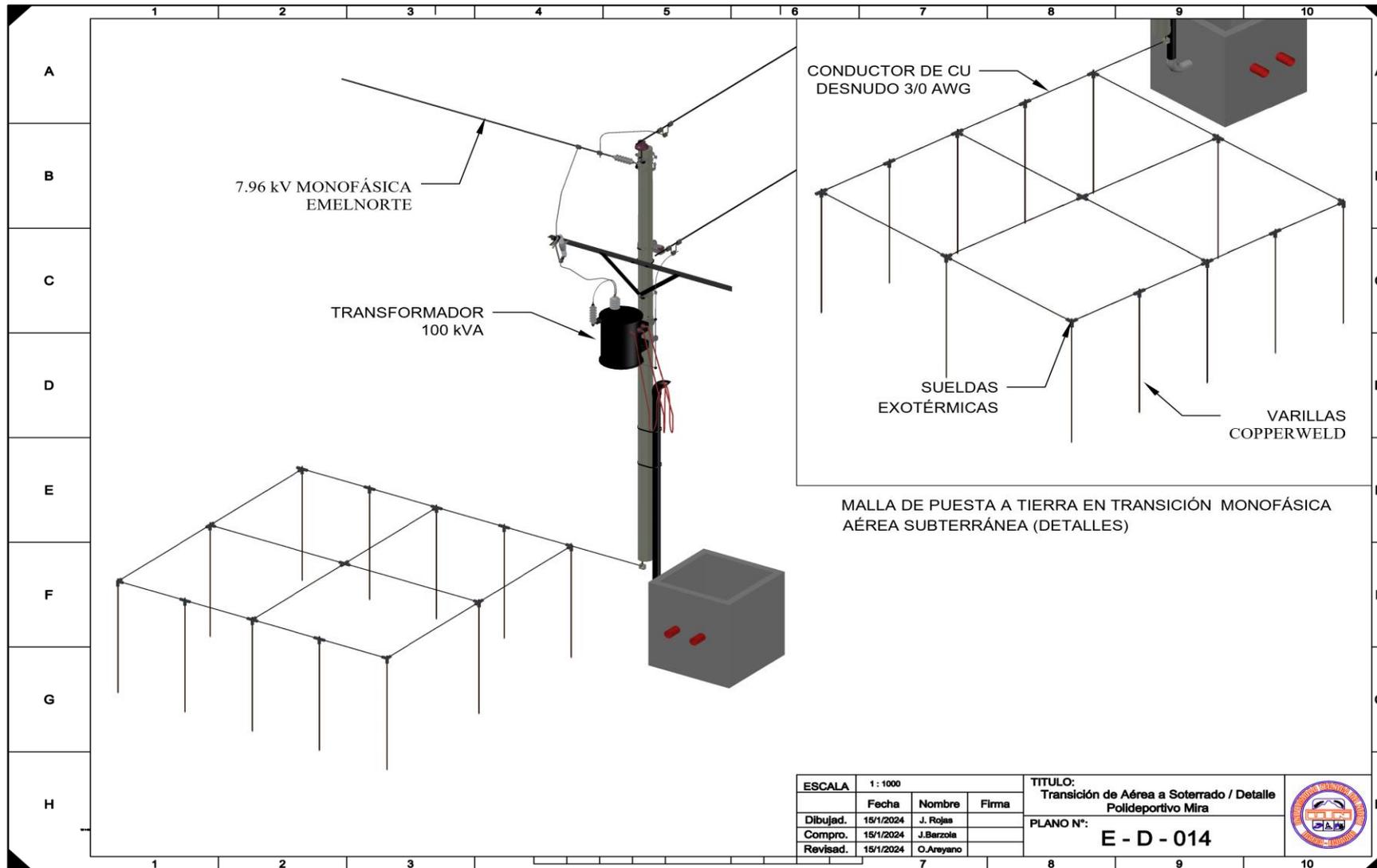
Anexo 17. Levantamiento de la Cancha de Ecuavoley.



Anexo 18. Levantamiento de la Cancha de futbol 11.

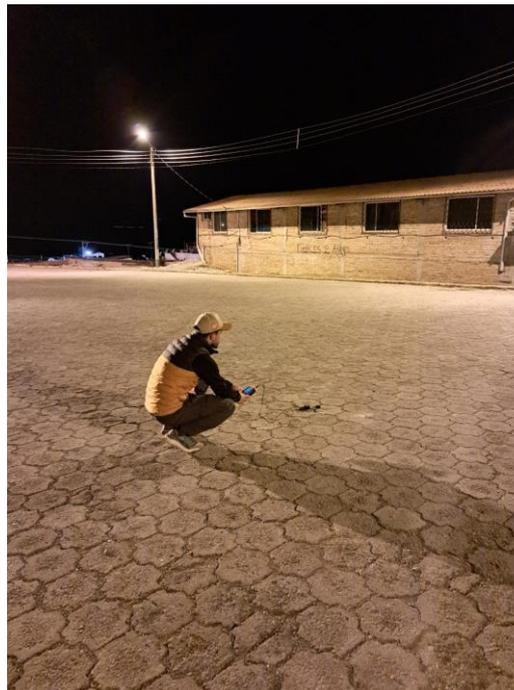
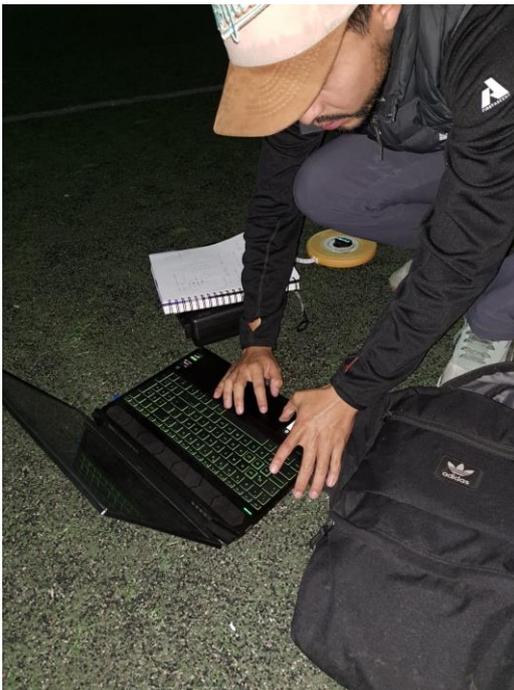
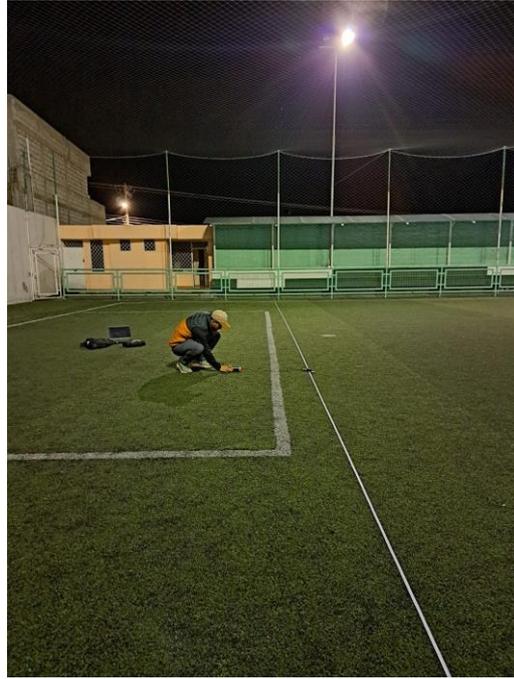


Anexo 19. Detalle transición aéreo subterráneo y malla de puesta a tierra.



Anexo 19. Toma de Datos.

Medición de Iluminancia actual.



Anexo 20. Luminarias Utilizadas.

SYLVANIA

Proyector LED

LED SYLFLOOD 400W CW 45°

P23707



El nuevo **LED Sylflood** es una completa gama de proyectores para exteriores para reemplazar los tradicionales reflectores de HID, diseño moderno y robusto con driver de alto desempeño. Proyección uniforme de la luz, reduce los costos de consumo de energía y de mantenimiento.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno y robusto, resistente a la humedad
Chasis en aluminio extruido
Lentes en material de alta transmitancia >90% en el espectro visible

APLICACIONES

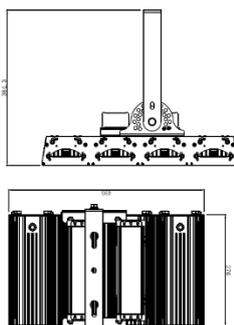
Perfecto para iluminación de áreas deportivas
Estadios y coliseos
Áreas logísticas exteriores, parqueaderos al aire libre



DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	5000K (CW)	Acabado	Gris	Potencia de entrada	400 W
Flujo luminoso	52000 lm	Grado de protección IP IK	IP66 IK08	Tensión de operación	100-277V 50/60Hz
Ángulo de apertura	45°	Dimensiones (LxWxH)	495x276x71.5 mm	Corriente de entrada	1.91 A @ 220 V
Tipo de distribución	Directa asimétrica	Peso (kg)	12.2 Kg	Factor de potencia	0.95
Reproducción de color (IRC)	≥70	Tipo de montaje	Soporte orientable	Distorsión Armónica (THD)	<20%
Vida útil	100000h *	Chasis	Aluminio extruido	Tipo de driver	Corriente constante
Eficacia	130 lm/W	Material óptica	Lente PMMA	Atenuable	No
Número de Chips LED	480 pcs	Temperatura de operación Ta	-40°C ~ +45°C		

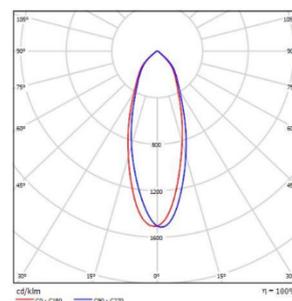
*Vida útil LED L70 LM80 TM21

DIMENSIONES



Las características de los productos pueden ser modificadas sin previo aviso según la evolución de la tecnología LED. 05/21.

FOTOMETRIA



Producto Ecológico: Permite ahorrar energía comparado con productos tradicionales. Libre de mercurio.

by FEILO SYLVANIA

Proyector LED SYLVEO SPORTS 1200W 40D P23644



La nueva familia **SYLVEO SPORTS LED** es una completa gama de proyectores profesionales ideales para escenarios deportivos y centros logísticos en exteriores, garantizando una alta eficacia luminosa y una excelente visibilidad, potencializando la experiencia tanto en el campo deportivo como en las gradas hacia los espectadores; además, es de fácil instalación y tiene una larga vida útil.

CARACTERÍSTICAS

Diseño moderno y robusto, resistente a la humedad
Chasis de aluminio
Tensión de alimentación 100-277V



APLICACIONES

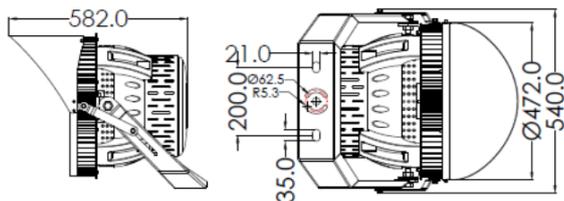
Áreas deportivas
Estadios
Centros logísticos en exteriores



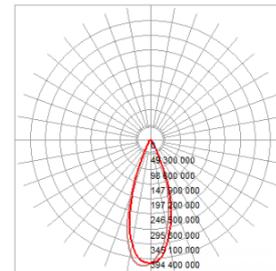
DATOS ÓPTICOS		DATOS FÍSICOS		DATOS ELÉCTRICOS	
Temperatura de color	5000K (CW)	Acabado	Negro	Potencia de entrada	1200 W
Flujo luminoso	156.000 lm	Grado de protección IP IK	IP66 IK08	Tensión de operación	100-277V 50/60Hz
Ángulo de apertura	40°	Dimensiones (LxWxH)	φ472x582 mm	Factor de potencia	>0.95
Tipo de distribución	Directa simétrica	Peso (kg)	37 Kg	Distorsión Armónica (THD)	<20%
Reproducción de color (IRC)	>70	Tipo de montaje	Sobreponer	Atenuable	1-10V
Vida útil	50.000h L70	Chasis	Aluminio	Aislamiento	Clase I
Eficacia	130 lm/W	Material óptica	Lente PC		
		Temperatura de operación Ta	-25°C ~ 45°C		

Los valores de flujo luminoso y potencia de entrada son nominales y tienen una tolerancia de $\pm 10\%$.

DIMENSIONES



FOTOMETRIA



LED Street Light

UL KALE STREET 60W 5K TII

P29758



LED Street Light UL KALE STREET 60W 5K TII-M



Kalé LED es una luminaria PROFESIONAL diseñada para brindar una solución eficiente y de gran rendimiento lumínico. Excelente opción para ser usada en autopistas, cumpliendo los mayores estándares de calidad. Pintura resistente a la intemperie. Tornillos de acero inoxidable 304 contra la corrosión.

CARACTERÍSTICAS

Componentes: Luminaria LED, Driver de corriente constante, supresor de sobretensiones, soporte que permite ajustar el ángulo de incidencia del haz de luz de la luminaria.

Incluye también base para fotocelda de 7 pines y una fotocelda de 3 pines.

Fácil instalación, para poste vertical

Opcional: Se puede instalar fotocelda 7 pines para hacer uso del sistema SYL SMART CITY, el cual brinda un completo sistema de telegestión.



APLICACIONES

Alumbrado exterior en parques, senderos peatonales, jardines, terrazas, plazoletas.

Áreas comunes en conjuntos residenciales, industria y comercio.

Alumbrado público en senderos peatonales y vías secundarias.



Ultra Resistente

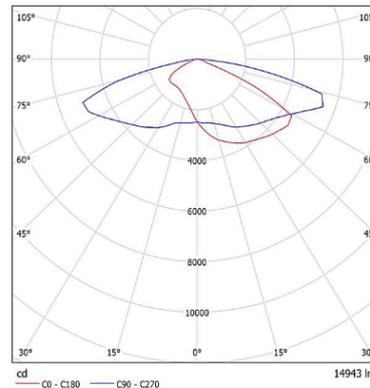


CONFIGURACIÓN DE CORRIENTE DE OPERACIÓN

A continuación se presenta una tabla donde se detalla principalmente el consumo de potencia y el flujo luminoso de salida del módulo LED ante distintos valores de atenuación/dimerización.

Corriente Módulo	Flujo Luminoso	Potencia
1.10 A	9000 lm	60 W
0.85 A	6955 lm	46 W
0.601 A	4917 lm	33 W
0.351 A	2872 lm	19 W

FOTOMETRIA



Anexo 22. Cálculo de Malla a Tierra.

CALCULO DE MALLA DE PUESTA A TIERRA
IEEE - 80

Datos del Suelo

ρ	85	Ohm/m	<i>(resistividad del suelo)</i>
ρ_s	2080	Ohm/m	<i>(resistividad superficial)</i>
h_s	0,15	m	<i>(Profundidad de la capa superficial)</i>

Geometría de la malla [Ver Diagrama](#)

Largo (X):	4	m	Cantidad de varillas:	12	
Ancho (Y):	4	m	Largo:	1,8	m
Área:	16	m ²	Con varillas en las esquinas ▼		
Espacio Vertical (Ey)	2	m } <i>D</i>	LR:	21,6	m
Espacio Horizontal (Ex)	2		↓		
Conductores verticales:	3		Lm:	59,87	m
Conductores Horizontales:	3		Lt:	39,60	m
Lc:	18	m (Longitud total de la malla)			
h:	2,00	m (Profundidad de la malla)			

Parámetros eléctricos

Ts:	0,2	s (Tiempo de duración de la falla)	
3I0:	3,14	A (3X10 Corriente de falla)	Calcular

Conductor de la malla

Tipo:	Cobre Comercial	
Conductividad:	97 % respecto al cobre puro	} IEEE 80-2000 Sec 11.3 Tabla 1 Con temperatura de referencia 20°C
Factor α_r :	0,00381 @20°C [1°C]	
K0 a 0°C:	242	
Tm:	1084 [°C] (Temperatura de fusión)	
ρ_r a 20°C:	1,78 [$\mu\Omega \cdot cm$]	
TCAP:	3,42 [J/cm ³ ·°C] Capacidad termica	
Tipo de Union:	Soldada	
Temp Max de la Union:	450 °C	
Ta:	30 °C (temperatura ambiente)	
Akcmil:	0,01 kcmil	} Características mínimas del conductor de tierra
Area minima:	0,00 mm ²	
Diámetro mínimo:	0,0001 mm	
Conductor de diseño:	3/0 AWG	
área:	85,03 mm ²	
diámetro:	0,0104 mm	

Factores de paso y toque

K: -0,92 (factor de reflexión)
Cs: 0,78 (factor de reducción)
Peso ue la persona: 70 kg
Es: 3762,58 V (Voltaje de paso Max, para el peso indicado)
Et: 1203,94 V (Voltaje de toque Max)

Resistencia de la malla

Rg: 8,37 Ω (Resistencia de la malla)

Corriente de Malla

IG: 1,01 kA

[Calcular](#)

Incremento de potencial

GPR: 8452,35 V (Incremento de potencial en la malla)

Voltaje de malla

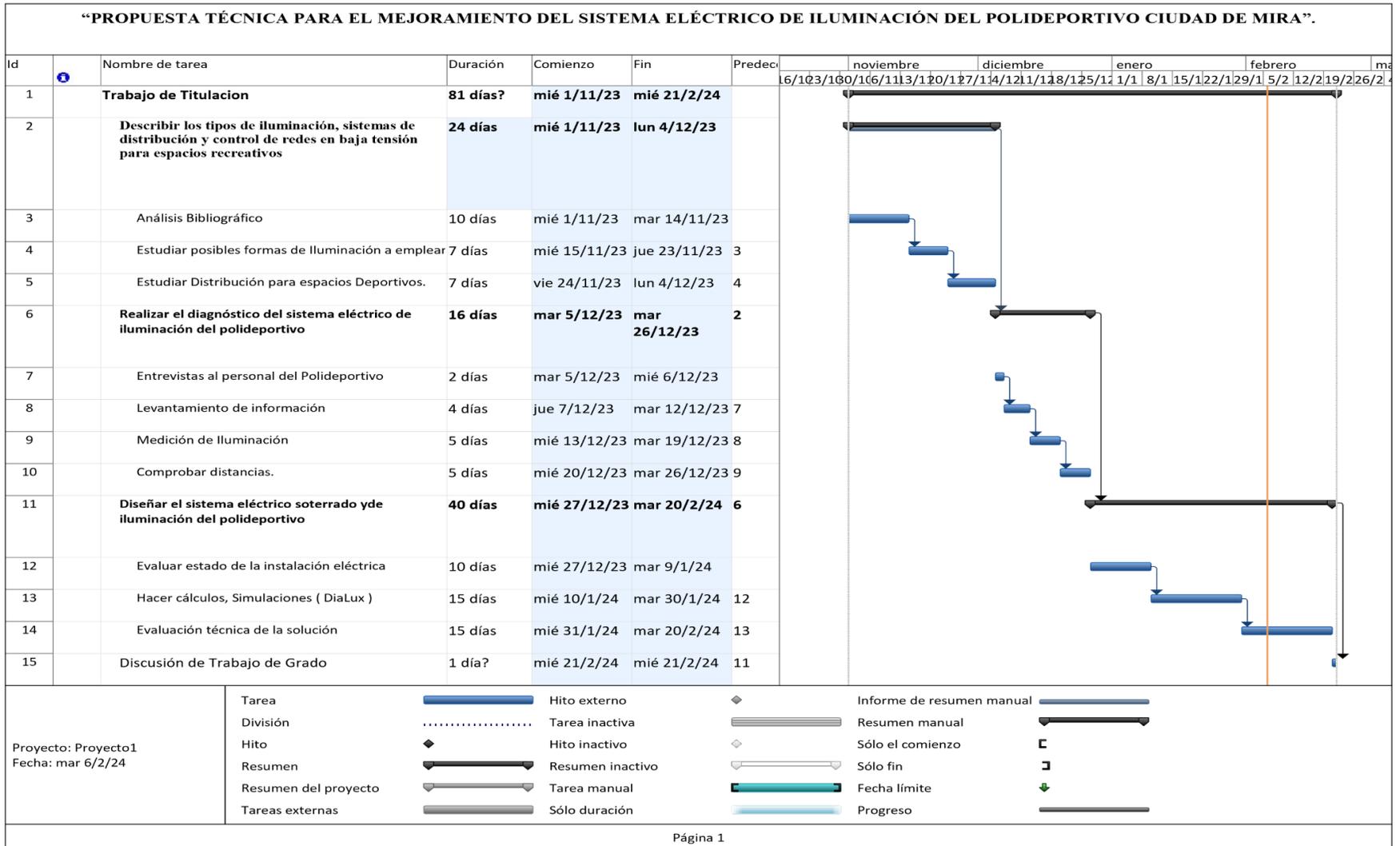
Em: 1140,44 V (Voltaje de la malla en falla)

Voltaje de paso

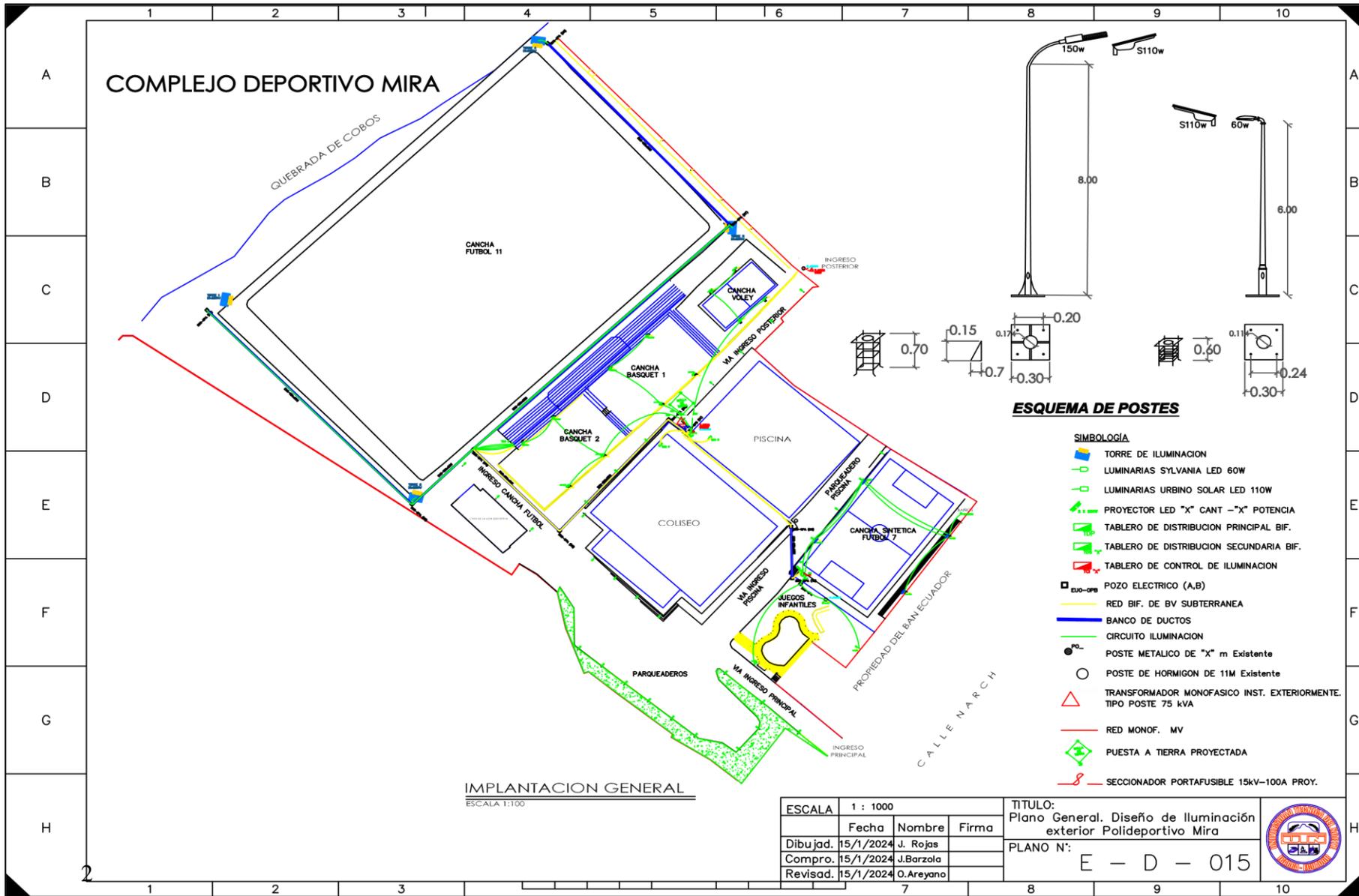
Es: 495,73 V

El Diseño cumple con la norma

Anexo 23. Cronograma de actividades.



Anexo 24. Plan General, Diseños.



COMPLEJO DEPORTIVO MIRA

QUEBRADA DE COBOS

CANCHA FÚTBOL 11

CANCHA VÓLEY

CANCHA BASQUET 1

CANCHA BASQUET 2

PISCINA

COLISEO

PARQUEADERO

CANCHA SINTÉTICA FÚTBOL

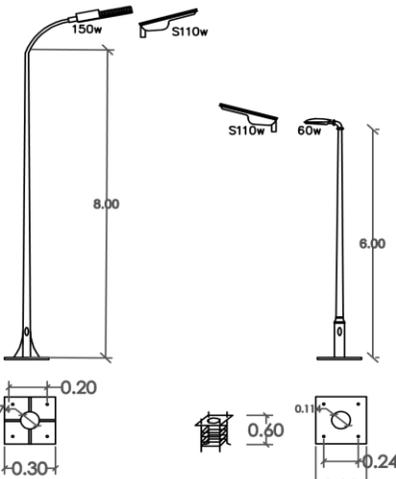
JUEGOS INFANTILES

PARQUEADEROS

PROPIEDAD DEL BARRIO ECUADOR

CALLE NARCH

IMPLANTACION GENERAL
ESCALA 1:1000



ESQUEMA DE POSTES

SIMBOLOGÍA

- TORRE DE ILUMINACION
- LUMINARIAS SYLVANIA LED 60W
- LUMINARIAS URBINO SOLAR LED 110W
- PROYECTOR LED "X" CANT - "X" POTENCIA
- TABLERO DE DISTRIBUCION PRINCIPAL BIF.
- TABLERO DE DISTRIBUCION SECUNDARIA BIF.
- TABLERO DE CONTROL DE ILUMINACION
- POZO ELECTRICO (A,B)
- RED BIF. DE BV SUBTERRANEA
- BANCO DE DUCTOS
- CIRCUITO ILUMINACION
- POSTE METALICO DE "X" m Existente
- POSTE DE HORMIGON DE 11M Existente
- TRANSFORMADOR MONOFASICO INST. EXTERIORMENTE. TIPO POSTE 75 kVA
- RED MONOF. MV
- PUESTA A TIERRA PROYECTADA
- SECCIONADOR PORTAFUSIBLE 15kV-100A PROJ.

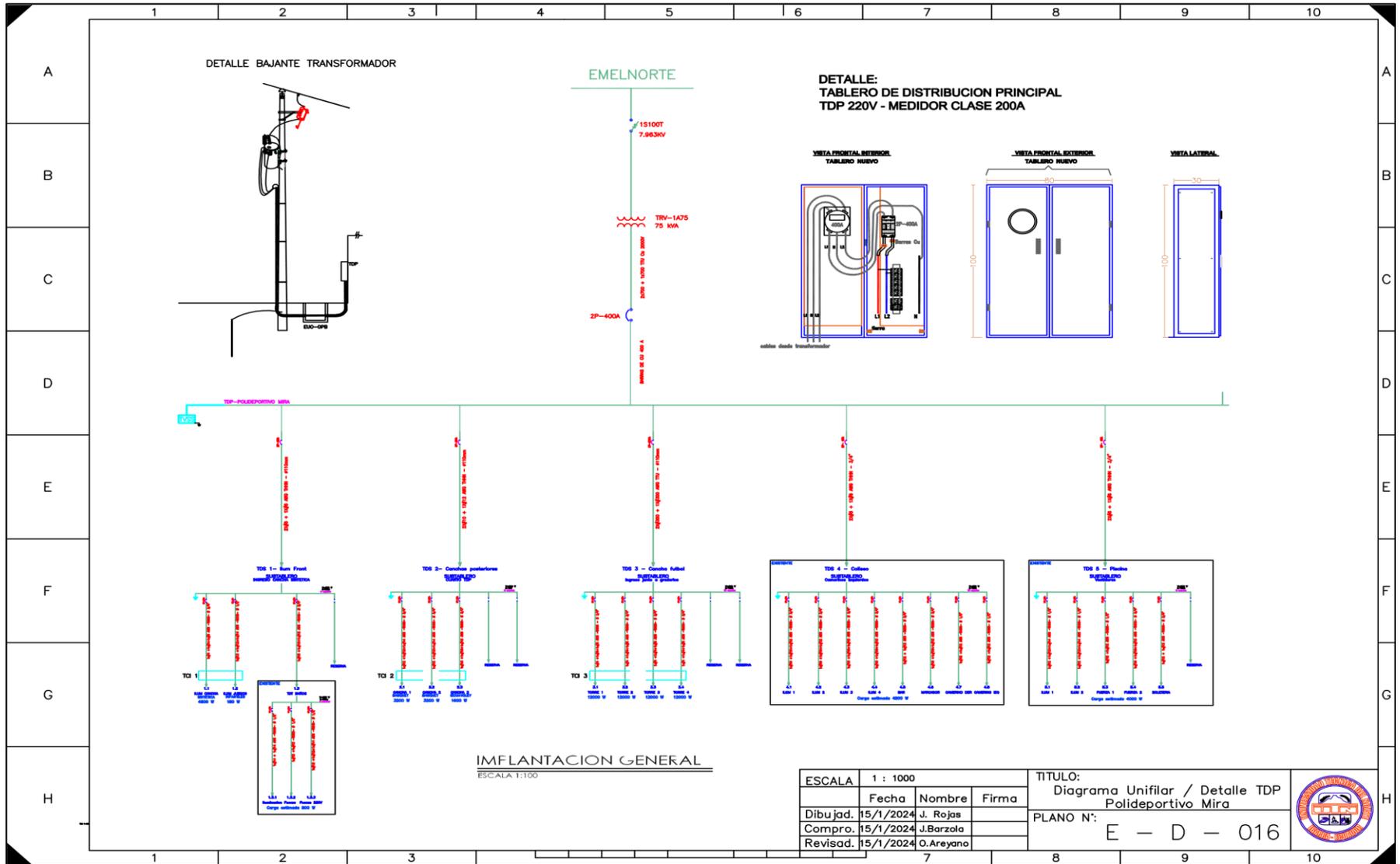
ESCALA	1 : 1000		
Fecha	Nombre	Firma	
Dibujad. 15/1/2024	J. Rojas		
Compro. 15/1/2024	J. Barzola		
Revisad. 15/1/2024	O. Areyano		

TITULO:
Plano General. Diseño de iluminación exterior Polideportivo Mira

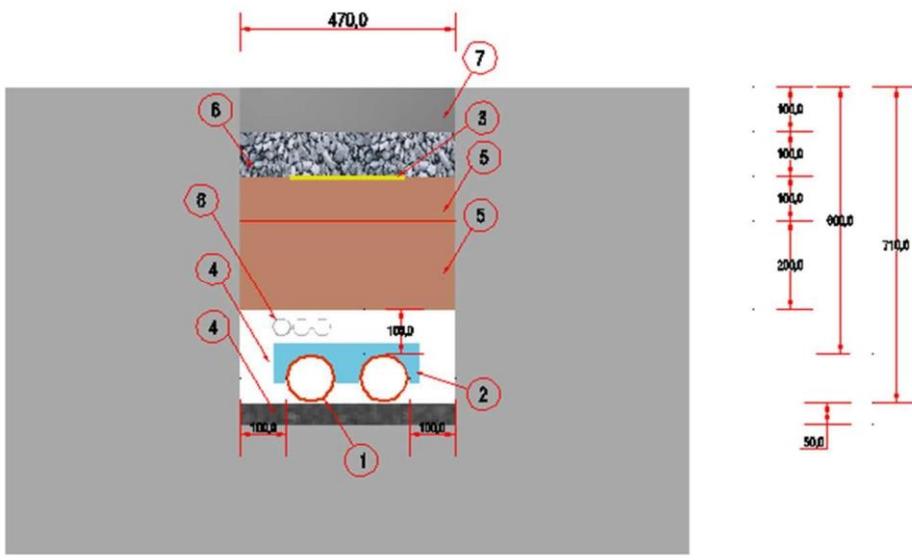
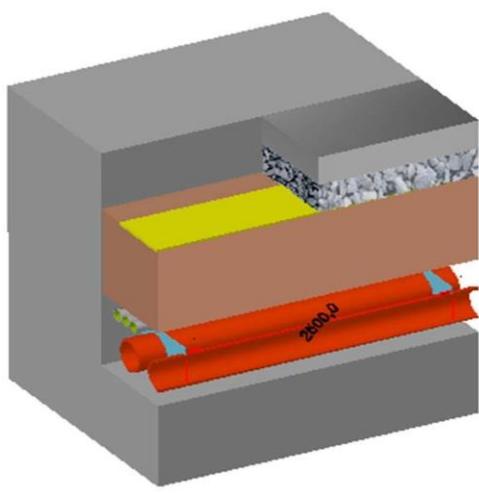
PLANO N:
E - D - 015



Anexo 25. Diagrama Unifilar.



Anexo 26. Resumen Unidades de Propiedad.

  Ministerio de Electricidad y Energía Renovable		José Tamayo E10-25 y Lizardo Telf.: + (593 2) 3976000 www.energia.gob.ec
00/01/1900	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONTRUCCIÓN (UC)	
00/01/1900		
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)	
IDENTIFICADOR UP-UC EU0-OB1X2B1	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN	
IDENTIFICADOR UC OB1X2B1	BANCO DE DUCTOS EN ACERA CON CONFIGURACION 1X2 DE 110 mm	
GRAFICO		
		
		
Unidades en mm		



REVISIÓN: 01	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES		
FECHA: 2013-05-10	DE CONTRUCCIÓN (UC)		
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)		
IDENTIFICADOR UP-UC EUO-OB1X3B1	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN		
IDENTIFICADOR UC OB1X3B1	BANCO DE DUCTOS EN ACERA CON CONFIGURACION 1X3 DE 110 mm		
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Tubo PVC pared estructurada interior lisa y exterior corrugada de 110 mm	Nota 1-2 3
2	c/u	Separador de tubería PVC 1 Fila x 3 columnas ancho 480 mm x 90 mm de alto.	Nota 3 1
3	c/u	Cinta de señalización ancho 250 mm x 0,175 mm de espesor	Nota 1-2 2
4*	m3	Arena	Nota 1 0,0 1313
5	m3	Material de relleno	Nota 1 0,1 89
6	m3	Ripio	Nota 1 0,0 63
7*	m3	Hormigón de 140 Kg/cm2	Nota 1 0,0 63
8	c/u	Tubo de polietileno Triducto de 40mm	Nota 1-2 1
SUSTITUTIVOS			
4*	m3	Hormigón de 140 Kg/cm2	Nota 4 0,0 63
7*	m2	Material de terminado de la acera	Nota 5 0,6 3

NOTAS:

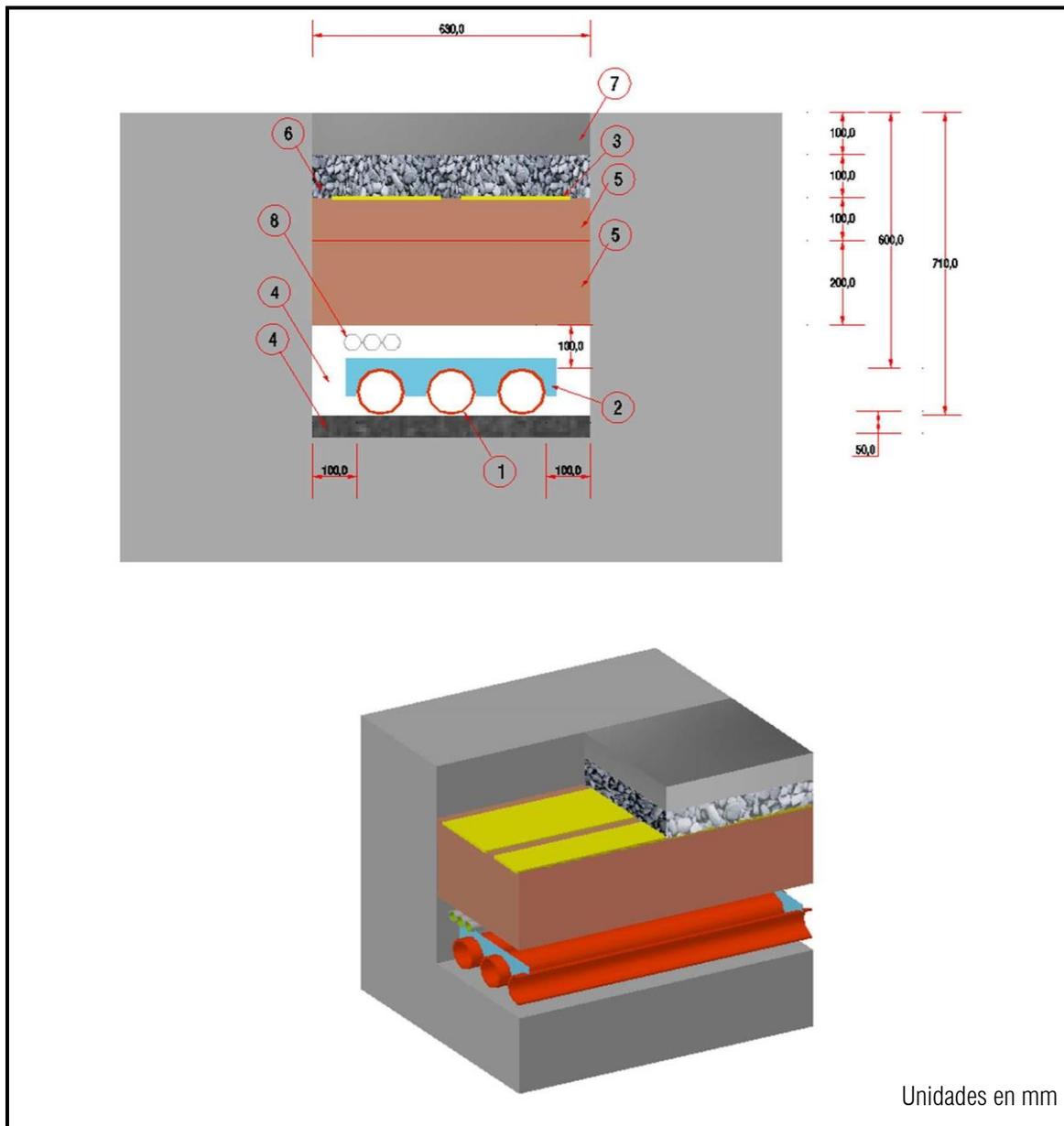
- 1.- La unidad de construcción viene dada en metro lineal.
- 2.- La cantidad hace referencia al número de elementos utilizados
- 3.- La distancia entre cada separador será de 2.5m
- 4.- Si el material de relleno es hormigón, su base será ripio
- 5.- Si el material de terminado de acera es adoquín, su base será arena



**Ministerio de Electricidad
y Energía Renovable**

José Tamayo E10-25 y Lizardo García
Telf.: + (593 2) 3976000
www.energia.gob.ec

00/01/1900	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONTRUCCIÓN (UC)
00/01/1900	
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)
IDENTIFICADOR UP-UC EU0-0B1X3B1	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN
IDENTIFICADOR UC 0B1X3B1	BANCO DE DUCTOS EN ACERA CON CONFIGURACION 1X3 DE 110 mm
GRAFICO	



  Ministerio de Electricidad y Energía Renovable		José Tamayo E10-25 y Lizardo García Telf.: + (593 2) 3976000 www.energia.gob.ec
REVISIÓN: 01	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONSTRUCCIÓN (UC)	
FECHA: 2013-05-10		
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)	
IDENTIFICADOR UP-UC EUO-0B1X4B1	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN	
IDENTIFICADOR UC 0B1X4B1	BANCO DE DUCTOS EN ACERA CON CONFIGURACION 1X4 DE 110 mm	
LISTA DE MATERIALES		

REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	c/u	Tubo PVC pared estructurada interior lisa y exterior corrugada de 110 mm	Nota 1-2 4
2	c/u	Separador de tubería PVC 1 Fila x 4 columnas ancho 640 mm x 90 mm de alto.	Nota 3 1
3	c/u	Cinta de señalización ancho 250 mm x 0,175 mm de espesor	Nota 1-2 2
4*	m3	Arena	Nota 1 0,1634
5	m3	Material de relleno	Nota 1 0,237
6	m3	Ripio	Nota 1 0,079
7*	m3	Hormigón de 140 Kg/cm2	Nota 1 0,079
8	c/u	Tubo de polietileno Triducto de 40mm	Nota 1-2 1
SUSTITUTIVOS			
4*	m3	Hormigón de 140 Kg/cm2	Nota 4 0,079
7*	m2	Material de terminado de la acera	Nota 5 0,79
<p>NOTAS:</p> <p>1.- La unidad de construcción viene dada en metro lineal.</p> <p>2.- La cantidad hace referencia al número de elementos utilizados</p> <p>3.- La distancia entre cada separador será de 2.5m</p> <p>4.- Si el material de relleno es hormigón, su base será ripio</p> <p>5.- Si el material de terminado de acera es adoquín, su base será arena</p>			

	 Ministerio de Electricidad y Energía Renovable	José Tamayo E10-25 y Lizardo García Telf.: + (593 2) 3976000 www.energia.gob.ec
00/01/1900	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONTRUCCIÓN (UC)	
00/01/1900		
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)	

IDENTIFICADOR UP-UC EU0-OPA	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN
IDENTIFICADOR UC OPA	POZOS PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO A
GRÁFICO	
<p>The technical drawing illustrates the design of a Type A well for underground networks. It consists of three main views: a cross-section (CORTE A-A'), a top view (VISTA SUPERIOR), and a perspective view (PERSPECTIVA).</p> <ul style="list-style-type: none"> CORTE A-A': Shows a vertical cross-section of the well. The total height is 910.0 mm. The well has a central diameter of 600.0 mm and 120.0 mm thick side walls. A blue cover (5) is at the top. A central vertical pipe (2) is shown. Two orange pipes (3 and 4) enter from the sides. A gravel base (6) is at the bottom, with a 100.0 mm height. A dimension of 80.0 mm is shown for the side pipe connection. VISTA SUPERIOR: Shows the top view of the well. The overall square frame has a side length of 840.0 mm. The central well has a diameter of 600.0 mm. There are 120.0 mm margins on all sides. A section line A-A' is indicated. PERSPECTIVA: Shows a 3D perspective view of the well structure, highlighting the orange pipes and the grey frame. 	



REVISIÓN: 01	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONTRUCCIÓN (UC)		
FECHA: 2013-06-19			
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)		
IDENTIFICADOR UP-UC EU0-0PB	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN		
IDENTIFICADOR uc 0PB	POZOS PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO B		
LISTA DE MATERIALES			
REF	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	m2	Mampostería de ladrillo con enlucido 1	NOTA
2	c/u	Soporte para cables	4
3	c/u	Tapón ciego para ductos libres 2	NOTA
4	c/u	Tapón para ductos con cables 2	NOTA
5	c/u	Tapa para pozos de hormigón armado con losa de 70mm de espesor con marco y brocal metálico galvanizado espesor de 4mm y 50mm de base x 75mm de alto ,abertura de 110° de 1000mm x 1000mm interior y 1055mm x 1055mm exterior	1
6	m2	Material filtrante para piso de pozo (grava)	0,549
7	c/u	Sifon para desague 3	NOTA 1
8	m	Tubo de desague 3- 4	NOTA
SUSTITUTIVOS			
1*	m3	Hormigón armado de 210 Kg/cm2 1	NOTA
1*	m2	Mampostería de bloque tipo pesado con enlucido 1	NOTA
4*	c/u	Masilla moldeable sellante, retardante a la llama 2	NOTA
5*	c/u	Tapa para pozos de acero dúctil o acero esferoidal Clase D400-400 kN de 900mm x 900mm interior	1
6*	m3	Hormigón de 140 Kg/cm2	0,549

<p>NOTAS:</p> <p>1.- En esta unidad de construcción se utilizará mampostería de ladrillo o bloque pesado para acera y hormigón armado para calzada. La cantidad dependerá de la configuración del banco de ductos de llegada y salida.</p> <p>2.- La cantidad dependerá del número de ductos</p> <p>3.- Estos materiales se utilizarán cuando se escoja el material sustitutivo de la referencia 6</p> <p>4.- La cantidad de tubos dependerá de la distancia del desagüe</p>			

  Ministerio de Electricidad y Energía Renovable		José Tamayo E10-25 y Lizardo García Telf.: + (593 2) 3976000 www.energia.gob.ec
00/01/1900	SECCIÓN 4: MANUAL DE LAS UNIDADES DE CONTRUCCIÓN (UC)	
00/01/1900		
HOJA 1 DE 2	HOMOLOGACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD (UP)	
IDENTIFICADOR UP-UC EU0-OPB	ESTRUCTURAS EN REDES SUBTERRANEAS DE DISTRIBUCIÓN	
IDENTIFICADOR uc OPB	POZOS PARA REDES SUBTERRANEAS TIPO B	
GRÁFICO		

